

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

ANNEE: 2017

THESE N°: 199

**APPAREILLAGE ORTHOPEDIQUE
DU PIED BOT VARUS EQUIN :**
REVUE DE LA LITTERATURE ET BILAN D'ACTIVITE
DE L'ATELIER ORTHOPEDIQUE DE L'HÔPITAL D'ENFANTS DE RABAT

THESE

Présentée et soutenue publiquement le :.....

PAR

Mlle. Oumaïma RACHIDI ALAOUI

Née le 22 Juin 1991 à Larrache

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES : Appareillage – Pied bot Varus équin – Enfant.

JURY

Mr. N. KADDOURI

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

PRESIDENT

Mr. M. A. DENDANE

Professeur de Traumatologie Orthopédie Pédiatrique

RAPPORTEUR

Mr. S. A. AMRANI

Professeur de Traumatologie Orthopédie Pédiatrique

Mr. T. MESKINI

Professeur de Pédiatrie

JUGES

Mr. M. RAMI

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما
علمتنا إننا 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 ALAOUI
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 – *Clinique Royale*
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi Anesthésie -Réanimation
Pr. SETTAF Abdellatif pathologie Chirurgicale

Novembre et Décembre 1985

Pr. BENSAID Younes Pathologie Chirurgicale

Janvier, Février et Décembre 1987

Pr. CHAHED OUZZANI 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 – *Doyen de la FMPR*
Pr. CHAD Bouziane Pathologie Chirurgicale

Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Janvier et Novembre 1990

Pr. CHKOFF Rachid

Pr. HACHIM Mohammed*

Pr. KHARBACH Aïcha

Pr. MANSOURI Fatima

Pr. TAZI Saoud Anas

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AL HAMANY Zaïtounia

Pr. AZZOUZI Abderrahim

Pr. BAYAHIA Rabéa

Pr. BELKOUCHI Abdelkader

Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif

Pr. BENSOUHA Yahia

Pr. BERRAHO Amina

Pr. BEZZAD Rachid

Pr. CHABRAOUI Layachi

Pr. CHERRAH Yahia

Pr. CHOKAIRI Omar

Pr. KHATTAB Mohamed

Pr. SOULAYMANI Rachida

Pr. TAOUFIK Jamal

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed

Pr. BENSOUHA 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

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Nouredine

Pr. BEN RAIS Nozha

Pr. CAOUI Malika

Pr. CHRAIBI Abdelmjid

Pr. EL AMRANI Sabah

Pr. EL BARDOUNI Ahmed

Pr. EL HASSANI My Rachid

Pr. ERROUGANI Abdelkader

Pr. ESSAKALI Malika

Neurologie

Pathologie Chirurgicale

Médecine-Interne

Gynécologie -Obstétrique

Anatomie-Pathologique

Anesthésie Réanimation

Anatomie-Pathologique

Anesthésie Réanimation – *Doyen de la FMPO*

Néphrologie

Chirurgie Générale

Chirurgie Générale

Pharmacie galénique

Ophthalmologie

Gynécologie Obstétrique

Biochimie et Chimie

Pharmacologie

Histologie Embryologie

Pédiatrie

Pharmacologie – *Dir. du Centre National PV*

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

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

Radiothérapie

Biophysique

Biophysique

Endocrinologie et Maladies Métaboliques *Doyen de la FMPA*

Gynécologie Obstétrique

Traumato-Orthopédie

Radiologie

Chirurgie Générale- *Directeur CHIS*

Immunologie



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 Abbes
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. HDA Abdelhamid*
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

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*

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BEN SLIMANE Lounis
Pr. BIROUK Nazha

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

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



Gynécologie-Obstétrique
Urologie
Neurologie

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

Novembre 1998

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

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

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. ZOHAIK ABDELAH*

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

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

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Traumatologie Orthopédie- **Dir. Hop. Av. Marr.**
Anesthésie-Réanimation **Inspecteur du SSM**
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne



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

ORL

Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BENABDELJLIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae
Pr. BENOACHANE Thami
Pr. BEZZA Ahmed*
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
Pr. BOUMDIN El Hassane*
Pr. CHAT Latifa
Pr. DAALI Mustapha*
Pr. DRISSE 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
Pr. NOUINI Yassine
Pr. SABBABH Farid
Pr. SEFIANI Yasser
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

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
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. BICHRA Mohamed Zakariya*
Pr. CHOHO Abdelkrim *
Pr. CHKIRATE Bouchra
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair
Pr. EL HAOURI Mohamed *

Anatomie Pathologique
Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Psychiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Chirurgie Pédiatrique
Dermatologie

Pr. FILALI ADIB Abdelhai
Pr. HAJJI Zakia
Pr. IKEN Ali
Pr. JAAFAR Abdeloihab*
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*

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
Pr. BENKIRANE Ahmed*
Pr. BOUGHALEM Mohamed*
Pr. BOULAADAS Malik
Pr. BOURAZZA Ahmed*
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 Nouredine*
Pr. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENYASS Aatif
Pr. BERNOUSSI Abdelghani

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

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



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
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*

Biophysique
Microbiologie
Cardiologie (mise en disponibilité)
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Rhumatologie
Gynécologie Obstétrique
Histo-Embryologie Cytogénétique
Gynécologie Obstétrique

Anesthésie Réanimation

Rhumatologie
Radiologie
Hématologie
O.R.L
Biophysique
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio – Vasculaire
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Microbiologie
Radiologie
Urologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Chirurgie – Pédiatrique
Pharmacie Galénique
Parasitologie
Radiothérapie
Psychiatrie
Endocrinologie
Psychiatrie
Pneumo – Phtisiologie
Biochimie
Pneumo – Phtisiologie



Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Chirurgie générale
Chirurgie cardio vasculaire
Traumatologie orthopédie

Pr. AOUI Sarra
 Pr. BAITE Abdelouahed*
 Pr. BALOUCH Lhousaine*
 Pr. BENZIANE Hamid*
 Pr. BOUTIMZINE Nourdine
 Pr. CHARKAOUI Naoual*
 Pr. EHIRCHIOU Abdelkader*
 Pr. ELABSI Mohamed
 Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
 Pr. EL OMARI Fatima
 Pr. GHARIB Noureddine
 Pr. HADADI Khalid*
 Pr. ICHOU Mohamed*
 Pr. ISMAILI Nadia
 Pr. KEBDANI Tayeb
 Pr. LALAOUI SALIM Jaafar*
 Pr. LOUZI Lhousain*
 Pr. MADANI Naoufel
 Pr. MAHI Mohamed*
 Pr. MARC Karima
 Pr. MASRAR Azlarab
 Pr. MRABET Mustapha*
 Pr. MRANI Saad*
 Pr. OUZZIF Ez zohra*
 Pr. RABHI Monsef*
 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*

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
 Réanimation médicale
 Radiologie
 Pneumo phtisiologie
 Hématologique
 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



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*
 Pr. ENNIBI Khalid*
 Pr. FATHI Khalid
 Pr. HASSIKOU Hasna *
 Pr. KABBAJ Nawal
 Pr. KABIRI Meryem
 Pr. KARBOUBI Lamy
 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

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
 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-phtisiologie



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

Pr. MOSADIK Ahlam
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. NAZIH Mouna*
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Anesthésie Réanimation
Chirurgie générale
Hématologie
Anatomie pathologique

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
Pr. ABOUELALAA Khalil*
Pr. BELAIZI Mohamed*
Pr. BENCHEBBA Driss*
Pr. DRISSI Mohamed*
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna
Pr. EL KHATTABI Abdessadek*
Pr. EL OUAZZANI Hanane*
Pr. ER-RAJI Mounir
Pr. JAHID Ahmed
Pr. MEHSSANI Jamal*
Pr. RAISSOUNI Maha*

Chirurgie Pédiatrique
Anesthésie Réanimation
Psychiatrie
Traumatologie Orthopédique
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
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

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



Pr. EL KHLOUFI Samir
Pr. EL KORAICHI Alae
Pr. EN-NOUALI Hassane*
Pr. ERREGUIG Laila
Pr. FIKRI Meryim
Pr. GHFIR Imade
Pr. IMANE Zineb
Pr. IRAQI Hind
Pr. KABBAJ Hakima
Pr. KADIRI Mohamed*
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*

Anatomie
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Physiologie
Radiologie
Médecine Nucléaire
Pédiatrie
Endocrinologie et maladies métaboliques
Microbiologie
Psychiatrie
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

Avril 2013

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

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	Zootéchnie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbas	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
Aucune expression, ni aucune dédicace ne pourrait
exprimer mes
Meilleures reconnaissances.
Je dédie cette thèse



A la mémoire de mon très cher Père

*À la mémoire de mon père, qui n'a pas eu la chance
de voir sa fille terminer ses études.*

*J'aurai aimé que tu sois à mes côtés ce jour, mais le destin ne nous
a pas laissé le temps pour jouir ce bonheur ensemble.*

*Ce travail est le fruit de tes efforts et tes sacrifices
que tu as consenti pour mon éducation.*

*J'espère que je serai à la hauteur des valeurs
que tu as semées en nous. Tu me manque énormément, la vie sans
toi est fade, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour,
l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.*

*Tu es toujours présent dans mon cœur et je ne cesse
de prier dieu pour que ton âme repose en paix.*

*Puisse Dieu tout puissant t'accorder sa clémence,
sa miséricorde et t'accueillir dans son saint paradis.*



A ma très chère mère

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond respect, mon grand amour et toute ma gratitude pour les sacrifices que tu m'as consenti.

Tu m'as donné toute l'attention et tout l'amour qu'un être puisse espérer.

Aucun de mes mots ne saurait exprimer l'ampleur de ma reconnaissance. Tu m'as donné la joie de vivre, le courage pour devenir la personne que je suis. Tes conseils m'ont toujours accompagné et ont éclairé mon chemin.

Que Dieu tout puissant te garde et te procure santé, bonheur et longue vie pour que tu demeures le flambeau illuminant mon chemin.



A la mémoire de ma grand-mère maternelle

A la mémoire de la grande dame qui a tant sacrifié pour nous.

Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.



A mon très cher Frère Soufiane

Et

Ma chère belle-sœur Ihssane

*Mon cher frère qui m'est le père, les mots ne suffisent guère pour
exprimer l'attachement, l'amour et l'affection
que je porte pour toi.*

*Mon ange gardien et mon fidèle compagnon dans
les moments les plus délicats de la vie.*

*Merci pour la joie que tu me procures et merci infiniment
pour tes précieux conseils et ton aide à la réalisation de ce travail.*

*Je te dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur,
de santé et de réussite.*

*Puisse Dieu tout puissant jouir votre vie, toi et ton épouse,
vous combler d'avantage, vous apporter bonheur,
et vous aider à réaliser tous vos vœux.*



A ma très chère sœur Ihssane

*Tu es mon ange gardien, toujours présente à mes côtés
pour me soutenir, m'aider et m'encourager.*

*Je ne te remercierai jamais assez pour tout
ce que tu as fait pour moi.*

*J'espère que tu trouveras dans cette thèse l'expression
de ma sympathie, de ma gratitude, de respect
et d'amour de la petite sœur que je suis.*

Que Dieu puisse te garder et te procurer santé et bonheur.



A tous les membres de ma famille

*Petits et grands, Veuillez trouver dans ce modeste travail
l'expression de mon affection.*

A mes très chères amies : Houda, Asmae, Soumia, Chaymae

*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.*



Remerciements



A

mon maître et Président de thèse Monsieur

Noureddine KADDOURI

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

Abdelouahed AMRANI

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.*



TABLE DES ABRÉVIATIONS

AFO :	Ankle Foot Orthosis (Orthèse pied-cheville)
AQM :	Analyse Quantifiée de la Marche
PBVE :	Pied Bot Vraus Equin
BCP :	Bloc Calcanéo-Pédieux
CAO :	Conception Assistée par Ordinateur
DB :	Dennis Browne
EVA :	Éthylène-Vinyle-Acétate
FAB :	Foot Abduction Brace (Attelle pédieuse d'abduction)
FAE :	Finite Element Analysis (Analyse par élément finis)
MEF :	Méthode des Éléments Finis
POP :	Plaster of Paris (Plâtre de Paris)
POSSUM:	Pictures of standard Syndrome And Undiagnosed Malformations
PR :	Prototypage Rapide
RAMED :	Régime d'Assistance Médicale aux populations démunies
SRF :	SemiRigid Fibreglass (fibre de verre semi-rigide)



Liste des illustrations

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Adduction de l'avant-pied	3
Figure 2 : Varus de l'arrière –pied	3
Figure 3 : Supination du pied	4
Figure 4 : Equin du pied et de la cheville	4
Figure 5 : Schéma montrant les différentes étiologies d'un pied bot secondaire.....	7
Figure 6 : Âge des patients.....	14
Figure 7 : Pourcentage d'atteinte de PBVE selon le sexe.....	15
Figure 8 : Provenance géographique	15
Figure 9 : Statut-socio-administratif.....	16
Figure 10 : Pourcentage d'atteinte uni et bilatérale.....	16
Figure 11 : Répartition selon le type d'orthèse	17
Figure 12 : Nombre de patients adressés par médecin	17
Figure 13 : Satisfaction des parents et de l'enfant.....	18
Figure 14 : dessin sur un tombeau égyptien représentant un adulte atteint d'un PBVE	
Bilatéral	30
Figure 15 : La momie du Pharaon Siptah porteur de pied bot (19 ^e dynastie, 1250 av JC).....	30
Figure 16 : Fragment de vase grec avec un personnage porteur de pied bot varus équin	
Gauche.....	30
Figure 17 : Exemple d'appareillage utilisé par Ambroise Paré.....	31
Figure 18 : Appareillage de redressement du PBVE d'Antonio SCARPA	32
Figure 19 : Attelle utilisée par Calot	33
Figure 20 : l'attelle de Dennis Brown.....	33
Figure 21 : Appareil utilisé par Abel Mix Phelps « La machine à pied bot (1890)	34
Figure 22 : exemple d'attelle nocturne destinée au pied bot récemment corrigé	35

Figure 23 : exemples d'attelle à utilisation diurne permettant la maintenance de la Correction	35
Figure 24 : exemples d'appareillage permettant le contrôle de l'inversion du membre	35
Figure 25 : Attelle de Sayre	36
Figure 26 : Exemples d'appareillage à utilisation diurne	36
Figure 27 : Tableau comparant les 2 matériaux de moulage (POP et SRF), utilisés dans le traitement du PBVE	52
Figure 28 : Comparaison entre le POP et le SRF en ce qui concerne le nombre de plâtre nécessaire pour le traitement du PBVE.....	53
Figure 29 : Bande semi-rigide type Scotchcast (3M).....	54
Figure 30 : Orthèse de posture	56
Figure 31 : Orthèse de marche	56
Figure 32 : Orthèse suro-pédieuse de marche en polypropylène	56
Figure 33 : moulage de pied bot.....	57
Figure 34 : moulage de pied bot et prise de mesure	57
Figure 35 : Lignes de découpe de l'orthèse	58
Figure 36 : Sangle proximale	59
Figure 37 : Sangle distale.....	60
Figure 38 : Sangle au niveau du cou de pied	60
Figure 39 : Fraiseuse utilisée pour poncer et lisser les bords de l'orthèse.....	61
Figure 40 : Orthèse de posture	61
Figure 41 : Orthèse de marche chez un enfant de 11 ans	61
Figure 42 : Orthèse tibiale de Posture.....	62
Figure 43 : Orthèse suro-pédieuse de posture.....	62
Figure 44 : Orthèse de posture pour pied bot bilatéral	62
Figure 45 : Orthèse de Wheaton.....	63
Figure 46 : Orthèse pour pied bot selon Stastny	64

Figure 47 : Orthèse de Copenhague	65
Figure 48 : Schéma montrant les angles de rotation préconisés pour les formes unilatérales de PBVE.....	66
Figure 49 : Attelle de Denis-Browne.....	68
Figure 50 : Attelle de Denis-Browne.....	68
Figure 51 : (A) Attelle de Mitchell-Ponseti, (B) Chaussure avec un contrefort fenêtrée permettant de voir l'emplacement du talon en dedans	70
Figure 52 : Attelle de Markell.....	71
Figure 53 : Enfant portant «l'Attelle Dynamique de Dobbs» et pouvant réaliser des mouvements d'extension et de flexion de son membre inférieur	72
Figure 54 : La dorsiflexion est difficile à atteindre chez un enfant portant l'attelle Dynamique de Dobbs	72
Figure 55 : Tableau comparant le cout (dollar américain) de chaque type d'attelle	73
Figure 56 : Attelle de Stennbeek	74
Figure 57 : Attelle de Romanus.....	74
Figure 58 : Attelle de Kessler.....	75
Figure 59 : La barre à cliquets Horton à laquelle de différentes chaussures peuvent être facilement cliquées.....	75
Figure 60 : Attelle de ALFA-Fex	76
Figure 61 : Orthèse de Perlstein	78
Figure 62 : Tableau représentant les articles étudiants les différents types d'orthèse.....	79
Figure 63 : Une forme en bois utilisée pour le moulage du pied	80
Figure 64 : Anatomie de la chaussure orthopédique	82
Figure 65 : Combinaison Chaussure-Attelle de Denis Browne	83
Figure 66 : Schéma montrant les 3 points de pression exercés sur le pied.....	83
Figure 67 : La chaussure rectiligne à bout ouvert	84

Figure 68 : La chaussure d'abduction à bout ouvert	85
Figure 69 : La chaussure rectiligne à bout ouvert est rembourrée en feutre au niveau de sa partie distale afin d'accentuer sa force correctrice.....	86
Figure 70 : Chaussure plate à bout fermée.....	87
Figure 71 : L'écrou circulaire permet une bonne fixation de la chaussure sur l'attelle de Dennis Browne.....	88
Figure 72 : Chaussure athlétique avec semelle courbe.....	91
Figure 73 : Chaussure de sport.....	92
Figure 74 : Chaussure à semelle extérieure en néoprène.....	93
Figure 75 : Attelle de contrôle de rotation des membres inférieurs	93
Figure 76 : Machine de mobilisation passive de type Kinetec	95
Figure 77 : Tableau objectivant la corrélation entre le pourcentage de la non adhérence thérapeutique et le pourcentage de la récurrence.....	98
Figure 78 : Plaie cutanée suite à un appareillage serré. Atelier Orthopédique	99
Figure 79 : Une photo montrant une ulcération au niveau du talon du pied liée à une mauvaise application de l'orthèse	99
Figure 80 : enfant présentant une blessure après retrait du plâtre par une scie oscillante.....	99
Figure 81 : Image radiologique objectivant une fausse correction de l'équin par dislocation de l'articulation médio-tarsienne de l'avant-pied, responsable d'un pied convexe iatrogène	100
Figure 82 : Les recommandations préconisées par le ministère de santé australien pour la prise en charge des complications liées à l'appareillage orthopédique.....	101
Figure 83 : Salle et matériel standard d'un laboratoire d'analyse du mouvement : exemple du laboratoire de l'Institut Saint-Pierre à Palavas	103
Figure 84 : exemple d'un cycle de marche obtenu.....	103

Figure 85 : Photo prise d'un enfant avec pied bot en station debout à l'aide d'un Pédobarographe.....	104
Figure 86 : Comparaison entre le processus de fabrication traditionnelle de l'orthèse (à gauche) et le processus de fabrication assisté par ordinateur (à droite).....	105
Figure 87 : le scanner 3D de KINECT	106
Figure 88 : image 3D d'un pied bot droit obtenue par le scanner KINECT	106
Figure 89 : Image 3D d'un pied bot traité par le logiciel INSIGHT pour le processus de Constriction.....	107
Figure 90 : Machine de fabrication d'orthèse FORTUS360mc	107
Figure 91 : Les forces exercées aux zones de contact	109
Figure 92 : La répartition des forces correctrices de l'orthèse sur le pied.....	109
Figure 93 : le modèle final de l'orthèse avec ses 3 parties (a -partie chaussure, b - partie spiral c - partie cuisse)	111
Figure 94 : modèle final de l'orthèse spirale.....	111

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I :Résumé des observations	19
Tableau II :Détails des observations	20



Sommaire

INTRODUCTION	1
I. DEFINITION :	3
II. TYPES DE PIED BOT VARUS ET EQUIN :	5
III. ETIOPATHOGENIE :	8
MATERIEL ET METHODES	11
I. PRESENTATION DE L'ETUDE :	12
II. CRITERE DE SELECTION :	12
III. FICHE D'EXPLOITATION :	12
RESULTATS	13
I. ÂGE :	14
II. SEXE :	15
III. ORIGINE GEOGRAPHIQUE :	15
III. STATUT SOCIO-ADMINISTRATIF :	16
IV. ATTEINTE UNI OU BILATERALE :	16
V. TYPE D'ORTHESE :	17
VI. MEDECIN PRESCRIPTEUR :	17
VII. DELAI DE LIVRAISON :	18
VIII .SATISFACTION DES PARENTS ET DE L'ENFANT :	18
X. COMPLICATIONS DE L'APPAREILLAGE :	18
DISCUSSION	28
I. HISTORIQUE DE L'APPAREILLAGE DU PBVE :	30
II. RAPPEL SUR LES TRAITEMENTS ACTUELS DU PIED BOT VARUS ET EQUIN :	37
A. Traitement conservateur :	37
1. Techniques de réduction :	37
a. Traitement orthopédique par plâtres successifs selon Ponseti :	37
b. Méthode fonctionnelle :	39

c. Méthode mixte :	41
2. Traitements "adjuvants" ou associés aux méthodes précédentes :	42
a. La ténotomie percutanée du tendon d'Achille :	42
b. Injection de Toxine botulinique :	42
B. Traitement chirurgical :	43
1. Libération des parties molles par voie postéro-interne :	43
a) Installation et voie d'abord :	43
b) Repérage du paquet vasculo-nerveux et des tendons fléchisseurs :	43
c) Libération postérieure et postéro externe :	44
d) Libération antéro-interne et plantaire :	44
e) Fixation par broche :	44
2. Autres techniques chirurgicales :	44
a) Libération de l'interligne tarso-métatarsien de Lisfranc:	44
b) Ostéotomie des métatarsiens pour des pieds bots invétérés ou après récurrence.	44
c) Ostéotomies calcanéennes de Dwyer :	44
d) Ostéotomie de l'arche externe :	44
e) Transferts musculaires :	44
III. PLACE DE L'APPAREILLAGE DANS LA PRISE EN CHARGE DU PIED BOT VARUS EQUIN :	46
A. Méthode de Ponseti :	46
B. Attelle d'abduction :	47
C. Orthèse cheville-pied (Ankle-Foot Orthosis AFO) :	49
D. Mobilisation passive ou traitement arthromoteur :	50
IV. LES DIFFERENTS TYPES D'APPAREILLAGE ORTHOPEDIQUE :	51
A. Le plâtre :	51
1. Plâtre de Paris (Plaster Of Paris) et La fibre de verre semi-rigide (SemiRigid Fibreglass)	51
2. La bande de moulage orthopédique semi-rigide Scotchcast (3M) :	54

B. Les orthèses :	55
1. Orthèse pied-cheville (Ankle Foot Orthosis AFO)	55
a. Confection :	57
b. Orthèse tibiale ou suro-pédieuse :	62
2. Orthèse de Wheaton et assimilées (Orthèse cruro jambière) :	63
a. Orthèse de Wheaton :	63
b. Orthèse pour pied bot selon Stastny :	64
c. Orthèse pour pied bot de Copenhague :	65
3. Attelle pédieuse d'abduction (Foot Abduction Brace FAB) :	66
4. L'orthèse de type FAB comporte plusieurs variétés :	67
a. L'attelle de Denis Browne :	67
b. L'attelle de Mitchell-Ponseti :	69
c. L'attelle de Markell :	70
d. L'attelle Dynamique de Dobbs (Dobbs's Dynamic Clubfoot Brace):	71
e. L'attelle d'abduction de Steenbeek :	73
f. L'attelle de Romanus :	74
g. L'attelle de Kessler :	74
h. La barre à cliquets Horton :	75
i. L'attelle de ALFA-Flex :	76
j. Attelles diverses :	76
C. Chaussures orthopédiques :	80
1. Confection :	80
2. Anatomie de la chaussure sur mesure :	81
a. L'orthèse plantaire :	81
b. La chaussure proprement dite :	81
3. Types de la chaussure orthopédique :	83
a. La chaussure rectiligne à bout ouvert :	84

b. La chaussure d'abduction à bout ouvert :	85
c. Chaussure plate à bout fermé :	86
4. Chaussure et séquelles du traitement conservateur du pied bot :	90
D. Machine de mobilisation passive ou arthromoteur de type Kinetec ® :	94
V. RECIDIVES ET COMPLICATIONS DE L'APPAREILLAGE :	96
A. Récidive :	96
1. Facteurs favorisant la récidive :	96
2. Gestion de récidive :	97
B. Complications de l'appareillage :	98
VI. PERSPECTIVES D'AVENIR :	102
A. Analyse quantifiée de la marche (AQM):	102
1. Principe :	102
2. Matériel :	102
B. Prototypage rapide	105
1. Principe :	105
3. Matériel :	106
C. Analyse par élément finis (Finite Element Analysis FEA) :	108
D. Nouveau design de l'orthèse (AFO) :	110
CONCLUSION	112
RESUMES	116
BIBLIOGRAPHIE	120



Introduction

Le pied bot varus équin est la déformation la plus fréquente du pied. Cette anomalie congénitale a suscité l'intérêt du corps médical depuis l'antiquité et connaît jusqu'à nos jours beaucoup de débats concernant sa prise en charge thérapeutique.

Actuellement, la méthode de Ponseti constitue la référence en matière de traitement du PBVE. La chirurgie est toujours utile mais de manière ciblée aussi bien dans le temps que dans l'espace.

Quelle que soit la stratégie thérapeutique, les résultats ne peuvent être consolidés que par l'utilisation quasi-systématique d'un appareillage orthopédique adapté. Ce dernier a connu lui aussi une évolution exponentielle et a bénéficié du développement accru de la technologie de fabrication et des différents matériaux.

Ce travail a pour objectifs :

- De mettre au point l'état actuel des techniques d'appareillage orthopédique du pied bot varus équin, les types utilisés et les indications thérapeutiques.
- Présenter les résultats d'une série rétrospective d'appareillage réalisé au sein de l'unité d'appareillage orthopédique relevant de l'hôpital d'Enfants de Rabat.

I. DEFINITION :

Un pied bot varus équin (PBVE) est une déformation tridimensionnelle en inversion, associant un équin, un varus de l'arrière pied, et une adduction de l'articulation sous-talienne et du médio tarse **(1)**, ainsi qu'une dysplasie congénitale de tous les tissus du pied **(2)**.

Le diagnostic de pied bot repose sur la forme et la souplesse du pied et de la cheville .Pour parler de pied bot, il faut constater 4 éléments associés **(3)**:

Figure 1 : Adduction de l'avant-pied : en regardant la plante du pied, on voit que la partie avant du pied (avec les orteils) tourne vers l'intérieur **(3)**.



Figure 2 : Varus de l'arrière-pied : en regardant le pied par derrière, on voit que le talon bascule vers l'intérieur **(3)**.



Figure 3 : Supination du pied : en regardant le pied par devant, on voit que la plante du pied se tourne vers le haut (3) .

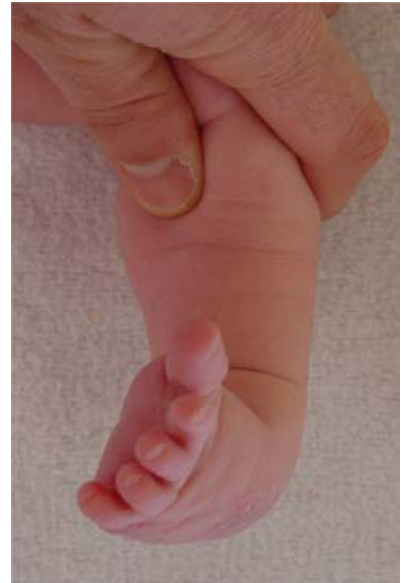


Figure 4 : Equin du pied et de la cheville : en regardant le pied de profil, on voit que la pointe du pied est dirigée vers le bas (3).



II. TYPES DE PIED BOT VARUS ET EQUIN :

Le pied bot varus et équin congénital (PBVE) est une malformation fréquente. Tantôt elle s'inscrit dans un contexte polymalformatif, au sein d'une maladie neuro-musculaire, d'une arthrogrypose ou d'une aberration chromosomique... tantôt l'anomalie ne concerne que le pied de façon uni- ou bilatéral et on parle alors de PBVE congénital idiopathique (4).

La prévalence d'un pied bot associé à une anomalie congénitale ou à une aberration chromosomique varie d'une étude à une autre, elle est comprise entre 24% et 50% selon la population étudiée.

- **Formes Neurologiques :**

Parmi les étiologies connues du pied bot, les anomalies neurologiques constituent la cause la plus fréquente. Entre autre, on trouve essentiellement l'arthrogrypose distale et la myéloméningocèle (5).

✓ **Syndrome Arthrogryposique :** est une affection non héréditaire congénitale. Elle se caractérise par des malpositions des membres prédominantes aux extrémités et souvent symétriques. La topographie de l'atteinte est variable. Elle intéresse dans 45% des cas les quatre membres, dans 45% les membres inférieurs et dans seulement 10% des cas les membres supérieurs isolément. L'aspect du visage de l'enfant est souvent caractéristique et l'intelligence est habituellement normale (6).

✓ **Spina bifida et myéloméningocèle :** est le plus fréquent des défauts du tube neural caractérisé par une ouverture dorsale des vertèbres associée à une atteinte plus au moins prononcée de la moelle épinière. La lésion est généralement évidente dès les premières semaines de la grossesse et elle nécessite une intervention chirurgicale précoce à la naissance (7).

✓ **Maladies des Brides Amniotiques** : inclut une série de malformation. Les anomalies seraient dûes à une rupture de la membrane amniotique au premier trimestre de la gestation, avec pour conséquence, des adhérences entre l'amnios et le revêtement cutané du fœtus. Ce mécanisme pourrait expliquer les anneaux de constriction autour des membres et/ou des doigts, les pseudo-syndactylies, les amputations distales des membres et aussi les strictures du cordon ombilical. On peut également observer des déformations secondaires à la diminution des mouvements fœtaux en cas de brides reliant une partie de membre et l'amnios ou en liaison avec un oligoamnios par rupture des membranes, et dans ce cas l'hypoplasie pulmonaire est fréquente (8).

✓ **Myopathies de neuropathies périphériques.**

• **Formes syndromiques** :

✓ **Polymalformation non étiquetée.**

✓ **Syndrome de Larsen** : une affection génétique rare caractérisée par la luxation congénitale de nombreuses articulations, une hypermobilité articulaire importante, et des traits du visage caractéristiques (arête nasale plate, hypertélorisme, et éventuellement fente palatine). Des problèmes respiratoires dûs au manque de rigidité des voies aériennes supérieures peuvent survenir (9).

✓ **Ostéogenèse imparfaite** : Groupe d'affection héréditaire de gravité variable, secondaires à un problème de fabrication (en quantité ou en qualité) du collagène caractérisées par une fragilité osseuse, à l'origine des fractures et des déformations squelettiques (10).

✓ **Syndrome de Noonan** : est caractérisé par une petite taille, une dysmorphie faciale caractéristique et des anomalies cardiaques congénitales (11).

✓ **Syndrome d'Aarskog** : est une affection hétérogène sur le plan génétique, liée essentiellement au chromosome X. Elle est caractérisée par une petite taille, une dysmorphie cranio-faciale, une brachydactylie, et des anomalies urogénitales. Le niveau d'intelligence est de grande variabilité (12).

- **Pied et anomalies chromosomiques :**

Elles sont d'une grande diversité, extrêmement nombreuses et très rares. En 1992 le logiciel de génétique POSSUM (Pictures of Standard Syndrome and Undiagnosed Malformations) répertorie 243 maladies pouvant inclure des PBVE. Le PBVE est associé à 36 anomalies possibles du caryotype portant essentiellement sur les chromosomes 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 18, 22.

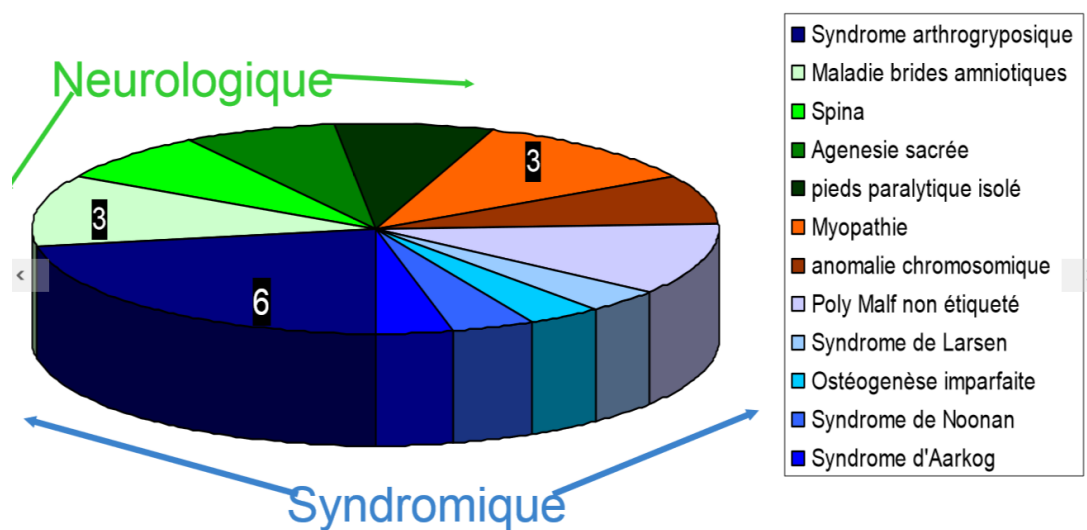


Figure 5 : Schéma montrant les différentes étiologies d'un pied bot secondaire (2).

Affirmer le caractère idiopathique de la déformation n'est possible qu'au terme d'un examen clinique et d'investigation para-clinique. Il s'agit d'un diagnostic d'élimination qu'il faut en permanence savoir remettre en cause. Mélanger pieds bots idiopathiques et secondaires, est en effet une seconde source de confusion. Un examen neurologique (associé à une échographie trans-fontanelle et médullaire), articulaire (arthrogrypose ?), cutané (bride ?) et plus général sera entrepris. Une demande de caryotype de principe n'est pas justifiée (13).

III. ETIOPATHOGENIE :

La pathogénie et les mécanismes intimes du pied bot varus équin ne sont pas réellement connus. Cependant le début de la période embryonnaire nous apporte une indication précieuse sur le membre inférieur. Cette période est normalement marquée par des changements d'orientation spatiale .En effet à partir de la quatrième semaine (apparition des bourgeons des membres inférieurs), le pied va passer obligatoirement par une position physiologique en varus équin, les surfaces plantaires se faisant face à la huitième semaine, pour se déplisser progressivement et retrouver une position normale à la 11ème semaine de la vie intra-utérine **(14)**. Le déroulement incorrect de cette période fixe le pied en varus équin. Le pied bot varus équin est donc une position normale pendant la période embryonnaire et anormale pendant la période fœtale.

Par leur multiplicité, les théories étiologiques et pathogéniques sont à l'origine de nombreux débats. Les différents facteurs qui s'efforcent de donner une explication à cette pathologie sont les suivants **(15)** :

Facteurs extrinsèques :

La compression intra utérine posturale, théorie très ancienne, était défendue par Hippocrate. L'échographie anténatale apporte aujourd'hui la preuve qu'un pied bot est déjà constitué à la 16ème semaine de développement alors qu'il ne subit aucune contrainte. Il ne faut cependant pas négliger les pressions qui, en fin de grossesse, majorent la déformation et aggravent l'enraidissement d'un pied bot **(16)**.

Facteurs intrinsèques :

• **Théorie vasculaire:** Il semblerait que l'importance de l'hypoplasie de l'artère tibiale antérieure et de l'artère pédieuse soit corrélée à la gravité de la déformation (16).

• **Fibrose rétractile postéro-médiale :** De grandes quantités de collagène rendait les parties molles de cette région très fibreuses. L'activité accrue de myofibroblastes rétracterait l'ensemble (assimilable à une maladie de Dupuyten) (16).

• **Théorie malformative :** La déformation du talus l'empêcherait d'intégrer correctement la pince bimalléolaire. Selon Scarpa, la déformation entraînerait une subluxation du complexe talo-calcaneó-naviculaire (17).

• **Théorie neuromusculaire avec arrêt de développement :** Elle est défendue, entre autres, par Ponseti. Cette fois, un processus pathologique affecterait l'innervation des muscles. Il y aurait un retard d'innervations du nerf fibulaire comme par rapport au nerf tibial postérieur. Il en résulterait un défaut temporaire d'innervations des muscles releveurs et des muscles éverseurs (nerf fibulaire commun). Le déséquilibre musculaire fixerait le pied en équin varus et adduction c'est l'importance du retard d'innervation dépendant du nerf fibulaire commun par rapport au nerf tibial que découlerait la sévérité des rétractions (15).

• **Facteurs génétiques :** Différent arguments plaident en faveur d'une origine génétique :

- ✓ la fréquence d'apparition dépend de l'ethnie elle est plus importante chez les polynésiens (6,9/1000) ;
- ✓ 70 à 75 % des enfants touchés sont des garçons ;
- ✓ des familles à pied bot sont connues depuis longtemps. Chez ces familles la fréquence de survenue d'un pied bot est 30 fois plus importante que dans le reste de la population ;

- ✓ l'étude des pieds bots chez les jumeaux permet de penser que cette anomalie serait transmissible sur le mode polygénique à pénétrance incomplète. En effet, si l'un des jumeaux est atteint, l'autre présente un pied bot dans 32,5 % des cas s'il s'agit de jumeaux monozygotes, et dans 2,9 % s'il s'agit de jumeaux dizygotes (1).

Facteurs environnementaux :

Certains éléments environnementaux ont été incriminés dans la genèse du pied bot, parmi lesquels on note :

- ✓ Le tabagisme maternel : la corrélation entre le tabagisme maternel et le risque de développement du pied bot chez le fœtus était largement décrite dans la littérature. Cependant l'ampleur de l'effet du tabagisme maternel pendant la grossesse varie selon le sexe du fœtus. Le fœtus de sexe masculin semble être plus vulnérable.
- ✓ La prise des médicaments ou des produits toxiques : des cas isolés ont été rapportés dont plusieurs agents étaient en cause. Certaines études ont démontré que l'utilisation incohérente du contraceptif oral peut être un facteur étiologique.
- ✓ La consommation d'alcool : une étude réalisée par Halmesmaki et al. suggérait une corrélation entre le développement du pied bot et la consommation maternelle d'alcool.
- ✓ l'exposition à des rayonnements électromagnétiques pendant la grossesse a été reliée au développement du PBVE (18).



Matériel et Méthodes

I. PRESENTATION DE L'ETUDE :

Il s'agit d'une étude rétrospective réalisée au sein de l'unité d'appareillage orthopédique de l'hôpital d'enfants de Rabat, concernant les pieds bots varus équin appareillés entre Janvier 2014 et Janvier 2016 (2ans).

A partir des fiches de travail de l'atelier et le registre des archives, nous avons répertorié le mot-clé : pied bot varus équin.

II. CRITERE DE SELECTION :

Nous avons établi les critères suivants :

- Un pied bot varus et équin quel que soit son type.
- Un âge < 15ans au moment de la prise en charge.
- Un appareillage entièrement réalisé au sein de l'unité.

III. FICHE D'EXPLOITATION :

Nous avons établi une fiche d'exploitation contenant plusieurs paramètres : l'âge du patient au moment de l'appareillage, le sexe, l'origine géographique, le statut socio-administratif (RAMED, Mutualiste, Payant), le critère uni ou bilatéral de la déformation, le type de traitement du pied (orthopédique ou chirurgical), le type d'appareillage utilisé, la satisfaction ou non des parents, la présence ou non de complication de l'appareillage et le délai de livraison.

Critère de satisfaction des parents :

L'avis des parents est noté (satisfait ou non) de même que celui des enfants au-delà de 10 ans, le jour de livraison. Des questions sont posées à l'essayage et après les dernières rectifications avant le départ définitif des enfants.

Résultats

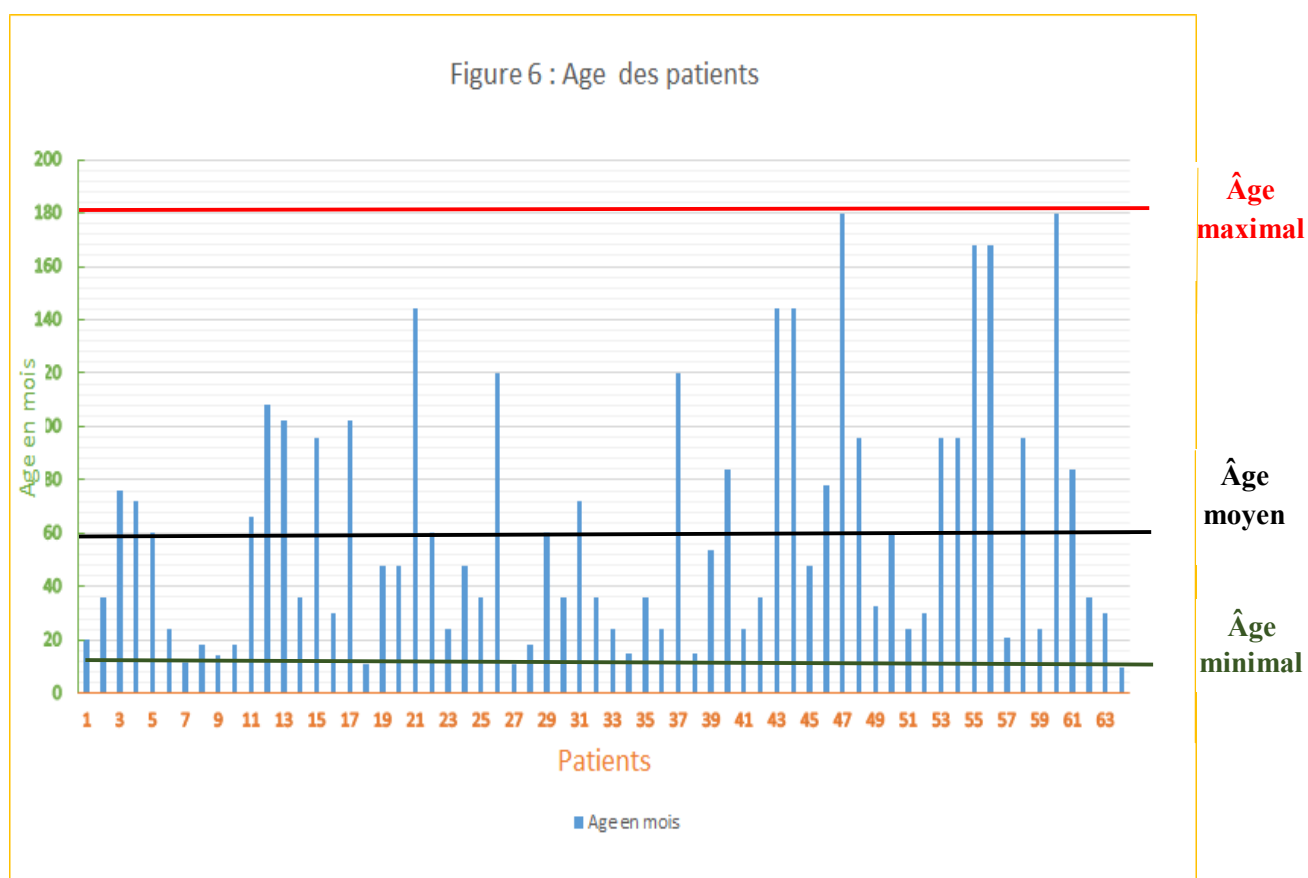
Après analyse des fiches de travail, nous avons retenu 64 patients, présentant 98 pieds (34 PBVE bilatéral).

Les principaux résultats étaient les suivants :

I. ÂGE :

Les tranches d'âge concernées par l'étude ont varié entre 10 mois et 15 ans avec une moyenne d'âge de 5 ans.

Figure 6 : Âge des patients

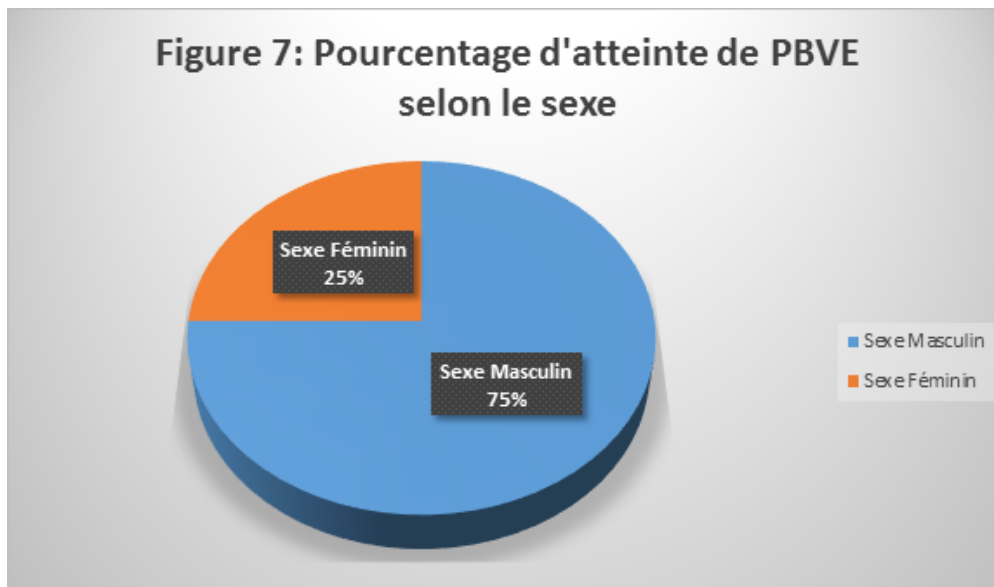


La tranche d'âge inférieure à 2 ans a concerné 12 patients (19%).

La tranche d'âge 2-6ans a concerné 33 patients (51%).

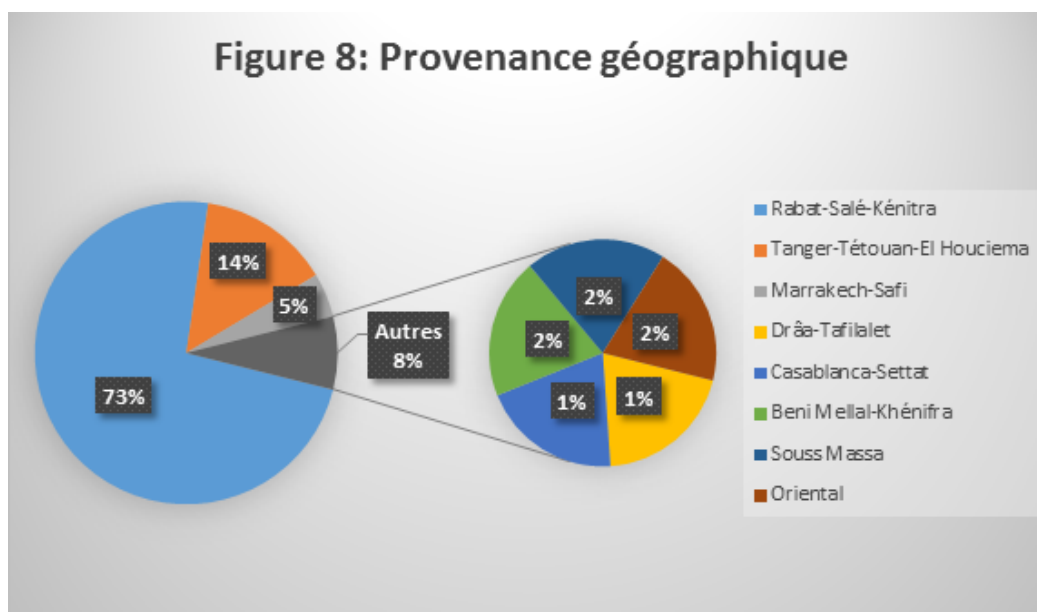
Les enfants âgés de plus de 6 ans étaient au nombre de 19 patients (30%).

II. SEXE :



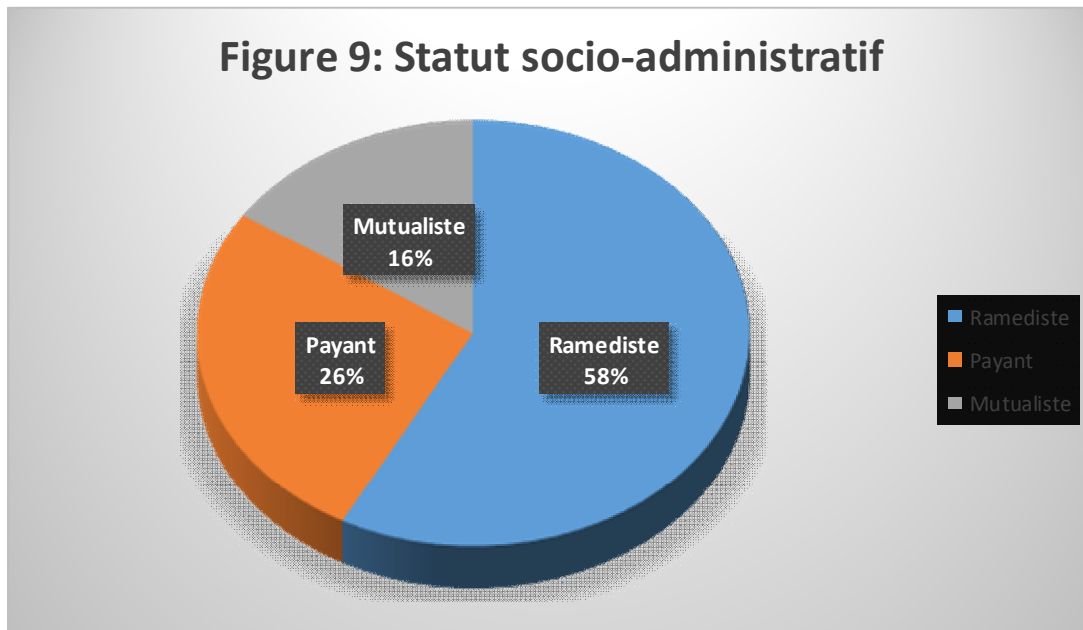
48 enfants (75%) étaient des garçons et 16 enfants (25%) étaient des filles.

III. ORIGINE GEOGRAPHIQUE :



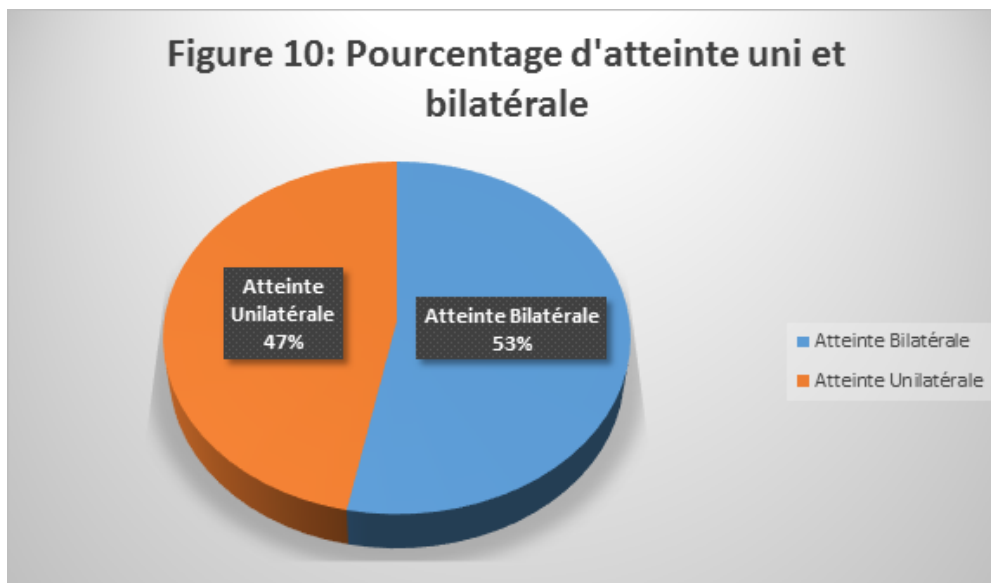
La région Rabat-Salé-Kénitra était l'origine géographique de 47 patients soit 73% des cas.

IV. STATUT SOCIO-ADMINISTRATIF :



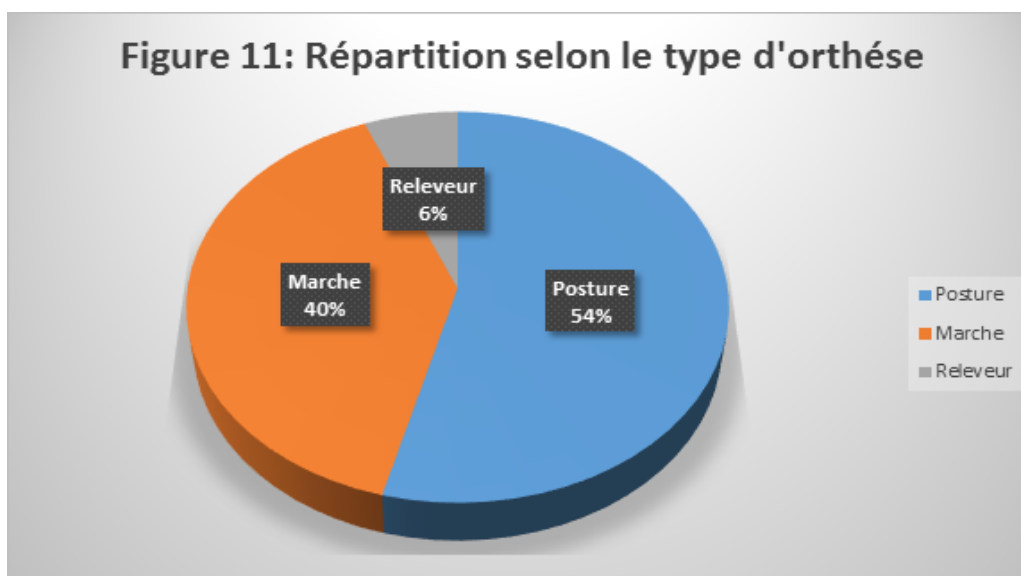
58% des patients (soit 37 enfants) étaient dans la catégorie de Ramediste.

V. ATTEINTE UNI OU BILATERALE :



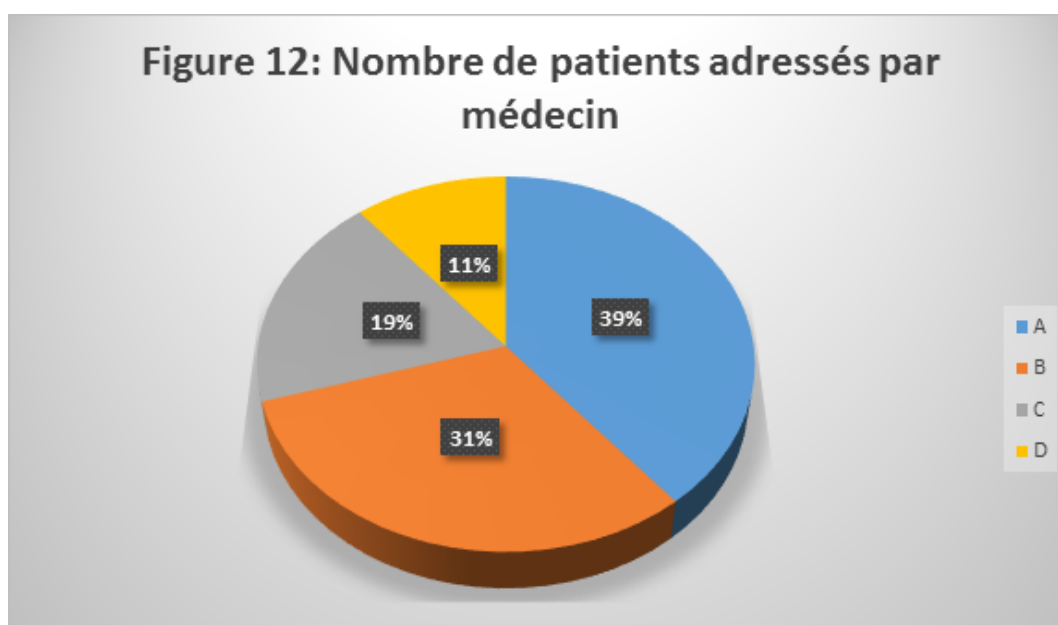
Les formes bilatérales ont concerné 53% des cas soit 34 patients.

VI. TYPE D'ORTHESE :



Les orthèses de posture ont été prescrites chez 54% des patients (soit 53 pieds) tandis que les appareils de marche ont été indiqués chez 40% des patients (soit 39 pieds). Les orthèses de type releveur ont été prescrites chez 6% des patients soit (soit 6 pieds)

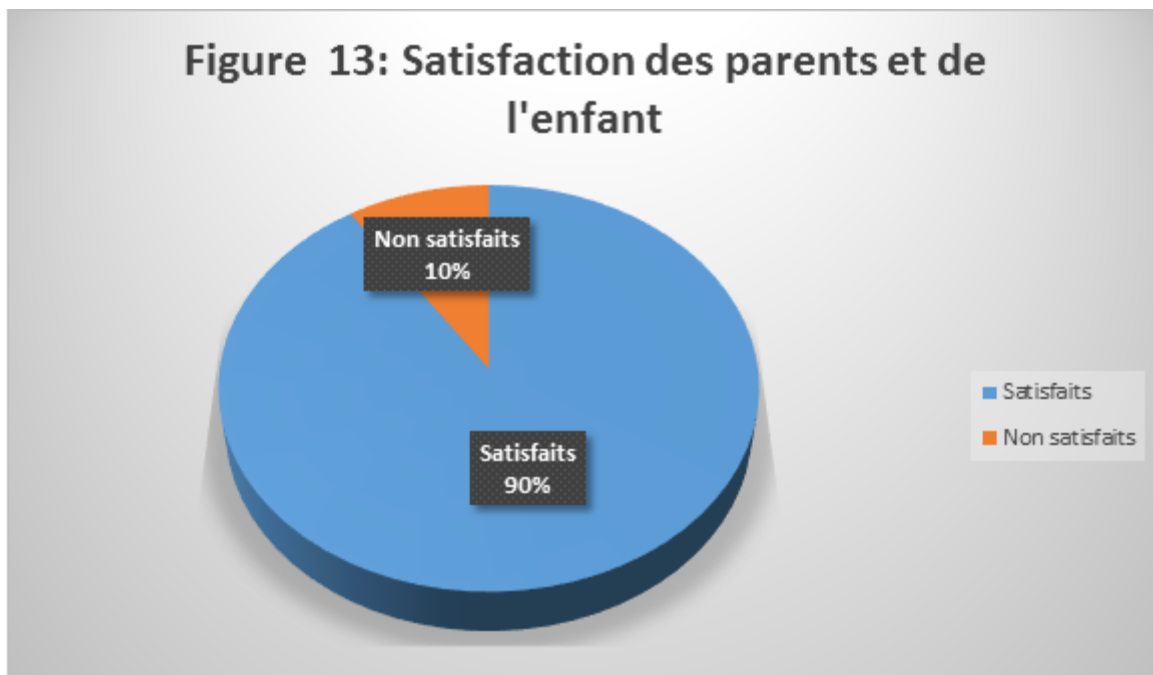
VII. MEDECIN PRESCRIPTEUR :



VIII. DELAI DE LIVRAISON :

Le délai de livraison moyen était de 10j (extrêmes 4j-21j).

IX. SATISFACTION DES PARENTS ET DE L'ENFANT :



Les parents étaient satisfaits de l'orthèse dans 90% des cas.

X. COMPLICATIONS DE L'APPAREILLAGE :

Deux de nos patients ont présenté des lésions cutanées suite au port de l'appareil (Fig. 78).

Tableau I : Résumé des observations

Paramètres		Nombre de patients par paramètre
Age	Tranche d'âge inférieure à 2ans	12
	Tranche d'âge 2ans- 6ans	33
	Tranche d'âge supérieure à 6ans	19
Origine géographique	Rabat – Salé - Kénitra	47
	Tanger- Tétouan - El Houciema	9
	Marrakech - Safi	3
	Drâa -Tafilalt	1
	Casablanca - Settat	1
	Beni Mellal - Khénifra	1
	Souss Massa	1
	Oriental	1
Statut socio-administratif	Ramediste	37
	Payant	17
	Mutualiste	10
Atteinte uni ou bilatérale	Bilatérale	34
	Unilatérale	30
Sexe	Masculin	48
	Féminin	16
Type d'orthèse	Posture	53
	Marche	39
	Releveur	6
Médecin prescripteur	A	25
	B	20
	C	12
	D	7
Satisfaction des parents et de l'enfant	Satisfait	58
	Non satisfait	6
Complications de l'appareillage		2
Nombre Total des patients		64
Nombre Total des pieds		98

Tableau II : Détails des observations

Paramètres \ N° Fiche	1	2	3	4	5	8	9	11
Age	1an et 8mois	3ans	6ans et 4mois	6ans	5ans	2ans	1an	18mois
Origine géographique	Rabat	Tifelt	Rabat	Tiznit	Temara	Essaouira	Rabat	Rabat
Statut socio-administratif	RAMED	RAMED	RAMED	RAMED	RAMED	RAMED	Mutualiste	RAMED
Atteinte uni ou bilatérale	Bilatérale	Bilatérale	Bilatérale	Bilatérale	Bilatérale	Unilatérale	Unilatérale	Unilatérale
Sexe	Masculin	Féminin	Masculin	Masculin	Masculin	Féminin	Masculin	Masculin
Type d'orthèse	Posture	Posture	Posture	Posture	Marche	Posture	Marche	Posture
Médecin prescripteur	C	D	B	B	D	B	D	B
Satisfaction des parents	Satisfaits	Satisfaits	Satisfaits	Satisfaits	Satisfaits	Satisfaits	Satisfaits	satisfaits
Complications de l'orthèse	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

N° Fiche	164	168	170	176	184	185	192	200
Paramètres								
Age	8 ans	2 ans et 9 mois	5 ans	2 ans	2 ans et 6 mois	8 ans	14 ans	14 ans
Origine géographique	Rabat	Rabat	Salé	Salé	Errachidia	Rabat	Rabat	Salé
Statut socio-administratif	Payant	RAMED	Payant	RAMED	Payant	Mutualiste	Mutualiste	RAMED
Atteinte uni ou bilatérale	Bilatérale	Bilatérale	Bilatérale	Bilatérale	Unilatérale	Unilatérale	Unilatérale	Bilatérale
Sexe	masculin	Féminin	Masculin	Masculin	Masculin	Masculin	Masculin	Féminin
Type d'orthèse	Posture	Marche	Marche	Posture	Posture	Posture	Posture	Posture
Médecin prescripteur	B	C	A	D	B	B	B	C
Satisfaction des parents	Satisfaits	Satisfaits	Satisfaits	Satisfaits	satisfaits	Satisfaits	Non Satisfaits	Satisfaits
Complications de l'orthèse	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non



Discussion

Notre série comporte 64 patients portant 98 pieds bots (34 formes bilatérales).

Cette série confirme les caractéristiques classiques du PBVE à savoir une fréquence des formes bilatérales et une prédominance masculine.

L'origine géographique de nos patients correspond en général au bassin de desserte de l'Hôpital d'Enfants de Rabat. Cette prédominance est expliquée aussi par l'important taux de malades relevant du système « RAMED».

L'offre en appareillage de notre hôpital est axé avant tout sur l'orthèse de type « AFO» en ce qui concerne les pathologies du pied.

Notre série est caractérisée également par un délai moyen de livraison assez élevé mais aussi d'un pourcentage de satisfaction correct (90%).

Notre travail comporte un échantillon important pour la durée de l'étude (2ans) mais présente les inconvénients d'un travail rétrospectif. En effet, les données concernant les types de matériau, la disposition des sangles et les artifices de compensation à l'intérieur de l'orthèse ne figuraient pas sur les fiches de travail.

I. HISTORIQUE DE L'APPAREILLAGE DU PBVE :

Le pied bot est une pathologie connue depuis des siècles comme illustré par un dessin découvert dans un temple égyptien. Il s'est avéré qu'il était même possible d'atteindre l'âge adulte sans correction de la déformation (19).

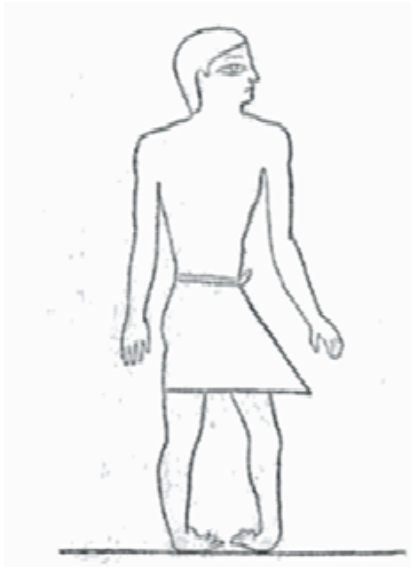


Figure 14: 2500 ans avant JC, dessin sur un tombeau égyptien représentant un adulte atteint d'un PBVE bilatéral (19).



Figure 15 : La momie du Pharaon Siptah porteur de pied bot (19è dynastie, 1250 av JC) (20).



Figure16 : Fragment de vase grec avec un personnage porteur de pied bot varus équin gauche (20).

Néanmoins, il serait erroné de croire qu'on n'a pas tenté depuis la nuit des temps de mettre les pieds atteints en position plantigrade.

Hippocrate fut le premier à essayer de comprendre et de traiter cette maladie et ceci dès la naissance « le pied bot est curable dans la majorité des cas. Le mieux est de traiter cette lésion le plus tôt possible avant qu'il ne devienne une atrophie prononcée » (21).

Près de deux mille ans plus tard, **Ambroise Paré (1510-1590)** décrivait une technique de traitement du pied bot basée sur des pantoufles ingénieuses et des bottes pour aider à maintenir la correction (19).

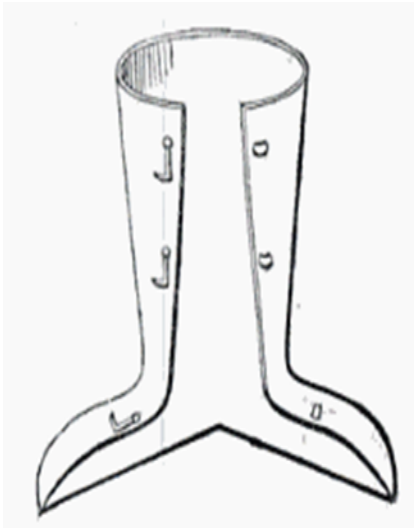
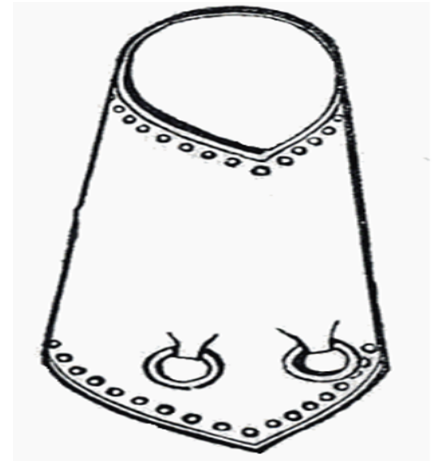


Figure 17 : Exemple d'appareillage utilisé par Ambroise Paré :

À droite : appareillage de dorsiflexion

À gauche : botte en métal pour maintenir la correction (19).



Antonio Scarpa (1752-1832) publiait un ouvrage traitant la manière de corriger le pied bot congénital « *Memoria chirurgica sui piedi torticongenita dei fanciulli e sulla maniera di correggere questa deformita* » à Pavie (1803), qui s'est fondée sur une manipulation douce et l'utilisation d'attelle incorporant des ressorts en acier.

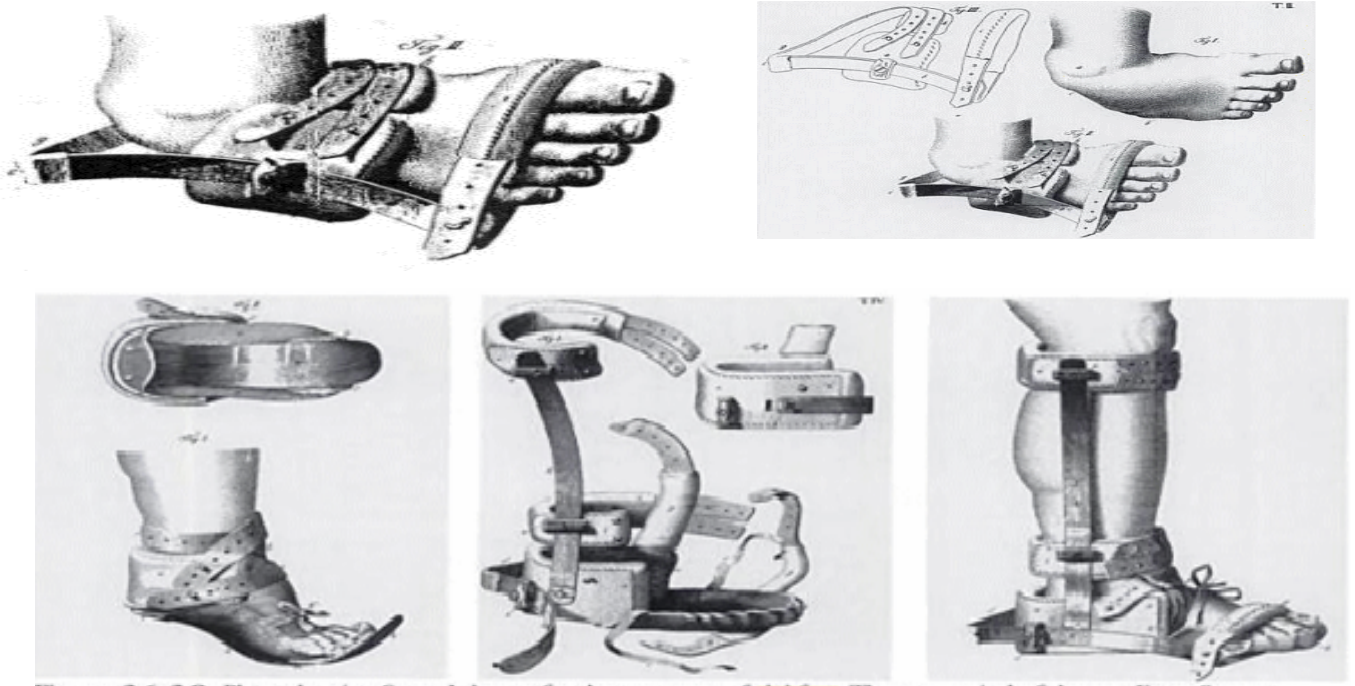


Figure 18 : Appareillage de redressement du PBVE d'Antonio SCARPA (19).

Jason Hiram Kite (1891) était particulièrement connu pour ses techniques d'utilisation de pansements de plâtre de Paris dans le traitement de la déformation.

Les moulages en Plâtre de Paris, étaient introduits au XVIII^{ème} siècle et remplissaient à l'époque un grand besoin. Cette technique était rapidement abandonnée et remplacée par les bandages de plâtre mis au point par **Antonius Mathijssen (1805-1878)**. Grâce à leur coût bon marché, leur disponibilité et leur

facilité d'application, les bondages en Plâtre de Paris étaient utilisés dans le monde entier pour le traitement de toutes les formes de pied bot.

Pour certains orthopédistes qui n'avaient pas choisi d'utiliser les bandages de plâtre dans le traitement précoce du pied bot, il y avait une variété d'alternatives :

- ✓ **Jean François Calot (1861-1944)** employait une attelle spéciale pour la correction du pied bot (Fig. 19)
- ✓ D'autres orthopédistes utilisaient un système de cerclage avec du plâtre adhésif, cette méthode est attribuée à **Robert Jones**.
- ✓ Une des techniques largement utilisée dans le traitement précoce du pied bot était l'attelle de Denis Browne. un système d'attelle mis au point par **Denis John Wolko Browne (1893-1967)**, attachant séparément les pieds puis les reliant entre eux par une barre (Fig. 20).

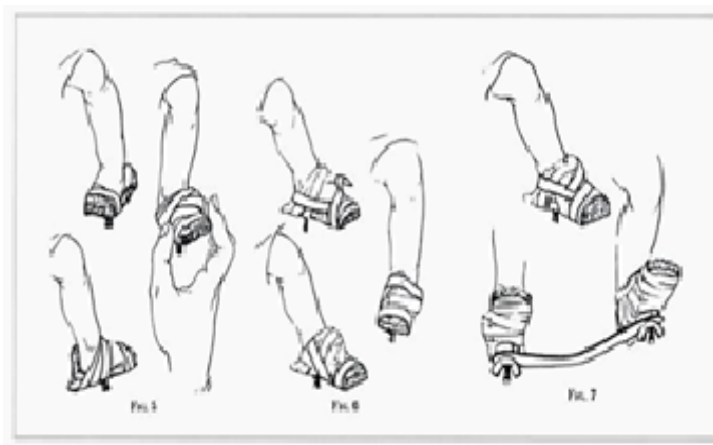


Figure 20 : l'attelle de Dennis Brown (19).

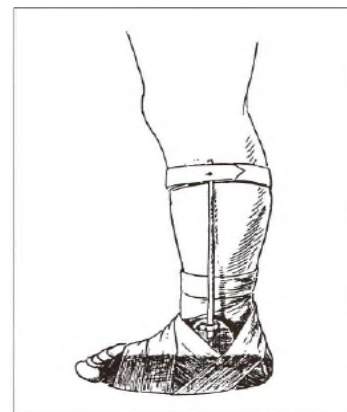


Figure 19 : Attelle utilisée par Calot (19).

La découverte de l'anesthésie en 1846 permettait à certains chirurgiens d'abandonner les manipulations douces pour des techniques de redressement en force.

Une grande variété de matériel, simple et complexe, servait à mettre le pied en conformité avec les souhaits des chirurgiens. Certes, ces méthodes étaient utilisées

notamment dans les cas où les techniques douces avaient échoué, ou encore dans les cas où la déformation était plus prononcée et plus rigide, mais ils semblent être presque la norme.

A Vienne **Adolf Lorenz** était un grand défenseur de la méthode « modèllirende Redressement» (moulage des pieds pour correction), dont il utilisait une variété de dispositifs pour bénéficier des avantages mécaniques du traitement (19).

Le matériel utilisé par **Abel Mix Phelps** (1873-1902) permettait la correction de la déformation en appliquant des forces de redressement importantes. Après manipulation, les pieds étaient placés dans des attelles ou enveloppés par le bandage de Plâtre de Paris. Un traitement aussi violent pouvait avoir des effets secondaires dramatiques : écrasements des pièces osseuses, embolie (graisseuse) et décès. Dans le meilleur des cas, le pied gardait des séquelles à type de raideur, de douleurs ou même persistance des déformations, comme en témoigne le rapport de **E. W. Ryerson** de Chicago (19).

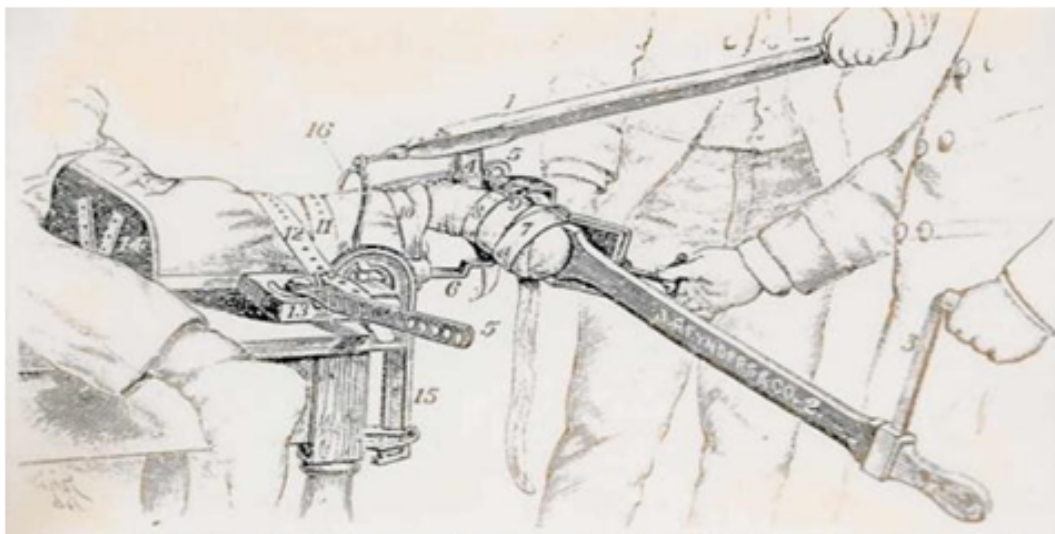


Figure 21 : Appareil utilisé par **Abel Mix Phelps** (1873-1902) Américain
« La machine à pied bot (1890) » (19)

L'ouvrage publié par Walsham et Hughes en 1895 portant sur les déformations du pied, fournissait une référence dans la prévention de la récurrence du pied bot. Dans cet ouvrage, les auteurs divisaient les orthèses utilisées en deux rangs, (1) des appareils nocturnes, et (2) d'autres à port diurne. Ces derniers sont répartis à leur tour en trois sous-groupes (22) :

- (a) Appareils maintenant le pied dans une position restaurée,
- (b) Appareils maintenant le pied corrigé et contrôlant de l'inversion du membre,
- (c) Appareils permettant une amélioration supplémentaire d'un pied-bot partiellement corrigé.



Figure 22 : exemple d'attelle nocturne destinée au pied bot récemment corrigé



Figure 23 : exemples d'attelle à utilisation diurne



Figure 24 : exemples d'appareillage permettant le contrôle de l'inversion du membre

L'appareil de Sayre est la seule attelle décrite dans le dix-neuvième siècle qui ressemble à la norme des attelles utilisées actuellement dans la prise en charge du PBVE. Il permettait de corriger l'inversion du pied bot bilatéral (22).



Figure 25 : Attelle de Sayre (22).

Les auteurs ont divisé l'appareillage à utilisation diurne et permettant une amélioration supplémentaire d'un pied-bot partiellement corrigé, en deux catégories, (i) appareils qui maintiennent le pied dans une position correcte tout en corrigeant l'équinisme (flexion plantaire); et (ii) ceux qui permettent de maintenir l'éversion ainsi que la dorsiflexion du pied (22).



Figure 26 : Exemples d'appareillage à utilisation diurne. De droite à gauche: Botte de Beely, Botte de Sayre, Botte de stillman (22).

II. RAPPEL SUR LES TRAITEMENTS ACTUELS DU PIED

BOT VARUS ET EQUIN :

A. Traitement conservateur :

1. Techniques de réduction :

a. Traitement orthopédique par plâtres successifs selon Ponseti :

Ponseti développa sa propre méthode aux États-Unis en 1948. Elle est basée sur l'utilisation d'une série de plâtres cruropédiens, genoux maintenus à un angle de 90°, tout en respectant un protocole, une chronologie et des principes de réductibilité bien précis **(16)**.

- Principes :

Cette méthode s'oppose progressivement aux forces déformantes des muscles hyperactifs tout en mettant les chefs musculaires rétractés au repos et en situation d'étirement, ce qui diminue les tensions exercées sur leurs jonctions myo-tendineuses et favorise ainsi la croissance musculaire. Les structures fibreuses capsulo-ligamentaires sont également concernées par cet étirement progressif et méthodique. La synthèse accrue du collagène dans ces zones est fortement limitée par l'immobilisation **(23)**.

- Technique :

Cette méthode se déroule selon sept phases successives :

- phase de réduction, de la naissance à 1 mois et demi ou 2 mois (un cruropédien par semaine);
- à 2 mois, ténotomie du tendon d'Achille (sous anesthésie locale) ;
- de 2 mois à 3 mois : un cruropédien ;
- de 3 mois à 6 mois : attelle Uni-bar® 23 heures sur 24 ;
- de 6 mois à 9 mois : attelle Uni-bar® 20 heures sur 24 ;

- de 9 mois à l'acquisition de la marche : attelle Uni-bar® 16 heures sur 24 ;
bottillons sans barre : huit heures ;
- phase d'acquisition de la marche à 4 ans : attelle Uni-bar® 16 heures sur 24.

Le traitement se termine à l'âge de 4 ans si la correction du pied est maintenue **(16)**.

On constate, à nos jours, une très grande diversité entre les différentes équipes en ce qui concerne les types et le nombre de plâtres nécessaires à l'obtention de la correction dans les trois premiers mois du traitement, ainsi que la nécessité de réaliser la ténotomie percutanée du tendon d'Achille à l'issue de la série de plâtres. L'évaluation de la méthode Ponseti et les effets que certaines modifications peuvent apporter à la méthode originale ont été traités dans un article particulièrement bien référencé, publié en 2011 par Jowett et al. Cette étude a bien souligné l'efficacité de la méthode originale par rapport aux méthodes rectifiées. La kinésithérapie n'a pas souvent de place dans la méthode de Ponseti, cependant elle peut être prescrite après l'acquisition de la marche dans quelques rares cas **(16)**.

- Avantages / Inconvénients :

- **Avantages :**

- Cette technique de réduction tient bien ses avantages des principes de réduction et non de la technique des plâtres. Sans ténotomie et après 0 à 12 plâtres hebdomadaires, Nather n'obtient que 58% de correction, Pourtant Hanold obtient 90% pour les déformations de grade I, 50% de correction pour les formes modérées, et 10% seulement pour les pieds sévères. Selon Ponseti, au bout de 2 mois et quelle que soit la sévérité du PB, il est toujours réductible.

- L'étiologie censée expliquer la souplesse paradoxale du pied corrigé, demeure toujours méconnue. Néanmoins certains facteurs ont été suggérés, entre autres : la diminution du taux de collagène des nœuds fibreux, le contrôle strict de l'hypertonie musculaire...

- Cette procédure est parfaitement économique pour la société, en plus la période de séparation maternelle est réduite ce qui est bénéfique notamment en cas d'éloignement géographique ou d'un milieu socioculturel démuné (23).

- **Inconvénients:**

Seule une bonne formation des praticiens peut réduire le risque de survenu des lésions cutanées (coupure ou brûlure) lors de l'ablation des plâtres à l'aide d'une scie oscillante.

- Pour limiter le risque iatrogène, des connaissances approfondies en physiopathologie sont requis de la part du chirurgien traitant, afin de garantir la réussite de cette technique qui est assez rigoureuse et méticuleuse. Pour cela une réorganisation de l'emploi de temps de l'opérateur est indispensable.

- malgré que Aronson n'ait pas établie une corrélation entre la durée d'immobilisation plâtrée et la circonférence du mollet ou la mobilité de cheville, les opposants à la technique lui reprochent le risque potentiel d'aggraver l'amyotrophie (23).

- b. Méthode fonctionnelle :**

Avant la seconde guerre mondiale la prise en charge du PB se limitait uniquement au traitement chirurgical. La méthode fonctionnelle a vu le jour en France dans les années 1950. Son concepteur, Laurence chef de service de chirurgie infantile de l'hôpital Bretonneau, préconisait la kinésithérapie pour le traitement de PB en période préopératoire, afin d'assouplir les pieds et faciliter alors le geste chirurgical. Toutefois les résultats obtenus dépassèrent ses espérances. Cette même méthode a été affinée par la suite à l'hôpital Robert-Debré à Paris, grâce à Bensahel qui a repris les travaux de son prédécesseur et les a perfectionnés (16).

-Principe :

Cette technique est basée sur la réalisation quotidienne des mobilisations manuelles par les masseurs-kinésithérapeutes, ainsi que des stimulations actives des muscles faibles, et la mise en place de contentions souples qui s'effectue grâce à l'Élastoplaste® (23).

-Technique :

Le traitement des enfants porteurs de pied bot varus équin selon la méthode fonctionnelle comporte trois phases :

- **phase de réductibilité**, de la naissance à 6 semaines de vie (sept séances par semaine) ;
- **phase d'affinage**, de 6 semaines à 8 mois (cinq séances par semaine) ;
- **phase de préappui et d'appui** à partir de 8 mois (trois ou quatre séances par semaine). La méthode vise essentiellement à retrouver une fonction tibio-tarsienne normale, à obtenir un pied aligné et par conséquent récupérer un schéma moteur équilibré (16).

- Avantages / Inconvénients :

• **Avantages :**

Cette technique a pour avantage de retrouver une bonne fonction cinétique, et un schéma moteur équilibré sans pour autant retentir sur la maturation psychomotrice de l'enfant. Elle permet donc de lutter contre l'amyotrophie locale souvent remarquée dans d'autres méthodes, en permettant un bon développement de l'activité musculaire. La mobilisation en traction s'effectue manuellement en raison de sa facilité de mettre en œuvre (23).

• **Inconvénients :**

- les familles se trouvent obligées à se déplacer à l'hôpital quotidiennement pendant des semaines, étant donné la nature délicate du traitement.
- la relation mère enfant est considérablement affectée en raison de la longue durée d'hospitalisation de nouveau-né, en outre du coût élevé qui en résulte.
- Le succès du traitement dépend essentiellement des capacités des kinésithérapeutes formés spécifiquement en matière de PBVE. Une prise en charge assez adéquate et minutieuse n'est pas souvent accessible : 28% seulement des PBVE de la série de Seringe ayant pu en bénéficier.
- la réfection de la contention est nécessaire en raison des manipulations quotidiennes.
- la synthèse du collagène peut être favorisée par la mobilisation passive.
- les stimulations actives ne semblent pas avoir une efficacité évidente, en effet quelle que soit la localisation du stimulus cutané, l'enfant contracte souvent de préférence les muscles hypertoniques **(23)**.

c. Méthode mixte :

De nombreuses techniques peuvent être envisagées : kinésithérapie, arthromoteur, contentions souples, plâtres (résines) cruropédieux, plâtres (résines) suropédieux, attelles Uni-bar®, attelles postérieures, etc.

La méthode mixte constitue un mélange des deux méthodes précédentes, elle comprend un nombre important de versions qui diffèrent l'une à l'autre. En effet chaque équipe a sa propre formule d'où la diversité des résultats obtenus **(16)**.

2. Traitements "adjuvants" ou associés aux méthodes précédentes :

a. La ténotomie percutanée du tendon d'Achille :

Elle constitue une étape fondamentale dans le cadre de la méthode Ponseti, cependant elle n'a jamais été sujet d'unanimité entre les auteurs. Certains considèrent la ténotomie percutanée comme étant systématique, d'autres la discutent cas par cas, elle est même proscrite pour quelques uns.

Cette technique très ancienne, consiste à sectionner les fibres internes varisantes sur leur insertion calcanéenne, les fibres postérieures 1cm au-dessus. La ténotomie peut être étagée partielle ou complète comme ça a été illustré par White et Banks. Elle a pour intérêt de diminuer les risques iatrogènes des lésions du dôme talien.

La ténotomie doit être effectuée précocement avant que la rétraction capsulaire postérieure soit fixe. En effet, si la technique est réalisée d'une façon percutanée et précoce, elle est susceptible de ne pas entraîner l'insuffisance tricipitale à terme. Forster en souligne l'innocuité.

Selon Aronson, des allongements répétés sont envisageables afin de limiter la force en flexion et le diamètre du mollet.

- une ténotomie complète oblique du tendon d'Achille sous anesthésie locale est préconisée par Ponseti, quand la dérotation du Bloc Calacanéopédieux est accomplie. (fin du 5ème temps de plâtre) **(23)**.

b. Injection de Toxine botulinique :

- Une des méthodes utilisée actuellement en association à la méthode fonctionnelle et la mobilisation passive continue, est bien celle de l'injection de Toxine botulinique (BTX-A). Cette technique a été introduite par Delgado, elle s'agit pour l'instant d'une voie de recherche **(23)**.

B. Traitement chirurgical :

La chirurgie garde toujours une place primordiale dans la prise en charge du PBVE, en dépit du progrès et du perfectionnement des méthodes orthopédiques. Elle repose principalement sur des opérations de libération des parties molles qui sont rétractées en raison de la raideur congénitale. Ces rétractions affectent aussi bien les structures postérieures que les structures internes du pied, ce qui justifie la réalisation des opérations avec ouverture de l'articulation sous-talienne.

Néanmoins, ces techniques antiques étaient corrélées avec un risque iatrogène important, notamment l'hypercorrection en valgus et translation externe du pied ou bien l'hypocorrection avec récurrence.

Des attitudes vicieuses telles que l'équinisme résident dans l'articulation tibio-talienne et dans l'articulation sous-talienne, l'adduction medio tarsienne, et la supination de l'arrière pied, peuvent être évitées par une bonne connaissance de l'anatomopathologie du PBVE (4).

1. Libération des parties molles par voie postéro-interne :

Elle est constituée d'un certain nombre de gestes successifs, et vise à obtenir la réduction du pied par allongement des tendons rétractés, l'incision des aponévroses et des gaines tendineuses, ainsi que l'ouverture de certains interlignes articulaires. Ce geste chirurgical s'intéresse au nourrisson proche de l'âge de la marche à partir de 8 à 10 mois, et peut être réalisée pendant toute l'enfance jusqu'à l'âge de 10 ans (4).

a) Installation et voie d'abord : L'intervention se déroule sous anesthésie générale complétée souvent par une anesthésie caudale ou péridurale. L'enfant est installé en décubitus dorsal avec surélévation de la fesse opposée de façon à bien orienter la région postéro interne du pied.

b) Repérage du paquet vasculo-nerveux et des tendons fléchisseurs : On détecte ces éléments par transparence à travers l'aponévrose superficielle.

c) Libération postérieure et postéro externe : les 3 principaux obstacles sont : le tendon d'Achille qu'il faut allonger en Z; la capsule tibio-talienne postérieure qui est ouverte complètement; et le nœud fibreux postéro-latéral qui est libéré après repérage du nerf sural et de la veine petite saphène.

d) Libération antéro-interne et plantaire : son but est de supprimer un des verrous essentiels du PBVE.

e) Fixation par broche : Une broche est mise en place dans l'arche interne après avoir corrigé l'adduction-supination du pied.

2. Autres techniques chirurgicales :

a) Libération de l'interligne tarso-métatarsien de Lisfranc: cette technique était indiquée lorsque l'adduction résiduelle du pied bot siégeait dans l'interligne tarso- métatarsien, ce qui est assez rare

b) Ostéotomie des métatarsiens pour des pieds bots invétérés ou après récurrence s'il existe des déformations des métatarsiens qui peuvent requérir des ostéotomies de correction.

c) Ostéotomies calcanéennes de Dwyer : Elles sont rarement utilisées car elles n'empêchent pas la récurrence des déformations du pied bot

d) Ostéotomie de l'arche externe : Outre l'ostéotomie distale du calcaneum selon Lichtbau, il existe l'ostéotomie de soustraction du cuboïde et la résection calcnéo-cuboidienne selon Evans.

e) Transferts musculaires : la chirurgie de transfert musculaire n'est pas très logique dans le pied varus équin idiopathique. Cependant le transfert du muscle tibial antérieur a été longtemps préconisé. Actuellement c'est la moitié du tendon de ce muscle qui est volontiers transférée sur le bord externe du pied mais cette chirurgie ne supprime pas la supination dynamique de l'avant-pied et il est préférable d'allonger le tendon de ce muscle plutôt que de le transférer

- f) **Correction par Ilizarov** : Cette correction s'adresse essentiellement à des pieds bots invétérés négligés, multi-opérés.
- g) **Ostéotomie du tibia** : L'ostéotomie de dérotation externe de jambe est illogique et palliative d'un défaut de correction de l'adduction du pied. L'ostéotomie de dérotation interne de jambe a pu être proposée pour corriger la torsion externe observée parfois en fin de croissance sur des pieds bots multi-opérés après dérotation externe abusive du squelette jambier.
- h) **Double arthrodèse sous-talienne et médio-tarsienne** : Réalisée en fin de croissance à partir de l'âge de 14 ou 15 ans, elle consiste à fusionner en position corrigée les articulations sous-talienne et médio-tarsienne (4).

La chirurgie du PBVE est basée sur des techniques délicates et complexes qui exigent une formation continue de la part des chirurgiens orthopédistes, Toutefois, le taux de réussite ne peut dépasser guère 80%, même pour les chirurgiens les plus expérimentés. Pire encore, même après avoir obtenu des résultats satisfaisants, ces derniers risquent de se dégrader progressivement à la fin de la croissance. Cela met l'accent sur l'intérêt de la mise en place des méthodes conservatrices dans les premiers mois et les premières années de la vie, la chirurgie n'est préconisée donc qu'en dernier recours (4).

III. PLACE DE L'APPAREILLAGE DANS LA PRISE EN CHARGE DU PIED BOT VARUS EQUIN :

A. Méthode de Ponseti :

Les partisans de l'approche conservatrice recommandent une manipulation répétée du pied déformé, ce qui permet d'exercer une certaine tension entraînant ainsi une relaxation des tissus mous contractés et conduisant finalement à la correction (24).

Le traitement conservateur est fondé en sa grande partie sur l'immobilisation plâtrée qui est considérée à la fois comme méthode de correction et un maintien provisoire de la correction.

Dans l'intention de favoriser la croissance musculaire, une mise au repos des muscles dans la plâtre est nécessaire afin de relâcher le corps musculaire et de réduire la tension appliquée sur la jonction musculo-tendineuse.

Pour les enfants, on procède par des plâtres cruro-pédieux. Pour empêcher le glissement du pied à l'intérieur du plâtre, certaines précautions sont requises : une flexion du genou à angle droit ainsi qu'un bon ajustement du pied (4).

La durée de changement des plâtres est de cinq à sept jours à la moyenne, mais cela diffère d'un auteur à l'auteur, par exemple Karski suggère un changement tous les 2 -3 jours, tandis que Hutchins préconise une durée de 3-4 jours. Toutefois une phase de réduction précipitée semble retentir sur le bon remodelage de la déformation cartilagineuse architecturale (23).

Après un processus de changement répété de plâtre, le pied corrigé est immobilisé à 70 degrés d'abduction et à 20 degrés de dorsiflexion pendant trois semaines lorsque l'équin a pu être corrigé (24).

B. Attelle d'abduction :

Les attelles d'abduction peuvent être utilisées dans le cadre du traitement conservateur par méthode fonctionnelle ou comme moyen de contention à la fin de la méthode Ponseti. Il est toujours souhaitable d'employer un moyen de contention personnalisé parfaitement indolore et sans contrainte pathogène sur les articulations adjacentes et controlatérales. Cependant l'immobilisation ou non du genou n'a jamais été sujet d'une décision consensuelle. Il faut prendre soins à protéger la peau par des bandes adhésives non allergènes avant la mise en place des attelles **(1)**.

Après deux à trois mois de traitement, l'immobilisation plâtrée est remplacée par une barre d'abduction de pied, qui est utilisé à plein temps jusqu'à l'âge d'environ six mois, et à temps partiel pendant les périodes de sommeil jusqu'à l'âge de trois à quatre ans **(24)** Les auteurs adoptent des attitudes toute à fait divergentes :

- Ponseti insiste sur le maintien d'une distance naviculo-malléolaire correcte jusqu'à l'âge de 3-4 ans, par une posture en abduction du pied (pied en rotation externe sous le talus), en utilisant une attelle DB nocturne. Selon lui, au bout de la 3 ou 4ème année l'équilibre musculaire est acquis d'où la persistance des résultats obtenus **(23)**.

Ce traitement minimise le risque de récurrence en réduisant la tendance à la rétraction ligamentaire, pour Ponseti la contention nocturne est une étape fondamentale du traitement qui ne peut guère être négligée **(23)**.

- Afin d'éviter l'équin postural nocturne et de maintenir réduit le pied 12 heures sur 24, une grande majorité des auteurs préconisent d'établir une routine de traitement nocturne, pour le rendre relativement acceptable et augmenter par conséquent l'adhérence thérapeutique.

- quant à Seringe, il recommande l'utilisation de l'orthèse Perlstein à partir de l'âge de 3 ans pour son effet anti-équin. Une chaussure normale est portée dans la journée, et en cas d'une flexion dorsale inférieure à 10° des postures nocturnes sont

préconisées. Il préconise également une seule séance hebdomadaire de kinésithérapie d'entretien en combinaison avec des exercices adjuvants de déambulation avec des attelles de Ski. Ces exercices sont également prescrits par Bensahel **(23)**.

- Pour Masse, il est primordial de maintenir les attelles de DB à temps complet jusqu'à environ 1 an, associé à 2 ou 3 séances hebdomadaires de rééducation, néanmoins les résultats obtenus à l'âge de maturation osseuse étaient peu prometteuses : 55/64 opérés et 50% d'interventions itératives **(23)**.

- à chaque auteur sa propre durée en ce qui concerne le traitement nocturne : pour Nather jusqu'à l'âge de la marche, pour Ponseti et Yamamoto au terme de trois ans, voire l'âge de 10 ans pour Hutchins. Toutefois après l'âge de 4 ans, l'opposition de l'enfant au traitement est de plus en plus importante. **(23)**.

Certains auteurs utilisent de différents types d'attelles comme moyens de contention en phase de réduction :

- ✓ D'après Wedge, pour une réduction plus rapide (15 jrs) et moins agressive par rapport à la contention par plâtres, il emploie une attelle en aluminium malléable et préformée qui sera twistée quotidiennement et progressivement **(23)**.
- ✓ Yamamoto avec Bensahel représentent une minorité d'auteurs qui utilisent l'attelle de Denis Browne (DB) à cette phase. En fait, Yamamoto recommande l'immobilisation du pied sur cette attelle selon des angles bien précis 25 à 35°, par l'intermédiaire d'un chausson moulé en plastique thermo-formable sur un positif (plâtre en position de correction de la déformation) qui doit être renouvelé régulièrement **(23)**.

C. Orthèse cheville-pied (Ankle-Foot Orthosis AFO) :

L'orthèse cheville-pied est une orthèse fabriquée généralement en plastique, elle couvre la cheville ainsi que le pied partiellement ou en sa totalité. L'AFO vise à contrôler la position et le mouvement de la cheville, elle permet également de compenser la faiblesse des structures du pied, et de corriger les déformations. Elle contrôle la cheville directement et peut être conçue pour contrôler indirectement l'articulation du genou **(25)**.

Avec les techniques d'impression et les méthodes de modification de modèle, une orthèse cheville-pied (AFO) personnalisée peut-être fabriquée pour répondre aux exigences du médecin traitant, en lui permettant de prescrire un traitement non invasif pour une prise en charge adéquate du pied bot opéré **(25)**.

Cette AFO est efficace à la fois pour protéger les corrections chirurgicales que pour prévenir la récurrence en période postopératoire. La durée d'immobilisation plâtrée post-opératoire peut être également raccourcie, ce qui fournit plus de confort au patient et à sa famille et réduit le risque des complications cutanées **(25)**.

L'orthèse (AFO) est fabriquée durant les deux dernières semaines d'immobilisation plâtrée, et elle est remise lors du retrait du dernier plâtre. Elle est portée 12 heures par jour, de trois à six mois. La famille peut choisir entre le port nocturne ou diurne de l'orthèse **(25)**.

Dans certaines circonstances, une AFO peut être utilisée en combinaison avec une attelle d'abduction (FAB), notamment en cas des pieds ayant une dorsiflexion limitée (Pied bot secondaire au spina bifida, à l'arthrogrypose, ou à la dysfonction neurologique du nerf péronier, etc...). Dans ce cas, l'orthèse permet de renforcer l'appui structurel défaillant à cause de l'amyotrophie **(22)**.

D. Mobilisation passive ou traitement arthromoteur :

Le traitement arthromoteur introduit par Métaizeau, repose sur la prolongation du temps de la kinésithérapie passive assistée par un appareil motorisé (12 heures, par jour ou par nuit). Cette méthode, perfectionnée par Diméglio, a donné lieu à des résultats impressionnants au terme de la mobilisation et l'assouplissement du pied. Toutefois cette expérience comporte l'inconvénient du long séjour à l'hôpital. **(4)**.

Métaizeau, le fondateur de la mobilisation passive continue, insiste sur le fait que cette méthode ne doit être appliquée qu'à partir de 5- 6 mois. Par contre, Diméglio et Richards l'utilisant dès la période néonatale **(23)**.

Cette une méthode spécifique permettant une mobilisation passive de l'arrière-pied à l'aide d'un système motorisé pouvant être orienté dans les 3 plans de l'espace, la grande rigueur indispensable à l'installation du pied exige une formation spéciale des familles **(23)**.

Cette méthode est entamée une ou deux semaines au maximum après le début des manipulations, bandages, et bottes en résines ; il arrive parfois que certains nouveau-né soient dispensés : ceux ne pouvant pas la tolérer ou ceux pour lesquels de bonnes amplitudes articulaires sont obtenues rapidement **(16)**.

La mobilisation passive serait pour certains susceptible de stimuler la synthèse de collagène **(23)**. La technique a pour avantage de réduire le nombre des interventions chirurgicales ou au moins de les retarder durant les premières années de la vie (PB grade C) **(1)**.

Bien que l'utilisation de cette méthode ne fasse pas l'objet d'une décision consensuelle des praticiens, mais les résultats prometteurs ne cesse de faire jouir ses partisans **(23)**.

XI. LES DIFFERENTS TYPES D'APPAREILLAGE

ORTHOPEDIQUE :

Le type de contention à utiliser n'a jamais été sujet d'accord professionnel. Néanmoins toutes les équipes admettent que les contentions sont primordiales pour préserver les acquis thérapeutiques. Dans la méthode fonctionnelle pure, l'articulation fémorotibiale et l'articulation tibiotarsienne se trouvent libres grâce à des contentions souples. Alors que dans la méthode Ponseti l'ensemble du membre inférieur est immobilisé à l'aide des contentions rigides. L'appareillage doit être évolué au fur et à mesure que l'enfant grandit (16).

A. Le plâtre :

1. Plâtre de Paris (Plaster Of Paris) et La fibre de verre semi-rigide (SemiRigid Fibreglass)

Actuellement les deux matériaux de moulage les plus couramment utilisés dans le traitement du pied bot, sont **le plâtre de Paris (POP)** et **la fibre de verre semi-rigide (SRF)**. La méthode Ponseti a traditionnellement spécifié le POP comme matière de moulage de choix pour la prise en charge du pied bot. Il s'agit d'un matériau moins coûteux, plus rigide et facilement moulable que la SRF. Cependant, certains aspects négatifs liés à son utilisation incluent un risque plus au moins faible de blessure lié à la réaction exothermique qui se produit pendant la phase de durcissement. Un retrait plus difficile du plâtre peut être à l'origine de plusieurs accidents (Fig. 80) (26).

Les matériaux de moulage de fibre de verre ont été introduits dans les années 70, et présentent en plus de sa radio-transparence les avantages suivants (26) :

- un poids léger,
- une durabilité améliorée,

- un temps de durcissement court,
- un risque réduit de brûlure thermique,
- une application plus propre ; et
- un retrait potentiellement plus facile

La fibre de verre semi-rigide a été utilisée précédemment dans la correction du pied bot ainsi que dans le traitement de l'adductus métatarsien résistant **(26)**.

Le POP a également prouvé son efficacité dans la correction des formes les plus sévères de pied bot (score de Pirani ≥ 5). Cependant on ne note pas de différence significative entre les 2 matières (SRF et POP) en ce qui concerne le nombre de plâtre nécessaire pour le traitement du pied bot selon la méthode de Ponseti **(26)**.

Cast material	Group; no. (%)			
	FAO compliance	Deformity relapse	Need for repeat Ponseti casting	Need for surgery after casting
Semirigid fibreglass	12 (70.6)	8 (47.1)	5 (29.4)	7 (41.2)
Plaster of Paris	11 (91.7)	3 (25.0)	2 (16.7)	2 (16.7)
Total	23 (74.2)	11 (35.0)	7 (23.3)	9 (29.0)

FAO = foot abduction orthosis.

Figure 27 : Tableau comparant les 2 matériaux de moulage (POP et SRF), utilisés dans le traitement du PBVE, au terme de la compliance, la récurrence de la déformation, la nécessité de refaire le plâtre, la nécessité d'une intervention chirurgicale après l'immobilisation plâtrée **(26)**.

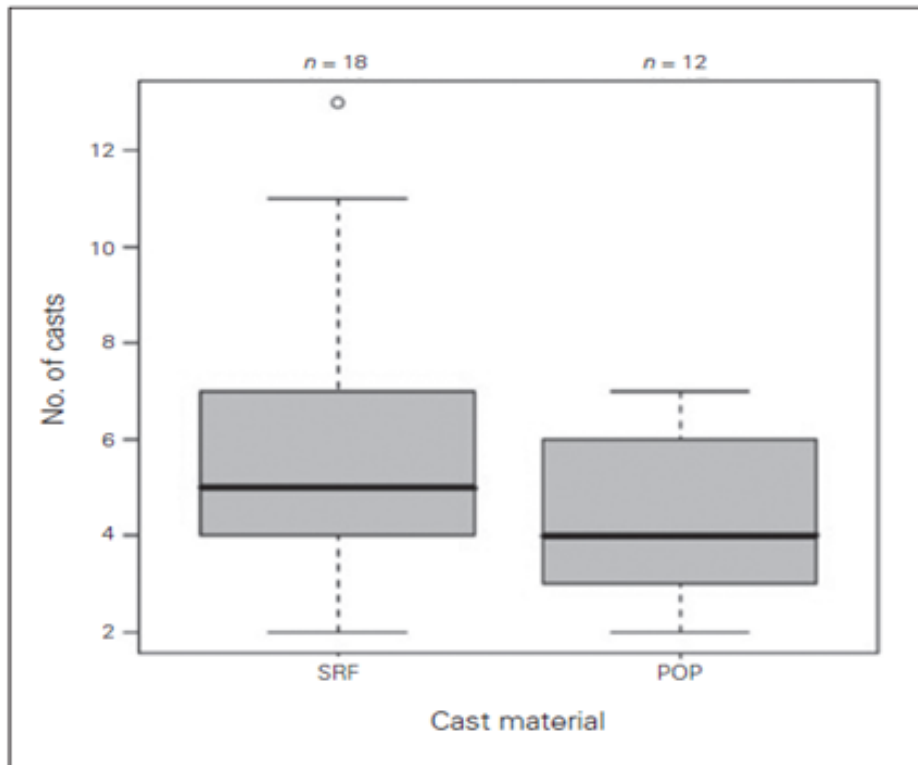


Figure 28 : Comparaison entre le POP et le SRF en ce qui concerne le nombre de plâtre nécessaire pour le traitement du PBVE (26).

Dans une étude portant sur la satisfaction parentale vis à vis de l'immobilisation plâtrée de leurs enfants, le SRF a été préféré au POP en raison de sa meilleure durabilité, sa performance, sa facilité de retrait, sa prévention des ulcères, son poids, son apparence, sa facilité de nettoyage et sa résistance à l'eau. Zmurko et ses collègues ont démontré que la SRF coûte environ 7 fois plus cher que le POP et qu'il exerce un effet biomécanique moindre que celui du POP ou celui des matériaux traditionnels en fibre de verre rigide (26).

Pittner et coll. ont réalisé des essais cliniques à répartition aléatoire afin de comparer l'immobilisation plâtrée utilisant le Plâtre de Paris (POP) et celle utilisant la fibre de verre semi-rigide. Ces essais ont démontré statistiquement une corrélation entre l'utilisation de Plâtre de Paris (POP) et des scores de gravité faibles du pied bot. Une étude plus poussée de Brewster et al. a objectivé que l'immobilisation par la bande de résine semi-rigide nécessite une durée de traitement plus prolongée (27).

Le plâtre de Paris offre un meilleur moulage et permet une meilleure réduction des déformations élémentaires du PBVE. La plupart des auteurs préfèrent le plâtre de Paris dans le cadre de la méthode de Ponseti et considèrent que les inconvénients de ce plâtre peuvent être évités par une bonne formation des utilisateurs.

2. La bande de moulage orthopédique semi-rigide Scotchcast (3M) :

La bande semi-rigide constitue le matériel de bandage de contention en fibre de verre le plus populaire. Elle a été développée initialement pour traiter les blessures des extrémités qui ne nécessitaient pas d'immobilisation rigide. Ce matériel est semi-rigide lorsqu'il est sec, et a l'avantage de ne pas figer complètement, mais demeure souple même lorsqu'il est entièrement durci, permettant ainsi un enlèvement facile en le déroulant (26).



Figure 29 : Bande semi-rigide type Scotchcast (3M) (28).

B. Les orthèses :

Actuellement, on distingue trois grandes catégories de modèles d'orthèse :

- **Orthèse pied-cheville (AFO) ;**
- **Attelle de Wheaton ou des supports similaires ; et**
- **Attelle d'abduction du pied (FAB).**

1. Orthèse pied-cheville (Ankle Foot Orthosis AFO)

Les orthèses pied-cheville AFO sont des bottes en plastique moulées aux pieds de l'enfant et ajustées par des sangles de velcro. Elles entraînent une dorsiflexion, sans engendrer l'abduction nécessaire pour étirer les structures médiales. Tant que ces orthèses n'exercent pas une force d'abduction sur le pied, elles ne peuvent pas remplacer l'attelle uni-barre nécessaire selon les recommandations de Ponseti. Toutefois, elles servent à immobiliser le pied bot après correction chirurgicale. Certains professionnels de la santé modifient ces orthèses de sorte à permettre la rotation externe.

En outre, l'absence de mouvement au niveau de la cheville, aggrave l'amyotrophie déjà existante en cas de pied bot **(22)**.



Figure 30 : Orthèse de posture. Atelier Orthopédique orthopédique Hôpital d'Enfants de Rabat



Figure 31 : Orthèse de marche. Atelier Hôpital d'Enfants de Rabat



Figure 32 : Orthèse suro-pédieuse de marche en polypropylène ; Atelier orthopédique (Hôpital d'Enfants de Rabat).

a. Confection :

• Méthode de moulage et rectification

L'examen du patient ainsi que le moulage et la rectification du positif sont réalisés conformément aux normes internationales en la matière. Pour les orthèses flexibles, ajouter 5° de flexion dorsale afin de faciliter l'action ressort de l'orthèse par pré-tension du polypropylène ou du polyéthylène (29).



Figure 33 : moulage de pied bot
(Atelier orthopédique, Hôpital
d'Enfants de Rabat)



Figure 34 : moulage de pied bot et
prise de mesure (Atelier
orthopédique, Hôpital d'Enfants de
Rabat)

- **Thermoformage d'Éthylène-Vinyle-Acétate (EVA):**

Une couche d'EVA de 4 à 6 mm peut être adjointe au polypropylène. Cette couche a plusieurs fonctions :

- Améliorer le confort de l'orthèse.
- Éviter les blessures pour les patients avec perte de sensibilité.
- Pour les orthèses nocturnes ou de posture.

- **Lignes de découpe de l'orthèse pour corriger un pied bot :**

Tracer les lignes de découpe comme suit (Fig. 35) :

- A. Le bord supérieur est horizontal et se situe à 2 cm au-dessous de la tête du péroné.
- B. Augmenter la zone de couverture du pied au niveau de la partie moyenne du bord externe, en regard du cuboïde, afin de répartir les pressions.
- C. Au niveau de l'avant-pied, la découpe passe en arrière de la tête du cinquième métatarsien.
- D. Au niveau de la partie moyenne du pied, abaisser le bord interne, en regard de la malléole et du scaphoïde, afin de faciliter le chaussage de l'orthèse.
- E. Au niveau de l'avant-pied, prolonger le bord interne au-delà de la tête du premier métatarsien afin de corriger l'adduction de l'avant-pied.



Figure 35 :
Lignes de
découpe de
l'orthèse (29).

- **Renforcement de l'orthèse :**

Un renforcement de l'orthèse est parfois nécessaire, principalement au niveau de la cheville. Différentes méthodes sont envisageables.

- Renforcement par double épaisseur de polypropylène.
- Renforcement par profilage du polypropylène.

- **Préparation de la coque en polypropylène :**

Tracer les lignes de découpe sur le polypropylène :

- Couper l'orthèse à l'aide d'une scie oscillante le long du tracé.
- Enlever la coque plastique du positif plâtré.
- Enlever le jersey de l'intérieur de l'orthèse.
- Poncer et adoucir les bords.
- Si l'orthèse a été moulée avec un EVA, il sera ajusté au contour de l'orthèse.

- **Sangle proximale :**

- Utiliser soit une sangle de 40 mm, soit une sangle velcro prête à l'emploi.
- La sangle est fixée sur le polypropylène à 1,5 cm du bord supérieur par un rivet tubulaire.
- Le passant ne doit pas être en contact avec la jambe du patient.



Figure 36: Sangle proximale (29)

- **Sangle distale :**

Deux options sont possibles :

- la sangle sur la partie jambière
- la sangle au niveau du cou-de-pied.



Figure 37: Sangle distale (29).

- **Sangle au niveau du cou-de-pied :**

La sangle passe par une fente faite dans le polypropylène.

La position de la fente dépend de la correction à apporter (en externe pour la correction de varus).



Figure 38: Sangle au niveau du cou de pied (29).

- **Essayage et finition :**

Lors de l'essayage, auquel on procédera conformément aux normes internationales, coller partiellement l'EVA sur la coque plastifiée.

Apporter les modifications nécessaires sur la coque qui sera ensuite poncée et lissée au moyen de fraiseuse.

Découpe de l'EVA : couper l'excédent, puis coller l'EVA; enfin, poncer et adoucir les bords (29).



Figure 39: Fraiseuse utilisée pour poncer et lisser les bords de l'orthèse (29).



Figure 40: Orthèse de posture

Noter la sangle du cou-de-pied pour contrôler le varus

Atelier orthopédique (Hôpital d'Enfants de Rabat).



Figure 41: Orthèse de marche chez un enfant de 11 ans.

Noter la continuité du bord interne afin de corriger l'adduction de l'avant pied.

Atelier orthopédique (Hôpital d'Enfants de Rabat)

b. Orthèse tibiale ou suro-pédieuse :

Indication :

- Maintien post opératoire des pieds bots varus équin corrigés chirurgicalement

Fonction

Fixation du pied dans une position corrigée maximale, avec ou sans couvercle (29).



Figure 42 : Orthèse tibiale de Posture (29).



Figure 43: Orthèse suro-pédieuse de posture Atelier orthopédique (Hôpital d'Enfants de Rabat)



Figure 44: Orthèse de posture pour pied bot bilatéral. Atelier orthopédique (Hôpital d'Enfants de Rabat)

Chez l'enfant, ce type d'orthèse est fabriqué à la base de polyéthylène (PE), matériau plus léger et plus modulable sous haute température.

2 .Orthèse de Wheaton et assimilées (Orthèse cruro jambière) :

a. Orthèse de Wheaton :

L'orthèse de Wheaton ainsi que d'autres dispositifs basés sur le même principe, contrôle tous l'abduction du pied atteint. Cette orthèse contient une bande de Velcro, celle-là est serrée au niveau de la déformation. L'orthèse de Wheaton se trouve sous 2 types, le premier maintient la cheville en flexion plantaire de 15 degrés, et le deuxième met le pied en dorsiflexion de 90 degrés. Du fait que l'orthèse s'étend jusqu'à la cuisse, elle entraîne non seulement l'atrophie de la cheville, mais aussi une atrophie musculaire de la cuisse (22).



Figure 45 : Orthèse de Wheaton (30).

b. Orthèse pour pied bot selon Stastny :

Indication :

- Pied bot syndromique
- Maintien postopératoire

Fonction :

Une attelle avec articulation à crans amène et tient le pied (avec le genou fléchi à 70–90°) en flexion/pronation (29).

Le système articulaire maintient avant tout la dorsiflexion de la cheville.

Cette orthèse est très utile en cas de PBVE syndromique présentant un haut risque de récurrence post-thérapeutique.

La version sus-décrite est une orthèse de posture comportant en plus une sangle antivarus de la cheville.

Une variante de cette orthèse, est disponible pour la marche, ne prenant pas le genou dans laquelle le système articulaire est remplacé par des sangles latérales maintenant la dorsiflexion.



Figure 46 : Orthèse pour pied bot selon Stastny (29).

c. Orthèse pour pied bot de Copenhague :

Indication

- Pied bot varus équin
- Suite au port d'un plâtre
- Maintien postopératoire

Fonction

Réduction maximale du pied en pronation et abduction avec le genou fléchi à 70–90° (29).



Figure 47 : Orthèse de Copenhague (29).

Propriétés

- Correction des déviations en équin, varus, adduction et rotation
- Peut être porté en nocturne
- Extensible selon croissance de l'enfant
- Cette orthèse à l'avantage de pouvoir être portée à la fois à la marche et au repos.

3. Attelle pédieuse d'abduction (Foot Abduction Brace FAB) :

Selon les recommandations de la méthode de Ponseti, le pied corrigé doit être maintenu en abduction et en dorsiflexion afin de prévenir les rechutes, d'où l'intérêt de maintenir cette correction à l'aide d'une FAB bien conçue. Cette attelle se compose de deux chaussures reliées par une barre. Si la déformation est unilatérale, la rotation externe du pied affecté doit être réglée à 60 -70° et à 30-40° pour le pied sain (Fig. 48) Pour les formes bilatérales, l'attelle est réglée à 70 degrés de rotation externe sur chaque côté. La barre doit avoir une longueur égale à la distance bi-acromiale, et elle doit être également pliable pour permettre une dorsiflexion de pied de 10 à 15°. En principe, la barre est allongée avec le temps tout en l'adaptant à l'âge de l'enfant. Des chaussures confortables avec un laçage correct sont préconisées. Pour augmenter la facilité d'utilisation et l'adhérence thérapeutique, une attelle avec des chaussures détachables semble être préférée par les parents (22).

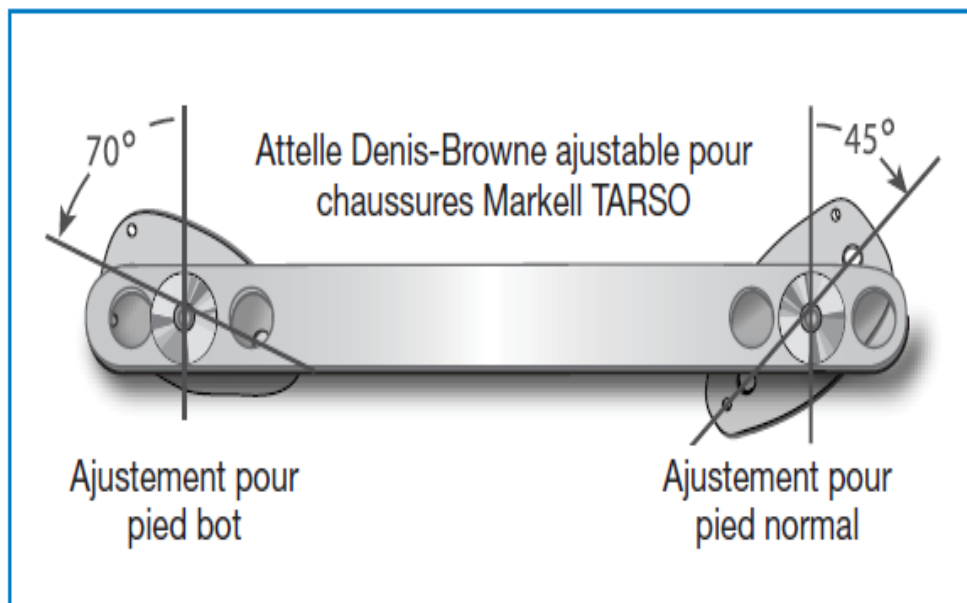


Figure 48 : Schéma montrant les angles de rotation préconisés pour les formes unilatérales de PBVE (l'attelle est réglée à 60-70 degrés de rotation externe du côté du pied bot et à 30-45 degrés du côté normal) (31).

4. L'orthèse de type FAB comporte plusieurs variétés :

a. L'attelle de Denis Browne :

Denis Browne a décrit son attelle spéciale en 1934, comme méthode de correction initiale de pied bot. La conception de cette attelle est basée sur le principe du "Kicking" rappelé par Yamamoto : « la flexion d'un membre et l'extension de l'autre impose au pied (du côté fléchi) une dorsiflexion et une abduction » **(23)**.

Le traitement consistait à préserver les acquis thérapeutiques en attachant les pieds sur une barre, selon des angles bien précis : un angle de 70° de rotation externe, et 10° de flexion dorsale mais sans valgus ni pronation.

Les barres de l'attelle de Denis-Browne se composent de deux plaquettes ou semelles réglables essentiellement dans le plan horizontal et reliées entre elles par une barre transversale, la largeur de cette dernière correspond à la distance bi-acromiale.

Actuellement, l'attelle DB est le plus souvent utilisée comme orthèse de posture, cependant elle peut être utilisée lors de la phase de réduction dans le cadre de la méthode fonctionnelle de Bensahel, ou bien comme moyen de contention d'un pied bot déjà corrigé ce qui est couramment utilisé **(23)**.

L'attelle est portée à temps complet (jour et nuit) pendant une durée de 3 à 4 mois avec une heure de liberté matin et après-midi, pour permettre à l'enfant une bonne gesticulation et une mobilité globale (aussi bien en extension qu'en flexion) **(23)**.

Ponseti préconise des sandales en cuir (Sandales Américaines) de modèle neutre. Le talon doit atteindre le fond de la sandale par serrage de la sangle dorsale située sur le coup de pied (système anti-équin).

L'avantage de l'attelle DB est la limitation du risque iatrogène de pied convexe en maintenant le pied à un angle droit sans flexion dorsale. Les systèmes de traction

suspension sur attelle sont inutiles. Dans les formes unilatérales même le pied normal est appareillé ce qui représente l'inconvénient majeure cette attelle (cela est observé dans environ 50%) (23). Une étude réalisée par Fripp et Shaw, en 1996 a objectivé une incidence élevée de rechutes en utilisant l'attelle DB pour corriger la déformation du pied bot.



Figure 49 : Attelle de Denis-Browne (32).



Figure 50 : Attelle de Denis-Browne

b. L'attelle de Mitchell-Ponseti :

L'attelle Mitchell-Ponseti est le produit d'une collaboration entre John Mitchell, un artisan local de l'Iowa, et Dr. Ignacio Ponseti. Leur idée était de créer une chaussure plus confortable pour le patient, et à laquelle il serait plus facile d'attacher une orthèse pied-cheville (FAO). Ils ont donc développé une sandale avec une semelle souple en caoutchouc et un contrefort, avec un appui et trois sangles en cuir **(33)**.

L'attelle de Mitchell-Ponseti est largement utilisée dans les pays développés; malgré son cout élevé (Fig. 55) **(20)**. Elle s'est avérée particulièrement utile chez les patients ayant une dorsiflexion limitée du pied, un pied bot sévère par exemple. Dans ce cas, une dorsiflexion de 15 à 25° est souvent difficile à obtenir. La réduction de cette dorsiflexion augmente le risque de glissement du talon en dehors de la chaussure. L'attelle de Mitchell-Ponseti permet donc de maintenir efficacement la position des formes sévères de pied bot sans serrage excessif, potentiellement douloureux pour le patient **(33)**.

Une des caractéristiques intéressante de l'attelle de Mitchell-Ponseti est que les fenêtres sont situées au niveau du contrefort de la chaussure permettant ainsi de déterminer l'emplacement exacte du talon (Fig. 51, B). L'attelle a été remodelée en ajoutant un mécanisme de fixation rapide permettant aux sandales d'être enfilées avant de les accrocher à la barre **(33)**.

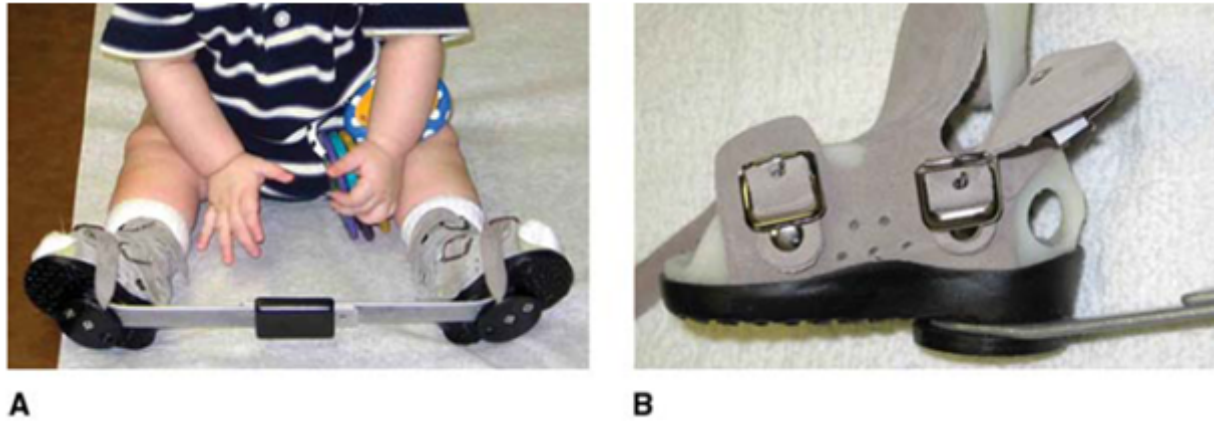


Figure 51 : (A) Attelle de Mitchell-Ponseti, (B) Chaussure avec un contrefort fenêtrée permettant de voir l'emplacement du talon en dedans (33).

c. L'attelle de Markell :

L'orthèse Markell était la norme de l'AFO à l'Université de Iowa pendant des décennies. Le dispositif se compose d'une paire de chaussures à bout ouvert montées sur une barre d'écartement en aluminium (figure 52). La barre plate est disponible en différentes tailles pour permettre l'élargissement de la distance entre les chaussures en évolution avec l'âge de l'enfant. En variante, une barre réglable constituée de deux pièces fixées par une pince, peut être utilisée. Des plaques de pied en aluminium sont attachées à la barre à l'aide d'un boulon en acier inoxydable qui fixe un disque dentelé, permettant ainsi le réglage de la rotation des plaques de pied. Les chaussures sont ensuite fixées sur ces plaques (33).

L'attelle a été modifiée pour permettre aux parents de mettre les chaussures à leurs enfants avant qu'elles ne soient encliquetées sur la barre (Fig. 52, B). Il peut être nécessaire de fixer sur le talon un morceau de plastazote ou un matériau similaire afin de maintenir le pied en toute sécurité dans la chaussure (33).

Cependant l'emplacement exact du talon peut être difficile à préciser en utilisant ce type d'attelle. Une des méthodes permettant d'éviter le glissement du talon, est de vérifier son emplacement dans une chaussure bien lacée, et de marquer par une ligne le bord du gros orteil, ce dernier doit être toujours au niveau de ligne prédessinée.

Ainsi tout dépassement de cette ligne, signifie un mauvais emplacement du talon dans la chaussure. Alternativement une chaussure à contrefort fenêtré peut être utilisée (33).

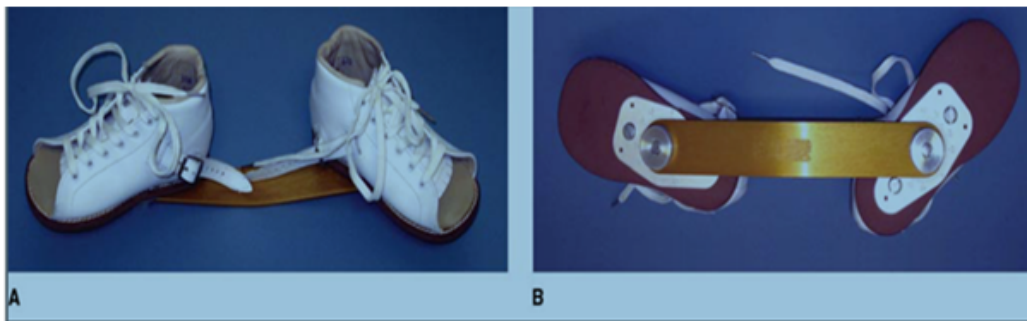


Figure 52: Attelle de Markell (33).

d. L'attelle Dynamique de Dobbs (Dobbs's Dynamic Clubfoot Brace):

Dr. Matthew Dobbs de la faculté de médecine de l'Université de Washington à St Louis aux Etats-Unis a développé une nouvelle attelle dynamique en réponse aux critiques et aux frustrations des parents envers les orthèses standards (Fig. 53). Elle est constituée d'une barre dynamique reliant les 2 pieds et permettant de mobiliser les deux jambes indépendamment dans le plan sagittal tout en restant dans le secteur nécessaire de rotation du pied. Une orthèse pied-cheville est nécessaire avec cette attelle pour prévenir toute flexion plantaire au niveau de la cheville (33).

Les chaussures utilisées permettent de réduire le frottement au niveau du talon. Cependant, en raison de la conception de l'articulation, la dorsiflexion peut être difficile à atteindre (Fig. 54). La barre peut être également attachée aux chaussures de Markell, aux sandales de Mitchell préconisées par Dr Ponseti, ou à des chaussures sur commande (22).

Les avantages de ce dispositif comprennent la mobilité de l'enfant, la facilité d'attacher les chaussures sur la barre. En plus, la mobilité accrue fournie par l'orthèse dynamique permet d'améliorer l'adhérence thérapeutique (34).

Néanmoins, cet appareil est relativement cher (Fig. 57), il offre une grande mobilité à l'enfant, mais il n'exerce en aucun cas une force corrective plus grande que celle exercée par les autres attelles. Les chaussures sont moins attachées aux plaques (par la colle seulement) que les autres barres incorporant la colle et les vis, ce qui augmente le risque de détachage des chaussures (34).



Figure 53 : Enfant portant «l' Attelle Dynamique de Dobbs» et pouvant réaliser des mouvements d'extension et de flexion de son membre inférieur



Figure 54 : La dorsiflexion est difficile à atteindre chez un enfant portant l'attelle Dynamique de Dobbs (22).

Approximate Cost of Commonly Used Foot Abduction Orthoses	
Orthosis	Cost (US dollars)
Markell	150 ^a
Mitchell-Ponseti	350 ^b
Dobbs	1,200 ²²

^a Cost includes standard shoes and bar. Does not include orthotist charges. (M. J. Markell Shoe Co, oral communication, May 2010.)

^b Cost includes standard sandals and bar. Does not include orthotist charges. (MD Orthopaedics, Inc, oral communication, May 2010.)

Figure 55 : Tableau comparant le coût (dollar américain) de chaque type d'attelle (33).

e. L'attelle d'abduction de Steenbeek :

L'attelle d'abduction de Steenbeek est développée en Ouganda par Michiel Steenbeek et David Okello, elle est fabriquée avec des outils locaux (machine à coudre en cuir, matériel de travail des métaux, outils de soudage) et des matériaux (cuir, doublure, contreplaqué, tige d'acier doux stock). Son coût est inférieur à 10 dollars US et elle respecte les recommandations de Dr Ponseti. D'autres FAB produits localement sont disponibles, comme en Suède, au Vietnam et en Arménie. Par ailleurs, Il faut mentionner que certains parents ont produit leurs propres orthèses confectionnées à la maison. Elles sont fabriquées dans la plupart des cas d'une barre à base de bois ou de métal avec des chaussures attachées selon les angles recommandés. L'utilisation de ces dispositifs a permis un bon contrôle des rechutes du pied bot notamment au niveau des pays en voie de développement (22).

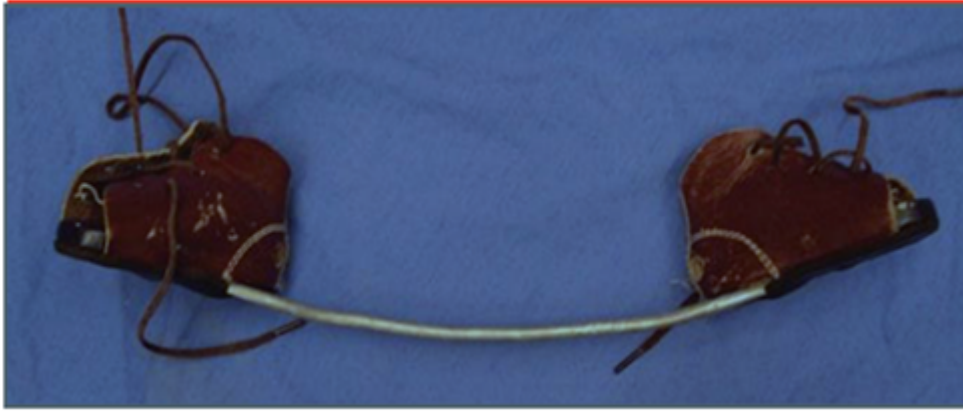


Figure 56 : Attelle de Stennbeek (33).

f. L'attelle de Romanus :

Mise au point en Suède à Gothenburg, Dr. Romanus fabrique les chaussures en moulant du plastique malléable à la forme du pied de l'enfant, et en recouvrant l'intérieur des chaussures par du cuir très lisse les rendant ainsi confortables. Ensuite Il procède à la fixation des chaussures à la barre par des vis (35).



Figure 57 : Attelle de Romanus (35)

g. L'attelle de Kessler :

L'attelle de Kessler a été développée par Dr. Jeffrey Kessler de l'hôpital Kaiser à Los Angeles aux Etats-Unis. Elle a l'avantage d'être flexible, peu coûteuse (35), et suit de très près les angles recommandés par la méthode de Ponseti. La barre est faite avec du polypropylène pour permettre à l'enfant une certaine capacité de flexion plantaire avec la possibilité de retourner à la position d'origine en dorsiflexion au repos. L'attelle peut améliorer la compliance car elle est bien acceptée par l'enfant (22).

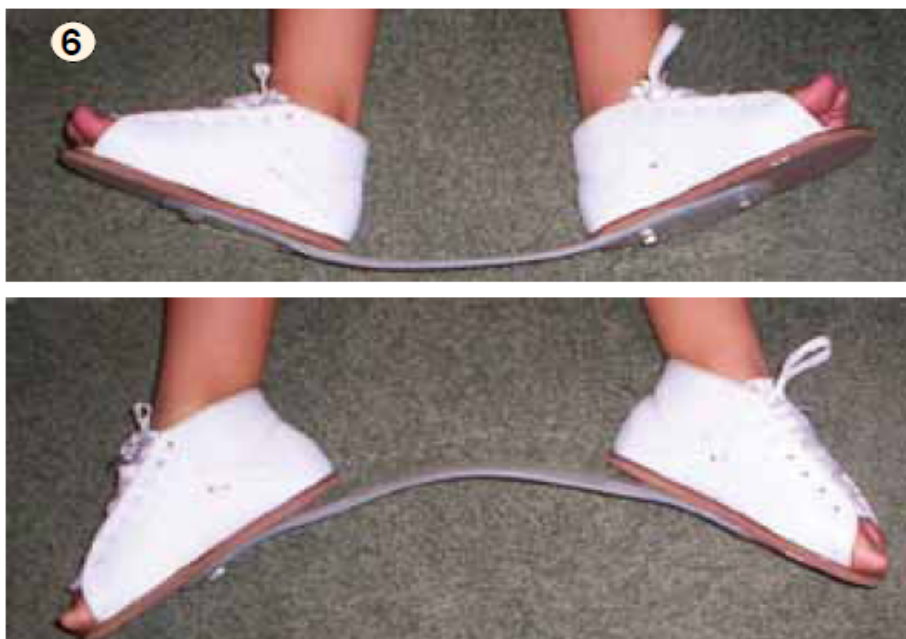


Figure 58 : Attelle de Kessler (35)

h. La barre à cliquets Horton : cette une barre à laquelle on peut fixer différentes chaussures qui peuvent être facilement «cliquées» sur la barre. Cependant, cette conception permet la rotation interne et externe du pied (22).



Figure 59 : La barre à cliquets Horton à laquelle de différentes chaussures peuvent être facilement cliquées (22)

i. L'attelle de ALFA-Flex :

L'attelle de ALFA-Flex est une FAB fabriquée en Europe qui met l'accent sur le confort et l'ajustement de la chaussure. Elle utilise des matériaux non toxiques et biocompatibles. La chaussure est fabriquée à partir d'un moule en mousse "intelligent", ce qui permet un ajustement ferme du pied de l'enfant, et assure une répartition correcte des pressions au niveau de l'attelle. Le matériau en mousse est constitué des composants à la fois visqueux et élastiques. Les chaussures sont faciles à enfiler en raison d'un type de sangle spécial (22).



Figure 60 : Attelle de ALFA-Fex (22).

j. Attelles diverses :

De nombreuses attelles ont été décrites et utilisées pour la correction des PBVE:

- **L'appareil de Wientroub et Khermosh :** Il s'agit d'une attelle cruro-jambière légère avec un chausson moulé permettant grâce à deux articulations, le réglage en flexion-extension de la cheville et abduction adduction du pied (4).

- **L'attelle malléable de Wedge et Alms :** est portée par le nouveau-né pendant les premières semaines de vie pour la correction initiale de pieds bot. Elle est fabriquée en aluminium doublée de mousse (4).

• **L'attelle articulée activo-passive** : Elle permet une correction progressive de la déformation par limitation des mouvements de la marche.

• **L'attelle clubax** : développée par Seringe, vise à obtenir une correction dans les trois plans de l'espace. Cette attelle est utilisée à partir de 2 à 3 mois et a comme avantage principal la liberté du pied normal controlatéral, le contrôle de l'équin est privilégié par rapport à celui de la rotation du BCP. Sa conception repose sur l'articulation d'une semelle plantaire à une tige postérieure à l'aide d'une rotule. La tige postérieure est solidaire de la jambe par une embase fixée par une bande velcro. L'embase jambière est reliée à une autre embase crurale par une tige externe permettant une mobilité en flexion et limitant l'extension à -20° . (23).

L'attelle Clubax nécessite la fixation stricte du pied sur la plaquette, fournissant ainsi un contrôle très strict de la position du pied et permet alors une correction progressive (4).

• **L'orthèse nocturne de Perlstein** : c'est une orthèse utilisée essentiellement pour la correction de l'équin spastique, cependant elle peut être utilisée comme orthèse nocturne dans la prise en charge du PBVE à partir de l'âge de 3 ou 4 ans. Elle est fabriquée en cuir moulé avec des réglages qui la font durer pendant deux ou trois ans sans la renouveler. Cette orthèse se démarque par sa butée excentrique. (4).

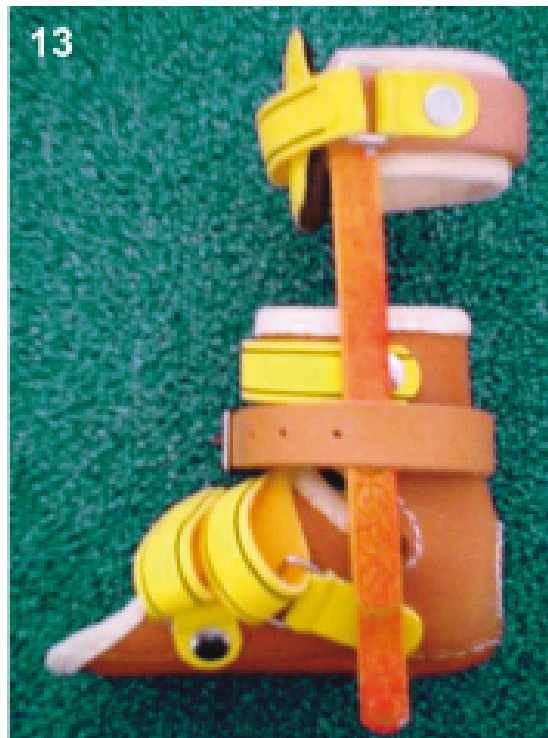


Figure 61 : Orthèse de Perlstein (36).

À noter bien que malgré le nombre accru des attelles d'abduction mises actuellement sur le marché et qui sont presque toutes conformes avec les recommandations de la méthode de Ponseti. Les FAB sont perpétuellement redessinées, en effet des différents matériaux sont utilisés afin de favoriser l'adhérence thérapeutique des patients et d'augmenter leur confort, cependant, il existe encore un manque de données probantes dans la littérature concernant ses effets biomécaniques sur les tissus mous, leurs fonctionnalités, l'adhésion des patients vis-à-vis de ces appareils ainsi que les résultats obtenus (Fig. 62) **(22)**.

TABLE 1. Literature Review of Currently Available Clubfoot Braces	
Brace	Studies
Wheaton Brace	None
Steenbeek Brace	J Pediatr Orthop B. 2008 May;17(3):134-8. Int Orthop. 2008 Feb;32(1):75-9. Epub 2006 Nov 18.
Romanus Brace	None
Locally Produced - Vietnam	None
Locally Produced - Armenia	Garen Koloyan, MD, Vahe Yavryan, MD, Ara Tekgezian, CPO: "Club Foot Brace". 4th International Clubfoot Congress. International Federation of Pediatric Orthopaedic Societies. Istanbul Convention and Exhibition Centre, Tokpaki A. Istanbul, Turkey, September 5-6, 2005; Paper No. 24. Garen Koloyan, MD; Vahe Yavryan, MD; Ara Tekgezian, CPO. : "A Unique Design for a Clubfoot Brace". ACPOC, Association of Children's Prosthetic-Orthotic Clinics, 2004 Annual Meeting, March 24-27, Banff, Alberta, Canada; p.38.
Kessler Brace	Kessler JI. A new flexible brace used in the Ponseti treatment of talipes equinovarus 2008 Sep;17(5):247-50.
Horton Click	None
Dobb's Dynamic Clubfoot Bar	J Child Orthop. 2009 Aug;3(4):271-6. J Pediatr Orthop. 2007 Jul-Aug;27(5):522-8.
ALFA -Flex Brace	None
Markell Brace	J Pediatr Orthop. 2005 Mar-Apr;25(2):225-8.
Mitchell Brace	None

Figure 62 : Tableau représentant les articles étudiant les différents types d'orthèse (22).

C. Chaussures orthopédiques :

Les chaussures ne constituent pas un appareillage à proprement dit. Il s'agit en quelque sorte d'un adjuvant à l'appareillage orthopédique chez un enfant présentant un pied bot varus équin traité. La chaussure vient compléter le protocole thérapeutique et assurer le rôle de maintien des acquis chez un enfant marchant.

1. Confection :

La première étape de la confection de la chaussure est bien la prise de mesures, d'empreintes, ou de tracés sur le sujet à chausser. Pour les pieds très déformés et peu réductibles, le moulage est incontournable. Pour confectionner la chaussure, on utilise :

- soit une forme en bois : qui donne par modelage la reproduction morphologique du pied
- soit le positif existant d'après le moulage du pied (37).

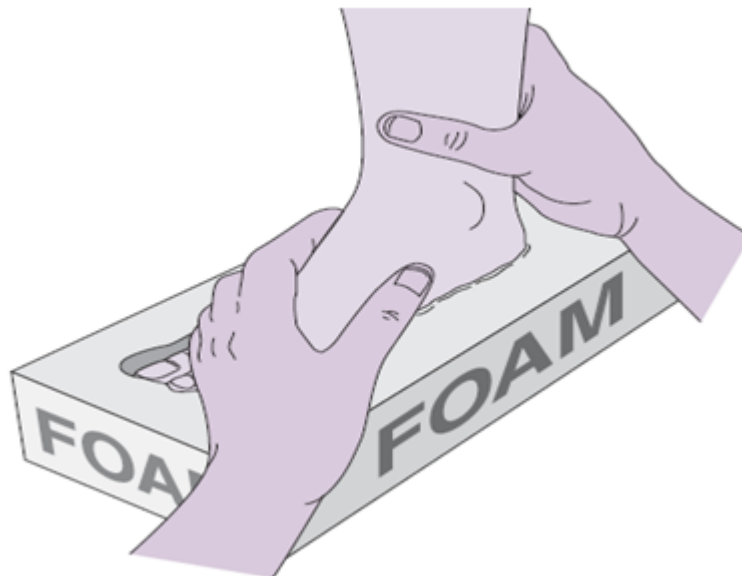


Figure 63: Une forme en bois utilisée pour le moulage du pied (38).

2. Anatomie de la chaussure sur mesure :

Elle comprend :

a. L'orthèse plantaire :

L'orthèse plantaire était fabriquée jadis en liège naturel (d'où le nom liège), Cependant il y'a aujourd'hui une tendance à utiliser plus des matériaux thermoformables ou thermodurcis-sables, des résines...

En connaissant les corrections ou décharge à apporter, dans son épaisseur, on peut facilement prévoir les compensations nécessaires à l'orthèse : rétablissement d'aplomb, compensation d'un raccourcissement, d'un équin, ou d'une amputation partielle (37).

b. La chaussure proprement dite :

Elle comprend la tige, les renforts et le semelage.

❖ La Tige

Elle assure la protection des faces dorsale, latérale et postérieure du pied, de la cheville et éventuellement d'une partie de la jambe. Elle comprend :

- en arrière : les quartiers réunis à leur partie postérieure par la baguette
- en avant : la claque ou empeigne

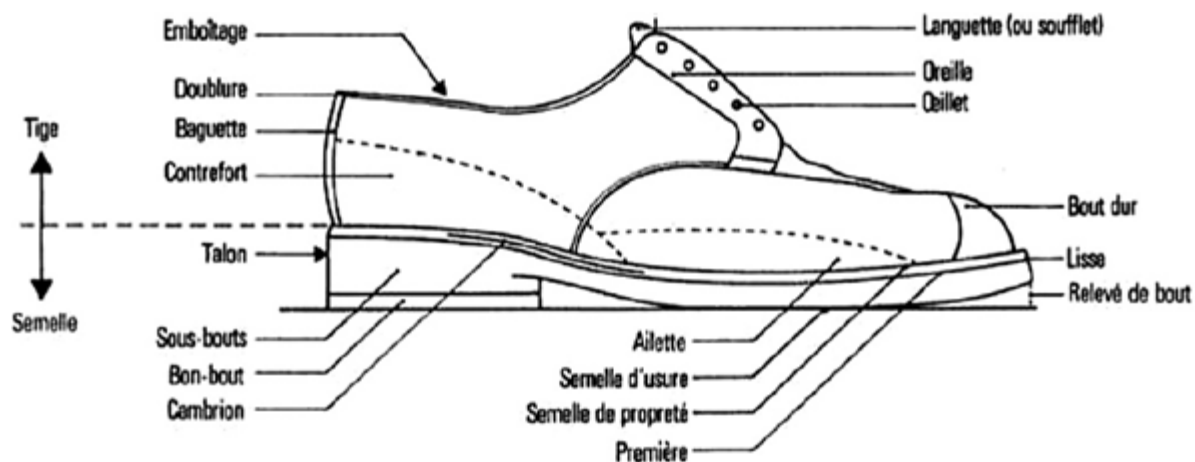


Figure 64 : Anatomie de la chaussure orthopédique (39)

❖ Le Semelage :

Il est formé d'une semelle et d'un talon, et il épargne fermement le pied des aspérités du sol et les intempéries.

"**La cambrure**" est en effet le point de contact de la semelle avec le sol. Le pied est bien soutenu grâce à une cambrure rigide qui ne gêne pas le travail des arches du pied nécessaires à l'amortissement du poids du corps lors de la marche.

Le cuir ne constitue pas le seul matériel utilisé pour confectionner la semelle, actuellement on emploie des matériaux synthétiques qui parviennent à rendre la chaussure plus légère ou au contraire plus rigide pour restreindre sa torsion.

Dans certaines professions, le crantage de la semelle permet une meilleure solidité et adhérence au sol. En outre, la semelle est renforcée par une plaque de protection en acier afin d'obtenir une chaussure de sécurité. Dans certains cas on peut utiliser une semelle convexe nommée « bateau » pour que le pas se déroule facilement (37).

3. Types de la chaussure orthopédique :

Dans la prise en charge du pied bot, et après avoir accomplie la correction, on procède au maintien des acquis thérapeutiques. Si aucune méthode orthopédique n'est appliquée pour maintenir la correction, la déformation récidive. Cette correction est maintenue en remplaçant le plâtre par des chaussures correctrices placées sur une attelle telle que l'attelle de Denis Browne (Fig. 65). (40)

L'entretien de la correction est réalisé par deux facteurs mécaniques : l'un est la rotation externe des chaussures sur la barre (habituellement 30-45 degrés), l'autre est la force exercée par les chaussures sur le pied (Fig. 66). Les deux chaussures couramment utilisées sont **la chaussure ouverte rectiligne** et **la chaussure ouverte d'abduction** telle que le **Markel Tarso – Pronator** (40).



Figure 65 : Combinaison Chaussure-Attelle de Denis Browne (40).

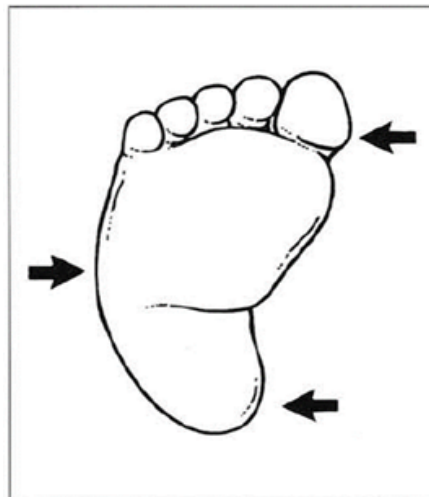


Figure 66 : Schéma montrant les 3 points de pression exercés sur le pied (34).

a. La chaussure rectiligne à bout ouvert :

Elle est divisée par un axe fonctionnel en deux parties droite et gauche, Cette chaussure montante est ouverte à son extrémité distale avec une grande languette fixée sur un côté de sorte que la partie haute de la chaussure soit ouverte, ce qui permet au pied d'être facilement placé dedans. Elle est également lacée de l'extrémité proximale à l'extrémité distale de la tige pour permettre ainsi un ajustement serré du pied (40).



Figure 67 : La chaussure rectiligne à bout ouvert (40).

b. La chaussure d'abduction à bout ouvert :

Elle a une forme en « C » et exerce une abduction à la fois en avant-pied et en arrière-pied. Le reste de la chaussure est construit d'une manière similaire à la chaussure précédemment décrite. La fonction de ces chaussures peut être améliorée d'avantage par l'ajout de rembourrage de feutre placé à l'intérieur des chaussures (40).



Figure 68 : La chaussure d'abduction à bout ouvert (40).

Ce rembourrage peut être fait avec des couches de feutre adhésif de 3 mm d'épaisseur. La chaussure est rembourrée à partir de son extrémité distale tout au long du premier rayon, jusqu'à la première base métatarsienne, au niveau de la zone cuboïdienne du pied, afin d'agir comme contre-pression. Un coussinet du talon varus peut être également ajouté pour maintenir la position neutre du talon. Ce rembourrage est nécessaire pour augmenter la pression correctrice

Ce rembourrage peut être fait avec des couches de feutre adhésif de 0,3 cm d'épaisseur. La chaussure est rembourrée à partir de son extrémité distale tout au long du premier rayon, jusqu'à la première base métatarsienne, au niveau de la zone cuboïdienne du pied, afin d'agir comme contre-pression. Un coussinet du talon varus peut être également ajouté pour maintenir la position neutre du talon. Ce rembourrage est nécessaire pour augmenter la pression correctrice (40).



Figure 69 : La chaussure rectiligne à bout ouvert est rembourrée en feutre au niveau de sa partie distale afin d'accentuer sa force correctrice (40).

Cette méthode de traitement donne au clinicien un contrôle immédiat et instantané de la correction. Les parents sont conseillés de maintenir l'attelle de chaussure en place pendant 21-22 heures par jour, ce qui permet à l'enfant 2 à 3 heures de liberté par jour, ainsi qu'un soulagement des zones soumises à une pression excessive, réduisant ainsi l'incidence des plaies cutanées au niveau du pied. Cette méthode doit être poursuivie jusqu'à l'âge de la marche, à ce stade, l'attelle est portée la nuit seulement tandis que **la chaussure plate à bout fermé** est portée pendant la journée (40).

c. Chaussure plate à bout fermé :

Il s'agit d'une chaussure montée à bout fermé ; seul l'avant de la chaussure est en abduction. Le contrefort de la chaussure reste dans une position fonctionnellement neutre. Ce type de chaussure est conçu pour empêcher la pronation excessive quand l'avant-pied est en abduction. L'orthèse pédieuse est utilisée souvent pour établir une bonne position de l'arrière-pied et une bonne position de la voûte plantaire dans la chaussure (40).



Figure 70 : Chaussure plate à bout fermé (40).

Dans certains cas, les parents attirent l'attention sur le fait que la chaussure n'est pas assez serrée ou qu'une croûte se forme au niveau du talon de l'enfant à cause de l'utilisation de chaussure-attelle. Cela est dû à deux raisons majeurs (40) :

- la première cause est le mauvais ajustement de la chaussure (chaussure trop petite ou trop grande), cela est facilement corrigé par un ajustement précis de la taille de la chaussure pour chaque pied

- La deuxième cause est la persistance d'une attitude vicieuse d'équinisme de pied causée par une mauvaise correction de la déformation, un traitement supplémentaire doit être entrepris avant d'utiliser l'attelle-chaussure. Dans ce cas, l'équinisme persistant et l'attelle-chaussure ne sont pas compatibles. À moins que le talon de l'enfant n'atteigne pas le bord inféro-interne du talon de la chaussure, l'enfant peut fléchir son avant-pied entraînant ainsi le glissement du pied en dehors de la chaussure (40).

L'orthèse permet souvent, un ajustement serré du pied dans la chaussure à l'aide de la sangle située au-dessus du tarse ou à l'aide du lacet serré de la chaussure. Néanmoins ce serrage excessif peut aboutir au développement d'un pied convexe, Ce qui est indésirable et produit une déformation secondaire qui, en soi, nécessitera des mesures correctives supplémentaires (40).

L'attitude vicieuse du pied en équinisme empêche le bon emplacement du pied dans la chaussure, et doit donc être corrigée par des moules correctives supplémentaires ou par des moyens chirurgicaux, ensuite la correction est maintenue par la chaussure-attelle (40).

En cas d'équinisme limité, Il n'y aura aucune difficulté à maintenir le pied dans la chaussure, à condition que son ajustement soit approprié. La tendance pour certains enfants à retirer la chaussure de la barre peut être évité en réglant un écrou circulaire ou à ailettes avec une clé ou une pince de sorte que l'enfant ne puisse pas la dévisser manuellement (Fig. 71). (40)

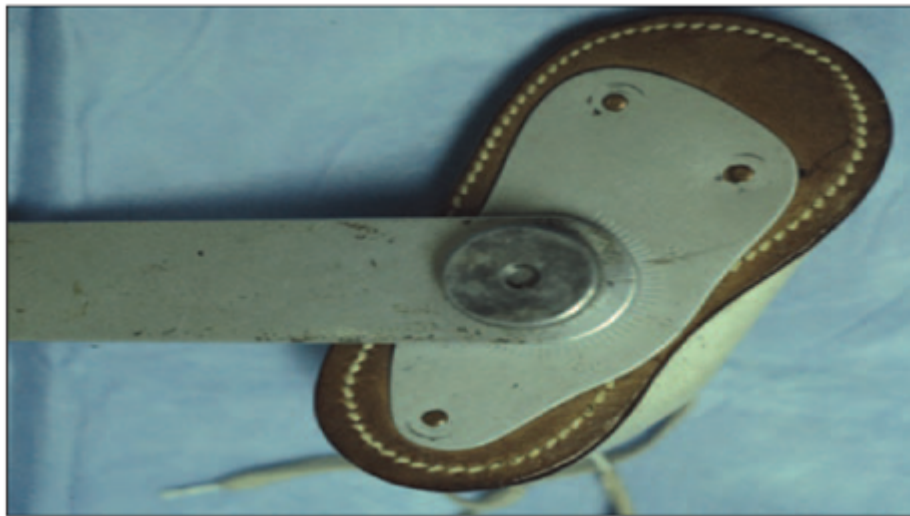


Figure 71 : L'écrou circulaire permet une bonne fixation de la chaussure sur l'attelle de Dennis Browne (40).

Pour les enfants qui détachent les lacets et enlèvent les chaussures, il existe des conteneurs en forme de baril sur commande ayant un visse qui lient les deux moitiés sur un nœud d'arc que l'enfant ne peut y accéder **(40)**.

La correction peut être maintenue dans la plupart des cas par le port de l'attelle-chaussure de 21 à 22 heures par jour jusqu'à ce que l'enfant commence à marcher. Ensuite, l'attelle est appliquée pendant la nuit et la chaussure plate à bout fermé est portée tout au long de la journée. L'enfant doit consulter le médecin tous les mois jusqu'à l'âge d'un an, puis tous les deux mois jusqu'à l'âge de cinq ans. La combinaison attelle nocturne et chaussure tarso-pronatrice doit être portée aussi longtemps que possible pendant la nuit, mais habituellement ce traitement est interrompu dès l'âge de 18 à 24 mois en raison de l'opposition de l'enfant. A ce moment, la chaussure correctrice peut être utilisée seule sans attelle, ce qui est généralement bien toléré **(40)**.

Lorsque la taille du pied de l'enfant dépasse la plus grande pointure de la chaussure à bout ouvert (habituellement à l'âge de trois ans), La chaussure plate à bout ferme est coupée au niveau de son bord dur pour augmenter le confort, et peut être utilisée pendant la nuit des années plus tard. Ce type de chaussure est disponible en grandes pointures. La thérapie corrective de la chaussure, de jour comme de nuit, est recommandée jusqu'à ce que l'enfant ait au moins cinq ans **(40)**.

4. Chaussure et séquelles du traitement conservateur du pied bot :

Dans le cadre de la prise en charge du pied bot et même après avoir suivi un schéma thérapeutique adéquat, il reste souvent un certain nombre de séquelles touchant le pied ainsi que la marche. Ces complications doivent être diagnostiquées et traitées avec des modifications de la chaussure **(40)**.

Parmi ses séquelles, on trouve essentiellement :

1. Inégalité des membres inférieurs ;
2. Petite taille du pied ;
3. Limitation de la dorsiflexion de la cheville ;
4. Limitation de l'amplitude articulaire sous-astragaliennne ;
5. Adduction de l'avant-pied ; et
6. anomalie de la marche.

Les différences de longueur entre le côté sain et le côté atteint du pied bot sont constamment trouvées. La longueur du membre inférieur ainsi que la taille du pied sont réduites au côté atteint. En cas de pied bot bilatéral, ces complications sont toujours constatées mais moins perçues. Des études ont démontré que l'écart moyen de la longueur des membres inférieurs est de 1.3 cm dans les formes unilatérales du pied bot et de 0.8 cm dans les formes bilatérales. Cette différence doit être corrigée rapidement pour éviter l'apparition des compensations biomécaniques secondaires dans d'autres segments de la structure squelettique. Un ajustage précis du volume interne de la chaussure est envisagé en vue de corriger une différence de longueur de 0.6 à 1 cm à l'aide d'une semelle interne. Plus encore, la semelle peut être découpée en partie, dont une ou plusieurs sont collées dans la chaussure **(40)**.

La longueur moyenne des pieds différerait de 4 cm dans les formes unilatérales et de 1 cm dans les cas bilatéraux. Il existe de nombreuses façons pour traiter cette complication, dont la prescription de chaussures de pointure inadaptée, l'utilisation des chaussures / bottes hautes de pointure ajustée afin d'empêcher le glissement du pied en dehors de la chaussure, ou l'utilisation d'une orthèse pédieuse qui occupe l'espace vide dans la chaussure tout en maintenant le pied dans une position correcte. Si l'inégalité entre les deux membres est minime, les mesures correctives ne sont guère justifiées et seule une évaluation périodique de la taille du pied est recommandée (40).

On constate généralement que la dorsiflexion de la cheville est limitée après la correction du pied bot. Ceci peut être résolu en ajoutant une talonnette dans la chaussure et / ou en utilisant un sabot avec une semelle courbe (Fig.72). Il existe sur le marché plusieurs types de chaussure de sport qui comblent ce besoin (Fig. 73). Une chaussure d'athlétisme de support, avec une orthèse orthopédique bien moulée, est utilisée dans la prise en charge de tout patient qui présente la moindre limitation de l'amplitude articulaire sous-astragalienne (40).



Figure 72 : Chaussure athlétique avec semelle courbe (40).



Figure 73 : Chaussure de sport (40).

L'adduction de l'avant-pied constitue la complication résiduelle la plus fréquente dans la correction du pied bot. Un patient présentant cette séquelle, se plaint habituellement d'une douleur, une irritation, une hyperkératose et / ou une bursite de l'apophyse styloïdienne à la base du cinquième métatarsien. Pour réduire ces symptômes, il est généralement préconisé d'utiliser une orthèse pédieuse en cuir placée dans une chaussure profonde, associée à une talonnière, ou à une bride latérale rembourrée s'étalant tout au long de l'apophyse styloïdienne (40).

L'hallux varus, causé par la torsion tibiale interne, est l'une des complications les plus fréquentes. Parmi ses conséquences majeures : la boiterie et la chute notamment lors du sport. Pour corriger ces complications, on aura recours souvent à des chaussures plates avec une semelle extérieure de 0.3 à 0.5 cm d'épaisseur. Bien que cette combinaison puisse être utile pour maintenir la correction de l'adduction de l'avant-pied, elle a un faible effet sur la boiterie et la chute, et peut en effet exacerber ce problème (40).

Parmi les modifications de la chaussure pouvant aider les jeunes enfants dans certaines situations, on note :

- La semelle extérieure en néoprène : elle est de 0.3 à 0.6 cm d'épaisseur, et peut être placée dans une chaussure souple (Fig. 74).

- les attelles de contrôle de rotation des membres inférieurs : Bien qu'elles soient lourdes, elles constituent un autre dispositif qui peut être efficace dans certains cas difficiles (Fig. 75). Ces attelles sont utilisées en combinaison avec des chaussures orthopédiques correctives.

Le plus souvent, une évaluation rigoureuse du pied après la correction indiquera les dispositifs à utiliser (40).



Figure 74 : Chaussure à semelle extérieure en néoprène (40)



Figure 75 : Attelle de contrôle de rotation des membres inférieurs (40)

D. Machine de mobilisation passive ou arthromoteur de type

Kinetec ® :

Les mobilisations de l'arrière pied réalisées par la machine de mobilisation passive permet d'assouplir les articulations tibio-astragaliennes, sous astragaliennes et medio-tarsiennes ainsi que des parties molles péri-articulaires, ce qui facilite l'acte chirurgical. L'appareil peut ensuite être réutilisé en période post-opératoire (41).

Cette machine à elle seule n'est pas en mesure de corriger un pied bot varus équin ; elle vient dans le cadre d'une stratégie où la méthode fonctionnelle et la mise en place d'un bandage rigidifié par une botte en résine jouent un rôle majeur (16).

Trois possibilités de mouvements tridimensionnels :

- Flexion plantaire → dorsiflexion
- Varus → Valgus
- Flexion plantaire-Varus → Dorsiflexion –Valgus

• Utilisation :

L'attelle Kinetec 5090 peut être utilisée en milieu hospitalier en Service de Chirurgie Pédiatrique ou de rééducation spécialisée sous surveillance des chirurgiens orthopédistes et kinésithérapeutes, comme elle peut être utilisée à domicile sur prescription du chirurgien et sous surveillance du kinésithérapeute local.

• Système de sécurité :

- **Inversion du mouvement :**

Dès que l'appareil détecte une résistance anormale, il entraîne une inversion du mouvement grâce à un système de sécurité.

- **Respect des axes fonctionnels de l'arrière pied :**

Le déplacement imposé à la plante du pied, respecte, pour chaque composante du mouvement, l'axe fonctionnel de l'articulation concernée.

- **La détraction :**

Pour éviter toutes déformations de l'interligne tibio-astragalien. La semelle est dotée de ressorts qui sont mis en tension grâce à l'action d'un contre appui poplité, cette dernière maintient une légère traction axiale qui décharge la poulie astragalienne des pressions exercées sur elle (41).

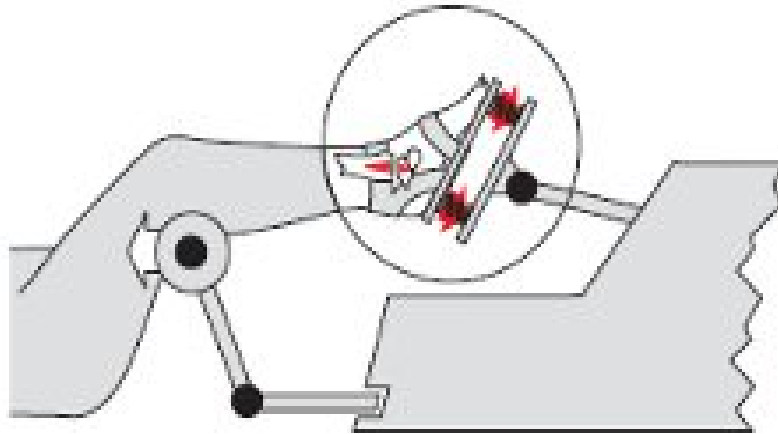


Figure 76 : Machine de mobilisation passive de type Kinetec® (16).

V. RECIDIVES ET COMPLICATIONS DE L'APPAREILLAGE :

A. Récidive :

1. Facteurs favorisant la récidive :

Une étude de Ramirez et coll. (2011) a révélé que la mauvaise adhérence thérapeutique présentait une association significative avec le risque de récidive (OR = 0,111, P = 0,026). Ils ont constaté qu'une famille non-compliante est neuf fois plus susceptible de récidiver qu'une famille compliant au protocole du port d'attelle prescrit (intervalle de confiance de 95% = 2,2-38,5) (Fig. 77). Cette étude a également inclus d'autres facteurs (tels que le sexe, type d'attelle unilatéral / bilatéral, l'âge initial au début de traitement, la durée d'immobilisation plâtrée, la ténotomie, le score Dimeglio, le niveau d'éducation familiale et le revenu familial) qui peuvent affecter la rechute ou l'adhérence au protocole thérapeutique et n'a trouvé aucune différence statistiquement significative entre les deux catégories.

Des constatations similaires ont été objectivées par Thacker et al. (2005) concernant la détérioration des scores de Pirani et de Dimeglio, liées à la non-compliance au port d'attelle d'abduction.

D'autres études ont été réalisées comparant l'orthèse pied-cheville (AFO) et l'attelle d'abduction standard (FAB). Janicki et al. (2011) ont trouvé une augmentation statistiquement significative du taux de récidive en utilisant une orthèse pied-cheville AFO (P < 0,001, intervalle de confiance à 95%, OR 10,6), en effet le risque de récidive était 10,6 fois plus élevé.

George et al (2011) ont également constaté que l'utilisation d'une orthèse d'abduction unilatérale est corrélée à un taux de récidive plus élevé, bien que cette étude n'ait pas inclus un nombre suffisant de patients pour une analyse statistique formelle (42).

2. Gestion de récurrence :

- Pour Diméglio, il n'existe pas de récurrence en matière de PBVE, mais plutôt des traitements incomplets et des séquelles.

- Selon Ponseti, même un pied parfaitement corrigé est susceptible de récurrence : ce qu'il observe chez 50% de ces patients entre 10 mois et 5 ans (2 ans et demi en moyenne). Les récurrences surviennent chez la moitié des cas, 2 à 4 mois suite à l'abandon des attelles sur l'initiative des parents, alors que le pied présente une bonne morphologie et que l'enfant marche normalement. Plusieurs facteurs sont incriminés dans la récurrence de la pathologie, parmi lesquels on note principalement la mauvaise adhérence thérapeutique, et le milieu social défavorisé (23).

- Pour Ponseti, la correction de la récurrence est essentiellement orthopédique grâce à une immobilisation par plâtre successifs de 2 à 3 temps pour une durée totale de 4 à 8 semaines. En cas de deuxième récurrence, le transfert du muscle tibial antérieur sur le troisième cunéiforme peut être réalisé. Ce transfert corrige la divergence talocalcanéenne de face, prévient les nouvelles récurrences et limite le risque d'avoir à réaliser une libération chirurgicale étendue. Selon lui, il faut éviter de rechercher à tous prix une correction chirurgicale anatomique. En effet, comme Napiontek, l'auteur ne trouve pas de corrélation entre la fonction et l'aspect radiographique du pied à long terme (23).

- Pour de nombreux auteurs, la chirurgie permet la correction de la récurrence précoce. Un traitement orthopédique est réalisé en période préopératoire afin de faciliter le geste chirurgical. Pour assouplir le pied et limiter les risques de nécrose et de désunion cutanée postopératoires, Turco propose 3 mois de plâtres préopératoires (23).

Results of the Ponseti Method for Managing Idiopathic Clubfoot				
Study	No. of Feet (Pts)	Initial Correction (%)	Nonadherence (%)	Relapse (%)
Abdelgawad et al ²	137 (89)	93	34	14
Avilucea et al ³	138 (100)	95	32	26
Dobbs et al ⁸	86 (51)	100	41	31
Haft et al ¹⁶	73 (51)	100	49	41
Richards et al ¹³	267 (176)	94	61	37

Figure 77_: Tableau objectivant la corrélation entre le pourcentage de la non adhérence thérapeutique et le pourcentage de la récurrence (33).

B. Complications de l'appareillage :

Les complications liées à l'appareillage orthopédiques doivent être connues afin de les éviter ou de leur proposer une thérapeutique adaptée :

- **Les complications cutanées (irritation ou ulcération cutanée) :** sont rares avec les précautions d'usage. Elles doivent être traitées immédiatement. Les lésions cutanées superficielles peuvent être habituellement gérées en changeant le type d'attelle, par l'utilisation temporaire de moleskine (une toile de coton serré recouverte d'un enduit flexible et d'un vernis souple) pour couvrir les zones qui sont sujettes à l'irritation, ou en appliquant une deuxième paire de chaussettes. En cas d'ulcérations profondes, on peut réaliser une immobilisation plâtrée ce qui permet de maintenir la correction en attendant la cicatrisation des lésions. Le plâtre peut être fenêtré ou non, selon la propreté de l'ulcère et sa localisation, pour des changements de pansement (33).



Figure 78 : Plaie cutanée suite à un appareillage serré.
Atelier Orthopédique (Hôpital d'Enfants de Rabat)



Figure 79 : Une photo montrant une ulcération au niveau du talon du pied liée à une mauvaise application de l'orthèse (33).



Figure 80 : enfant présentant une blessure après retrait du plâtre par une scie oscillante (26).

• **Les complications osseuses et ostéochondrales** : peuvent être évitées par une bonne formation des kinésithérapeutes à la méthode de réduction **(4)**.

• **L'hypercorrection ou la fausse correction** : constitue la véritable complication, elle peut se traduire par une hypermobilité de l'articulation médio-tarsienne ou par une dorsiflexion satisfaisante globale du pied mais se faisant dans l'articulation médio-tarsienne tandis que l'arrière pied est resté en équinisme avec un calcanéum haut situé au-dessus de la coque talonnière déshabillée **(Fig. 81)**. La confirmation se fait par l'apport radiographique (la radiographie de profil du pied). Pour éviter cette complication il faut donc incurver la plaquette de façon à lui donner une concavité plantaire **(4)**.



Figure 81: Image radiologique objectivant une fausse correction de l'équin par dislocation de l'articulation médio-tarsienne de l'avant-pied, responsable d'un pied convexe iatrogène **(4)**.

Complication	Cause	Recommendations
Rocker-bottom deformity	Attempts to correct equinus deformity prematurely against a tight Achilles tendon	Never force the foot into dorsiflexion Mould the medial longitudinal arch Ensure a straight line (heel to toe) on lateral border of foot in each cast
Slipped cast	A poorly moulded/fitting cast, excessive padding. Knee not flexed to 90° and a cast short on the thigh can all contribute to a cast slipping	Use an experienced holder. Minimal padding with a well moulded cast, bend the knee to 90-110° of flexion, pad to the groin and mould the anterior and posterior thigh flat
Pressure sores	Too much pressure in one location, poor technique or too little padding. Common sites include over the head of talus, under the first metatarsal head and in the popliteal and groin regions	Never apply prolonged pressure in any one location. A superficial sore may be dressed and a cast reapplied with appropriate padding and care. A deep sore may need to be dressed and left out of a cast to allow the skin to heal
Deformity not correcting as expected	Poor manipulation and casting technique. Cast may have slipped	The foot should improve with every cast If there is no improvement after two consecutive casts it may be necessary to seek advice from a specialist centre If the cast slips, seek advice

Figure 82 : Les recommandations préconisées par le ministère de santé australien pour la prise en charge des complications liées à l'appareillage orthopédique (43).

VI. PERSPECTIVES D'AVENIR :

A. Analyse quantifiée de la marche (AQM):

1. Principe :

L'analyse quantifiée de la marche est considéré comme un outil permettant d'évaluer la fonction du pied non opéré comme celle du pied en post-opératoire. Il donne des mesures précises des mouvements articulaires, les forces articulaires ainsi que les pressions planétaires qui peuvent aussi être utilisées pour déterminer les changements portant sur la fonction du pied après une intervention chirurgicale (par exemple, Transfert tendineux ou libération des parties molles). Les déviations de la marche telle que la limitation des mouvements articulaires de la cheville peut persister chez certains enfants avec pied-bot, même après un traitement conservateur réussi. Les données quantifiées de la marche des pieds initialement traités par un traitement conservateur sont approximativement semblables à celles des enfants normaux (44).

2. Matériel :

Le matériel est assez variable selon les laboratoires. Mais la plupart d'entre eux travaillent dans une pièce suffisamment grande pour que le patient puisse marcher en ligne droite sur une distance de 10 mètres, et suffisamment large pour placer le système d'acquisition afin d'enregistrer au minimum un cycle de marche complet. Le système d'acquisition (Fig. 83) comprend généralement :

- du matériel vidéo pour filmer le patient de face et de profil,
- un système optoélectronique permettant la mesure de la cinématique des segments,
- des plates-formes de force au sol pour la dynamique (enregistrement des forces de réaction au sol),
- un système électromyographique pour enregistrer l'activité des muscles.

Le tout est synchronisé et relié à un ordinateur pour l'acquisition. Certains laboratoires évaluent également la consommation d'oxygène ou la pression plantaire des pieds sur le sol (45).

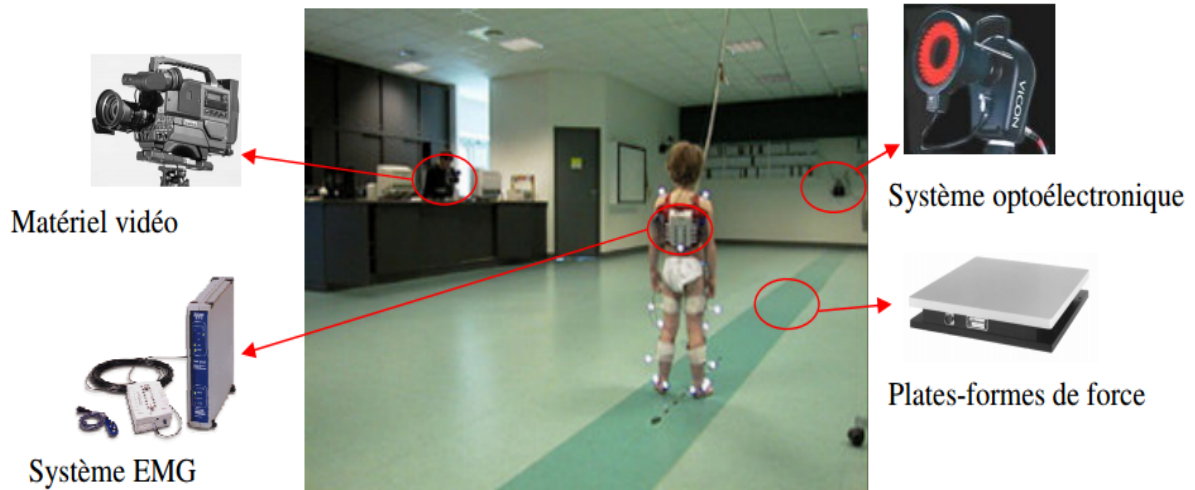


Figure 83 : Salle et matériel standard d'un laboratoire d'analyse du mouvement : exemple du laboratoire de l'Institut Saint-Pierre à Palavas (45).

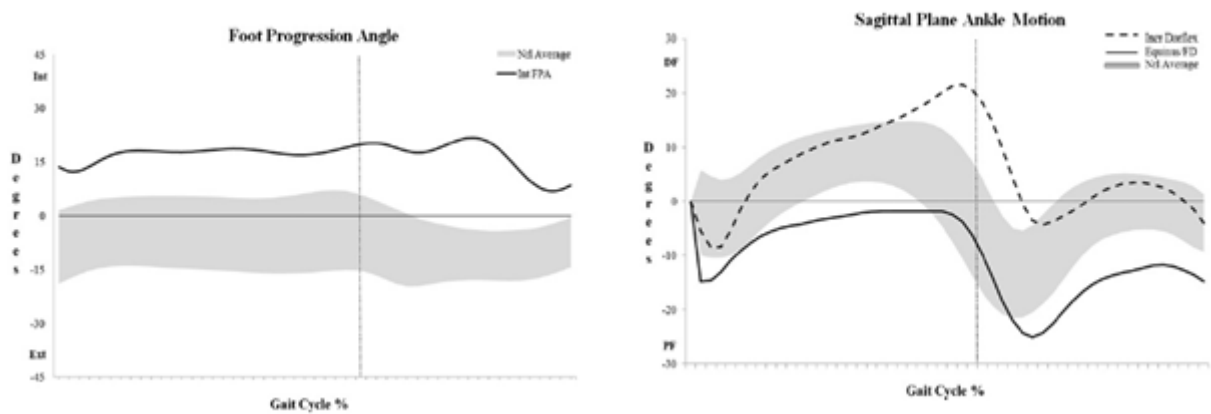


Figure 84 : exemple d'un cycle de marche obtenu (44).

- Pédobarographe :

La pédobarographie est l'analyse des pressions du pied pendant la marche, elle peut être évaluée à toutes tranches d'âge.

Le pédobarographe est une plate-forme de pression, placée dans le sol, qui contient des capteurs de haute densité permettant de mesurer la pression exercée par le pied à la station debout (système de plate-forme Emed ST, Novel, Munich, Allemagne). Pour cette analyse, le pied est divisé en plusieurs parties. Ainsi des informations sur la pression, la force et le temps sont relevées pour chacune de ces parties. Le centre de la ligne de pression peut également être évalué à l'aide du pédobarographe. En cas d'un pied sain, la ligne de progression commence normalement à partir du talon, lieu de contact initial, se déplaçant à travers la ligne médiane du milieu du pied, jusqu'à la deuxième région métatarsienne au niveau de l'avant-pied et se terminant entre l'hallux et le deuxième orteil. L'ampleur de la déviation du centre de la ligne de pression chez les enfants avec pied bot peut être évaluée surtout pour les pieds ayant une déformation résiduelle (44).



Figure 85 : Photo prise d'un enfant avec pied bot en station debout à l'aide d'un pédobarographe (44).

B. Prototypage rapide

1. 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 (Fig. 86). Au cours des dernières années cette technique a été appliquée au domaine médical (46).

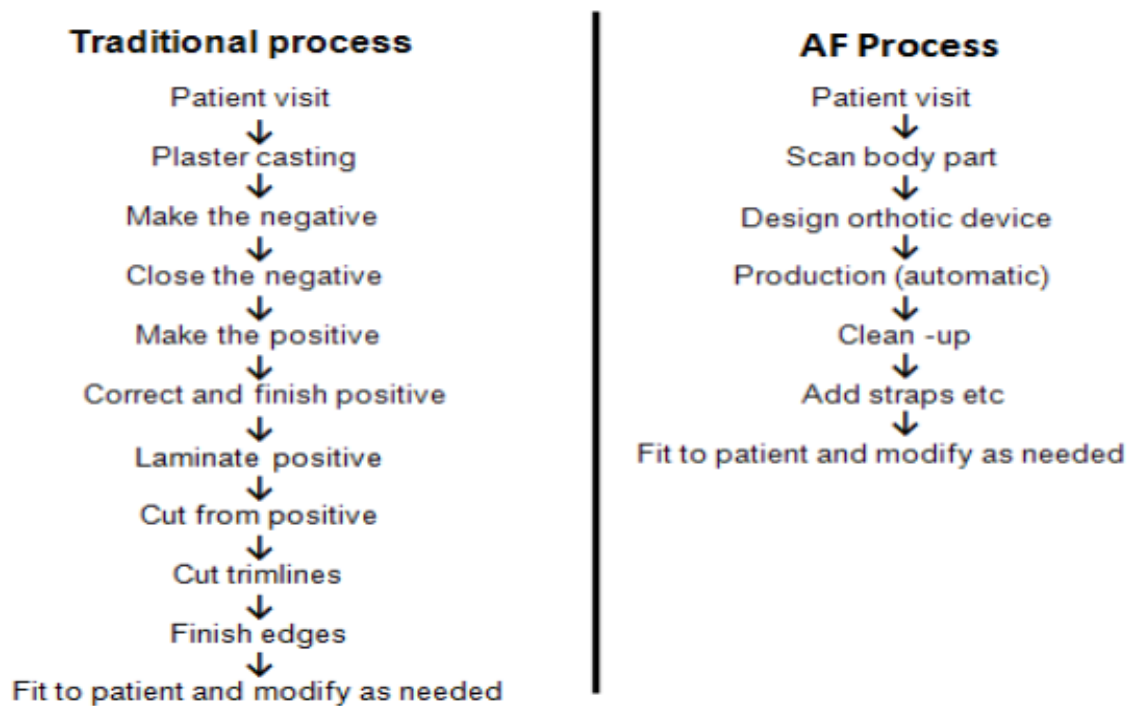


Figure 86 : Comparaison entre le processus de fabrication traditionnelle de l'orthèse (à gauche) et le processus de fabrication assisté par ordinateur (à droite) (47).

3. Matériel :

- **Le scanner KINETIC 3D :**

Généralement, les scanners de pied 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 (Figure 87). 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 du pied (Karol & Jeans, 2011). L'utilisation manuelle du scanner Kinect 3D permet de donner une image de 360 degrés du pied bot (Fig. 88) (48).



Figure 88 : image 3D d'un pied bot droit
obtenue par le scanner KINECT (48)



Figure 87 : le scanner 3D de KINECT (48).

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

Le pied et l'empreinte plantaire sont digitalisés 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 plantaire est déterminée, la machine numérique fabrique la forme et l'orthèse plantaire qui servira à la fabrication de la chaussure (47).

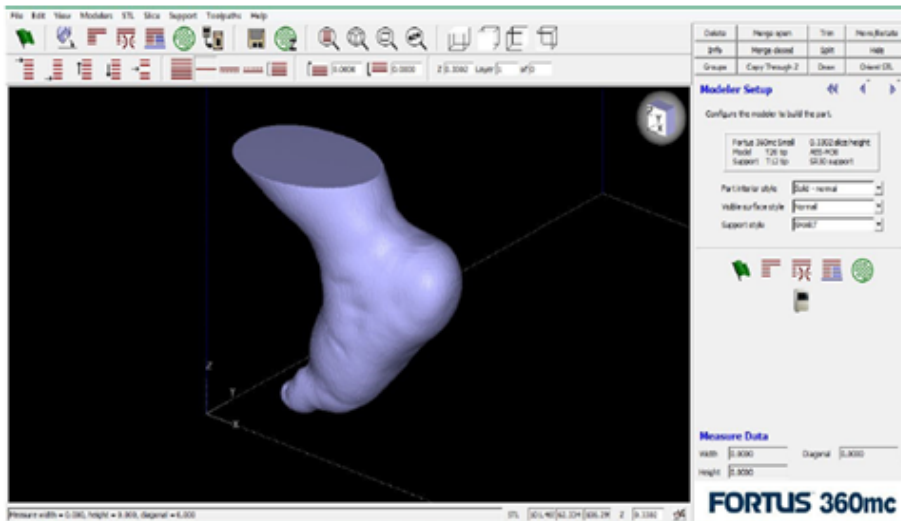


Figure 89 : Image 3D d'un pied bot traité par le logiciel INSIGHT pour le processus de constriction (47).



Figure 90 : Machine de fabrication d'orthèse FORTUS360mc (47).

C. 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). 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 (Figure 91).

ANSYS est un logiciel à usage général utilisé pour fins d'analyse, Il simule les interactions de toutes les branches de la physique (Fig. 92) **(49)**.

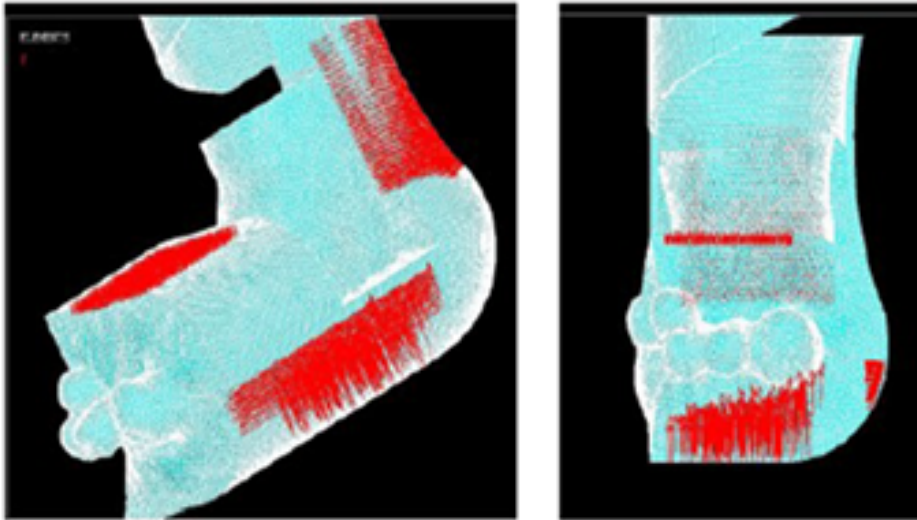


Figure 91 : Les forces exercées aux zones de contact (49).

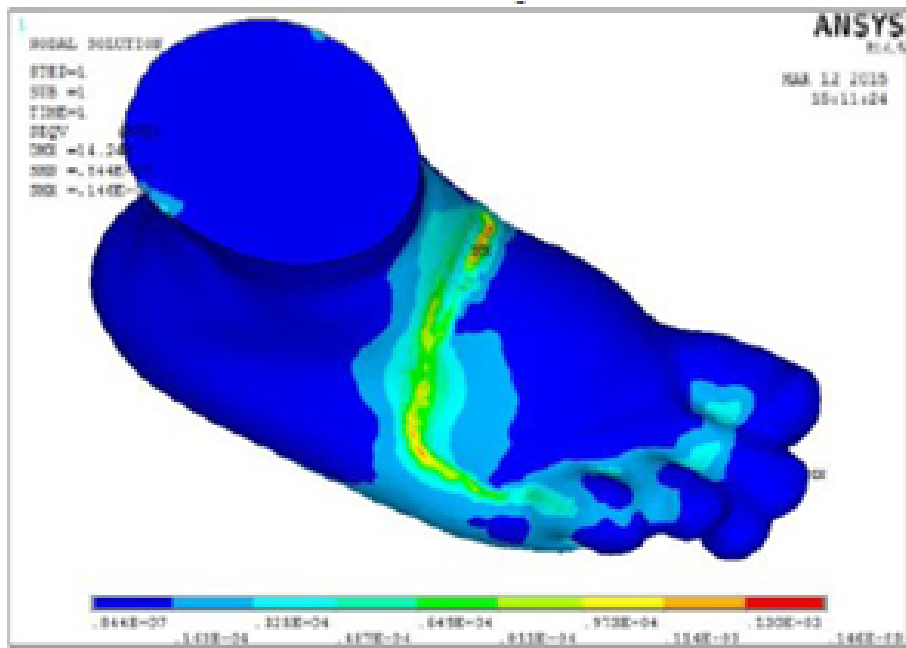


Figure 92 : La répartition des forces correctrices de l'orthèse sur le pied (49).

D. 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 du pied de l'enfant. 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 (Fig. 93). Le but principal de ce nouveau design est de remplacer les plâtres en série dans la technique de Ponseti, par cet orthèse correctrice. Cependant ce prototype peut ne pas donner les résultats escomptés. En utilisant ce modèle, la force sera principalement exercée aux côtés du pied, mais ce projet nécessite un modèle où la force agit sur le maximum possible du pied.

En gardant cela à l'esprit, la partie en spirale est retenue dans la conception préliminaire. Tandis que la partie chaussure et la partie cuisse seront modifiées (49).



Figure 93 : le modèle final de l'orthèse avec ses 3 parties (49) :

a- partie chaussure

b- partie spirale

c- partie cuisse



Figure 94 : modèle final de l'orthèse spirale (49)



Conclusion

Le pied bot varus équin est une malformation congénitale fréquente qui se définit comme étant une déformation tridimensionnelle en inversion, associant un équin, un varus de l'arrière pied, et une adduction de l'articulation sous-talienne et du médio tarse.

Le PBVE peut soit s'inscrire dans un contexte polymalformatif, dans le cadre d'une arthrogrypose, d'une maladie neuro-musculaire, ou d'une aberration chromosomique, comme il peut ne concerner que le pied de façon uni ou bilatéral et on parle alors de PBVE congénital idiopathique. La pathogénie et les mécanismes qui interviennent dans la genèse du PBVE ne sont pas réellement connus, cependant l'étiologie est souvent multifactorielle.

La prise en charge de cette pathologie repose essentiellement sur les traitements conservateurs dont la méthode de Ponseti constitue la pierre angulaire. Tandis que le traitement chirurgical ne vient qu'en dernier recours après avoir épuisé toutes les chances du traitement orthopédique.

L'immobilisation plâtrée constitue une étape importante du traitement conservateur. Elle est à la fois une méthode de correction proprement dite et un maintien de la correction pendant une période variable. Actuellement on distingue deux principaux matériaux de moulage utilisés dans le traitement du pied bot : **le plâtre de Paris (POP)** et **la fibre de verre semi-rigide (SRF)**. La méthode Ponseti a traditionnellement spécifié le POP comme matière de moulage de choix, en raison de son coût faible, son efficacité, et sa facilité d'application. Cependant son retrait peut être à l'origine de plusieurs accidents d'où la nécessité d'une bonne formation des utilisateurs.

L'orthèse pied-cheville AFO « Ankle Foot Orthosis » est efficace pour la protection des corrections chirurgicales ainsi que pour la prévention des récives en période post opératoire, il permet également de raccourcir la durée d'immobilisation plâtrée post-opératoire. 4 types d'orthèses sont utilisés dans la prise en charge du PBVE : Orthèse tibiale de posture, Orthèse de Wheaton, Orthèse pour PB selon Stastny, et Orthèse de Copenhague

L'orthèse de Wheaton (Orthèse cruro-jambière) permet le contrôle de l'abduction mais du fait que cet orthèse s'étend jusqu'à la cuisse elle entraîne non seulement l'atrophie de la cheville mais également une atrophie musculaire de la cuisse.

Dans la prise en charge du PB, et après avoir accomplie la correction, on procède au maintien des acquis thérapeutiques grâce à une attelle pédieuse d'abduction (Foot Abduction Brace). En effet, il existe une variété d'orthèses de type FAB, l'attelle de Dennis Brown en constitue l'une des plus anciennes. Bien que chacune entre elles présente des avantages spécifiques, ils respectent toutes les recommandations de Ponseti.

Les chaussures orthopédiques ne représentent en eux seules un appareillage proprement dit mais plutôt un adjuvant à l'appareillage orthopédique, 3 modèles de chaussures sont utilisés : La chaussure rectiligne à bout ouvert, la chaussure d'abduction à bout ouvert, et la chaussure plate à bout fermé.

Malgré son rôle majeur dans l'amélioration de la souplesse des parties molles et des articulations, la machine de mobilisation passive n'intervient dans le traitement du PBVE que dans le cadre d'une stratégie où la méthode fonctionnelle en constitue la base.

Les complications liées à l'appareillage ne sont pas fréquentes avec les précautions d'usage et elles se limitent aux lésions cutanées, aux complications osseuses/ostéochondrales, et aux hypercorrections/fausses corrections.

A noter que malgré le nombre accru des dispositifs orthopédiques déjà existants sur le marché, ces derniers sont constamment remodelés afin d'améliorer le confort, d'augmenter l'adhésion aux recommandations thérapeutiques, et d'accroître la satisfaction des patients.



RESUME :

- ✓ **Titre :** Appareillage orthopédique du pied bot varus équin : Revue de la littérature et bilan d'activité de l'atelier orthopédique de l'Hôpital d'Enfants de Rabat.
- ✓ **Rapporteur :** Pr. Mohammed Anouar Dendane
- ✓ **Auteur :** Oumaïma Rachidi Alaoui
- ✓ **Mots clés :** Pied Bot Varus Equin – Appareillage orthopédique – Enfant.

Ce travail représente une étude rétrospective réalisée au sein de l'atelier orthopédique de l'Hôpital d'Enfants de Rabat concernant les pieds bots varus équin appareillés, durant une période de 2 ans allant de Janvier 2014 à Janvier 2016.

Dans notre étude, 64 patients ont été inclus portants 98 pieds bots dont 34 formes bilatérales. Les paramètres qui ont été pris en compte sont : l'âge du patient au moment de l'appareillage, le sexe, l'origine géographique, le statut socio-administratif, le critère uni ou bilatéral de la déformation, le type d'appareillage utilisé, la satisfaction ou non des parents et des enfants, la présence ou non de complications liées à l'appareillage et le délai de livraison.

L'orthèse de type « AFO » constitue l'appareillage le plus utilisé dans notre hôpital en ce qui concerne les pathologies du pied. Les orthèses de posture ont été prescrites chez 54% des pieds tandis que les appareils de marche ont été indiqués chez 40% des pieds.

À la lumière de ces résultats et des données de la littérature médicale, nous soulignons le rôle majeur de l'appareillage orthopédique dans la prise en charge du PBVE. D'où l'intérêt de ce travail qui permet aux cliniciens une meilleure vision pour faire un choix adéquat et adapté entre les différents types d'appareillage existants sur le marché. Ce qui augmente le confort et favorise l'adhérence thérapeutique des patients et aide par conséquent à minimiser le risque de récurrence et des complications liées à l'appareillage.

SUMMARY:

- ✓ **Title :** Orthopedic appliance of Clubfoot: Review of the literature and activity report of orthopedic workshop of Rabat Children's Hospital.
- ✓ **Reporter :** Pr. Mohammed Anouar Dendane
- ✓ **Author :** Oumaïma Rachidi Alaoui
- ✓ **Keywords :** Clubfoot - Orthopedic appliance – Child.

This work represents a retrospective study performed within the orthopedic workshop of Rabat Children's Hospital, about a paired clubfoot during a period of 2 years, from January 2014 to January 2016.

In our study, we included 64 patients with 98 clubfoot, 34 among them are bilateral form. Were taken into account: age of the patient at time of wearing orthopedic appliance, sex of the patient, Geographical origin, Socio-administrative status, unilateral or bilateral criterion of the deformation, type of orthopedic appliance used, satisfaction of parents and children, presence or absence of complications related to orthopedic appliance, delivery time.

The obtained results confirm those found in the literature concerning male predominance and the frequency of bilateral forms of clubfoot. The "AFO" orthosis is the most widely used appliance in our hospital for foot diseases. Posture orthoses were prescribed in 54% of the feet while walking devices were indicated in 40% of the feet.

In the light of the obtained results and the data from the medical literature, we emphasize the major role of orthopedic compliance in the management of clubfoot. Hence the interest of this work which allows the clinicians a better vision to make an adequate and adapted choice between the different types of equipment existing on the market. Wich increases comfort and promotes therapeutic adherence of patients and therefore helps to minimize the risk of recurrence and complications related to orthotics appliance.

ملخص:

العنوان: أجهزة التقويم الخاصة بعلاج القدم الحنفاء المقوسة الفرسية: مراجعة الدراسات السابقة وتقرير نشاط ورشة تقويم العظام بمستشفى الأطفال بالرباط
المشرف: الأستاذ محمد أنور داندان
الكاتب: أميمة رشيدي علوي
الكلمات الأساسية: القدم الحنفاء المقوسة الفرسية، الأجهزة التقويمية، طفل

هذا العمل هو تقييم بأثر رجعي لحالات الأقدام الحنفاء المقوسة الفرسية التي تمت معالجتها بورشة تقويم العظام التابعة لمستشفى الأطفال بالرباط في مدة سنتين وذلك خلال الفترة الممتدة ما بين يناير 2014 ويناير 2016.

هذه الدراسة شملت 64 مريضا مصابا ب 98 قدم حنفاء منها 34 حالة ثنائية. أخذنا بعين الاعتبار في هذه الدراسة، السن التي بدأ فيها المريض وضع جهاز التقويم، جنس المريض، المنشأ الجغرافي، الوضع الإداري والاجتماعي، نوع الإصابة أحادية أو ثنائية، نوع التقويم المستخدم، رضا الآباء والأطفال المرضى عن جهاز التقويم، وجود أو غياب أضرار مرتبطة بجهاز التقويم، مدة تسليم الجهاز.

النتائج المحصل عليها تطابق تلك الموجودة بالدراسات الطبية فيما يخص نسبة إصابة الذكور مقارنة مع الاناث وفيما يخص كذلك تردد الحالات الثنائية للقدم الحنفاء. يعتبر جهاز التقويم من نوع "مقوام قدم كاحل" من أكثر الأجهزة استعمالا وصف مقوام كاحل القدم البلاستيكي الخاص بوضعية الثبات لفائدة % 54 بمستشفى الرباط فيما يخص أمراض القدمين. تم من الأقدام الحنفاء، وتم وصف مقوام كاحل القدم البلاستيكي الخاص بوضعية المشي ل % 40 من الأقدام الحنفاء.

على ضوء النتائج المحصل عليها وكذا معطيات الدراسات الطبية، نؤكد على الدور المهم الذي تلعبه أجهزة التقويم في معالجة القدم الحنفاء المقوسة الفرسية. من هنا تتجلى أهمية هذا العمل الذي يعطي للأطباء نظرة أوضح عن مختلف أجهزة التقويم المستعملة في معالجة القدم الحنفاء مما يمكنهم من اختيار الجهاز الأنسب والملائم للحالات المعالجة. كما يزيد من راحة المرضى و يعزز التزامهم بالعلاج مما يؤدي بالتالي إلى تقليل احتمال حدوث انتكاسة وكذا وقوع أضرار مرتبطة بجهاز التقويم.



Bibliographie

- [1] ANAES (actuelle HAS) : *Recommandations pour la pratique clinique. Masso-kinésithérapie et traitement orthopédique des déformations congénitales du pied au cours des six premiers mois de la vie*. Janvier 2004.
- [2] Pr. Franck CHOTEL et Pr. Jérôme Bérard Service chirurgie infantile Pr Bérard / Pr Kohler Hôpital Universitaire Femme Mère Enfant de LYON -69677 Bron Université Claude Bernard
Lyon ;http://www.sofop.org/Data/upload/images/file/SEPT_2009/TO/f_Chotel_pbve_Ponseti_Sept_2009.pdf)
- [3] Dr Paul Muracciole Chirurgie Orthopédique et Traumatologique ajaccio. Pied Bot Varus Equin ; <http://www.chir-osteoarticulaire.com/pdf/pediatrie/pied-bot-varus-equin.pdf>
- [4] R. Seringe. *Pied Bot Varus Équin Congénital* ; Acta Orthopaedica Belgica, vol. 65 - 2 – 1999
- [5] Dobbs, Matthew B., and Christina A. Gurnett. “Update on Clubfoot: Etiology and Treatment.” *Clinical Orthopaedics and Related Research* 467.5 (2009): 1146–1153. *PMC*. Web. 23 Apr. 2016.
- [6] Prieur, Quartier. *Maladies systémiques et articulaires en rhumato pédiatrique - 2e édition*, Page 435
- [7] Joel E Morgan; Ida Sue Baron; Joseph H Ricker. *Casebook of clinical neuropsychology*. New York : Oxford Univerity Press, 2011, page 78.
- [8] Amniotic Band Syndrome / ABS: An Overview of Amniotic Band Syndrome. *The Fetal Care Center of Cincinatti*. 2005; <http://www.cincinnatichildrens.org/service/f/fetal-care/conditions/abs/default/>.
- [9] Dr Martine LE MERRER ; *Encyclopédie Orphanet Grand Public* ; Mai 2006
http://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=FR&Expert=503
- [10] Paul Arundel, *Paediatrics and Child Health*, Volume 25, Issue 12, December 2015, Pages 574-579

- [11] *Encyclopédie Orphanet Grand Public* ; www.orpha.net/data/patho/Pub/fr/Noonan-FRfrPub206v01.pdf | Juillet 2006
- [12] J.I.M. Egger, W.M.A. Verhoeven, G. Janssen, L. Van Aken, A.J.M. *European Psychiatry*, Volume 27, Supplement 1, 2012, Page 1.
- [13] Mac Kay D.W. *New concept of and approach to clubfoot treatment: section II-Correction of the clubfoot J Pediatr Orthop* 1983; 3:10-21
- [14] Sadler TW, Langman J. *Embryologie médicale*. Paris: Éditions Pradel; 2007, p.532
- [15] Ponseti IV. *Congenital clubfoot, fundamentals of treatment*. Oxford: University Press; 1996.
- [16] Bonnet-Diméglio F, Cottalorda J, Patte K. *Traitement conservateur précoce du pied bot varus équin idiopathique : entre consensus et désaccords*. EMC - Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation 2014;10(4):1-16 [Article 26-260-A-10].
- [17] Scarpa A. *A memoir on the congenital club feet of children, and of the mode of correcting that deformity*. 1818. *Clin Orthop* 1994; 308:4-7
- [18] BARKER, Simon, CHESNEY, David, MIEDZYBRODZKA, Zosia, *et al*. Genetics and epidemiology of idiopathic congenital talipes equinovarus. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 2003, vol. 23, no 2, p. 265-272.
- [19] Leonard F. Peltier, M.D. *Orthopedics : A History and Iconography* ; Norman Orthopedic Series, No.3 ;Norman Surgery Series, No.5 ;Norman publishing San Fransisco, 1993. ISBN 093045471, 9780930405472.
- [20] Pr CHOTEL F. - Hôpital Femme-Mère-Enfant, Service d'Orthopédie Pédiatrique, 59 boulevard Pinel, BRON et le Dr PAROT R. - Chirurgien pédiatre, Clinique du Val d'Ouest-Vendôme - LYON Ecully, <http://www.soignerunpiedbot.com/histoire.htm>
- [21] Dr Erpicum, *Pathologie chirurgicale pédiatrique les malformations du pied*; Florence Noel. 4ème pédiatrie, 2008.

- [22] Lajja Desai, BSE, Florin Oprescu, Andrew DiMeo, Jose A. Morcuende, *Bracing in the Treatment of Children with Clubfoot: Past, Present, and Future. The Iowa Orthopaedic Journal*. 2010, vol. 30
- [23] CHOTEL, F. et BÉRARD, J. *Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche*. Moulies D, Tanguy A éd. *Le pied de l'enfant: chirurgie et orthopédie*. Montpellier: Sauramps Médical, 2001, p. 289-304.
- [24] M. F. Macnicol; *Aspects of current management: THE MANAGEMENT OF CLUB FOOT: ISSUES FOR DEBATE* .*The Journal Of Bone And Joint Surgery*. Mars, 2003.vol. 85-B, No. 2.
- [25] Ranjitha Rebecca Jeevan, E.Vijayaragavanb, Angeline Kirubac *3DIMENSIONAL MODELING OF AN ANKLE FOOT ORTHOSIS FOR CLUBFOOT DEFORMITY*, *International Journal of Biomedical Research*, 19 August 2014.
- [26] C. Hui, V. Joughin, A. Nettel-Aguirre, J.J. Howard, S. Goldstein, G. Kiefer, D. Parsons, C. Brauer, J.Harder. *Comparison of cast materials for the treatment of congenital idiopathic clubfoot using the Ponseti method: a prospective randomized controlled trial*. *Canadian Journal of Surgery*, 2014, vol. 57, no 4, p. 247.
- [27] Sam Double BSc (HONS), *A Literature Review of the Ponseti Method of Clubfoot Treatment*, Chelsea Children's Hospital, Chelsea and Westminster Hospital, London. *APCP Journal*, 2014, vol 5, no 1, p. 38-49.
- [28] Photo de Résine semi-rigide:
http://solutions.3mbelgique.be/wps/portal/3M/fr_BE/3M-Infection-Prevention/Home/Catalogue/~//3M-Soft-Cast-Résine-semi-rigide-2-50-cm-Blanc-82101?N=5660232+3294857481+4294957281&rt=d. Consulté le 08 Avril 2017
- 28- Comité Internationale de la Croix-Rouge à Genève, *Guide de fabrication de l'orthèse : les orthèse tibio-pédieuse programme de réadaptation physique, Programme de réadaptation physique*, 2006.
- [29] Groupes d'entreprises de la technique orthopédique et de réhabilitation Swissortho, *Orthèses et bandages du membre inférieur*, 2014.

- [30] Susan A. Scherl, *Common Lower Extremity Problems in Children. Pediatrics Review* 25 (2), 52-62. 2, 2004.
- [31] Fondation Canadienne d'Orthopédie, Guide à l'intention des parents sur le pied bot et son traitement selon la méthode Ponseti, 04-Août-2011. http://soignerunpiedbot.com/COF_Clubfoot_FRENCH_brochure_2011.pdf
- [32] GARG, Sumeet et PORTER, Kristina. Improved bracing compliance in children with clubfeet using a dynamic orthosis. *Journal of children's orthopaedics*, 2009, vol. 3, no 4, p. 271-276.
- [33] 33- ZIONTS, Lewis E. et DIETZ, Frederick R. *Bracing following correction of idiopathic clubfoot using the Ponseti method. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2010, vol. 18, no 8, p. 486-493.
- [34] 34- M. Jay Groves, Philip Bresnaban, *BRACING DEVICES FOR PEDIATRIC FOOT AND LEG DEFORMITIES*, 1995
- [35] Dr. Lynn Staheli, *Le Pied Bot: La Méthode Ponseti*, Troisième Édition ; 2009
- [36] Photo d'Attelle de Perlstein :Dr Christine Thémar-Noël, Coordonnatrice de la consultation pédiatrique des affections neuro-musculaires. Institut de Myologie Hôpital Salpêtrière. Hôpital Robert Debré. Service d'Orthopédie Pédiatrique Paris. <http://orthopedie.proteor.fr/article,856-dossier-appareillage-du-pied.php>
- [37] Marcienne MAITRE, *APPAREILLAGE DU PIED*, collège Français des enseignants universitaires de médecine physique et de réadaptation. Montpellier, juin 2007
- [38] Miguel Mojica, *Foot orthoses, Lower limb orthoses. 25Chapter. AAOS Atlas of Orthoses and Assistive Devices*, 2008, p. 335-341.
- [39] ABOUKRAT, Patrick, MAITRE, Marcienne, HÉRISSON, Christian, et al. *Les chaussures thérapeutiques de série et sur mesure: différents types, indications et modalités de prescription. Revue du Rhumatisme Monographies*, 2014, vol. 81, no 3, p. 209-214.

- [40] Mark. A. Caselli. The Role of Shoe Therapy in the Management of Pediatric Congenital Clubfoot, *PODIATRY MANAGEMENT Journal*, October 2004, p. 125-130.
- [41] Appareil Kinetec : <http://www.kinetec.fr/virtuemart-53/mobilisation-passive-continue-cpm/attelle-kinetec-5090-detail.html>, consulté le 16/04/2017
- [42] Sam Double BSc (HONS), *A Literature Review of the Ponseti Method of Clubfoot Treatment*, *APCP Journal*, 2014, vol. 5, no. 1, p. 38-49.
- [43] Management of Infants and Children with Congenital Talipes Equinovarus Practice Guideline. Public Health System, Divisions of General Practice, Ministry of Health, Private Hospitals and Day Procedure Centres, Tertiary Education Institutes Review , 21-Jul-2014.
- [44] Karol Lori A, Jeans Kelly A. *Assessment of clubfoot treatment using movement analysis. Journal of Experimental & Clinical Medicine*, 2011, vol. 3, no 5, p. 228-232.
- [45] Stéphane ARMAND, *Analyse Quantifiée de la Marche : extraction de connaissances à partir de données pour l'aide à l'interprétation clinique de la marche digitigrade : Thèse de doctorat. UNIVERSITE DE VALENCIENNES ET DU HAINAUT-CAMBRESIS.*
No d'ordre : 05-07. 29-Juin-2005
- [46] VIJAYARAGAVAN. E., KURIAN. Laya Miriam, SULAYMAN. H., *et al.* Application of Rapid Prototyping in the treatment of clubfoot in children. *Procedia Engineering*, 2014, vol. 97, p. 2298-2305.

- [47] 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*.
- [48] GANESAN. Balasankar, LUXIMON. Ameersing, et YIP. Yiu Wan. Designing footwear and braces for children with clubfoot deformity, 2014.
- [49] 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, 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'imposera 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.*

Déclaration de Genève, 1948

بسم الله الرحمن الرحيم

قسم أبقراط

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي محضوا في المصنعة الطبية أتعهد علانية

❖ بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية؛

❖ و أن أحترم أساتذتي وأحترفهم لهم بالجميل الذي يستحقونه؛

❖ و أن أمارس مهنتي بوازح من ضميري و شرفي بأعلا صحة مريض

هدفي الأول؛

❖ و ألا أفشي الأسرار المعسودة إلي؛

❖ و أن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف و التقاليد النبيلة لمصنعة

الطب؛

❖ و أن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي؛

❖ و أن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو

عرقني أو سياسي أو اجتماعي؛

❖ و أن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها؛

❖ و ألا أستعمل معلوماتي الطبية بطريقة تتناقض مع حقوق الإنسان؛ ممما

لاقيته من تهديد؛

❖ أتعهد بكل هذا عن كامل اختيار و مقسما بالله العظيم؛



**أجهزة التقويم الخاصة بعلاج
القدم الحنفاء المقوسة الفرنسية:**
مراجعة الدراسات السابقة وتقرير نشاط ورشة تقويم العظام
بمستشفى الأطفال بالرباط

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم :

من طرفه

الآنسة: أميمة رشيدى علوي

المزودة في 22 يونيو 1991 بالعرائش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: أجهزة التقويم - القدم الحنفاء المقوسة الفرنسية - طفل.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس	السيد: نور الدين قدوري أستاذ في جراحة الأطفال
مشرف	السيد: محمد أنور داندان أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال
أعضاء	السيد: سيدي عبد الواحد العمراني أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال
	السيد: توفيق مسكيني أستاذ في طب الأطفال
	السيد: محمد رامي أستاذ في جراحة الأطفال