



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2018

Thèse N°111

# La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

**THESE**

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 17/04/2018

**PAR**

**Mr. Mohamed AKSAR**

Né Le 13/08/1988 à Taroudant

**POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE**

---

**MOTS-CLES**

Fixation externe - Appareil locomoteur

**JURY**

**Mr. Y.NAJEB**

Professeur de traumatologie-orthopédie

**PRESIDENT**

**Mr. H. SAIDI**

Professeur de traumatologie-orthopédie

**RAPPORTEUR**

**Mr. I.ABKARI**

Professeur agrégé de traumatologie-orthopédie

**Mr. T. ABOU EL HASSAN**

Professeur agrégé d'anesthésie-réanimation

} **JUGES**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رب أوزعني أن أشكر نعمتك  
التي أنعمت عليّ وعلى والديّ  
وأن أعمل صالحاً ترضاه  
وأصلح لي في ذريّتي  
إنّي تبت إليك و إنّي من المسلمين"  
صدق الله العظيم





# *Serment d'hippocrate*

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

*Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*

*Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*

*Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

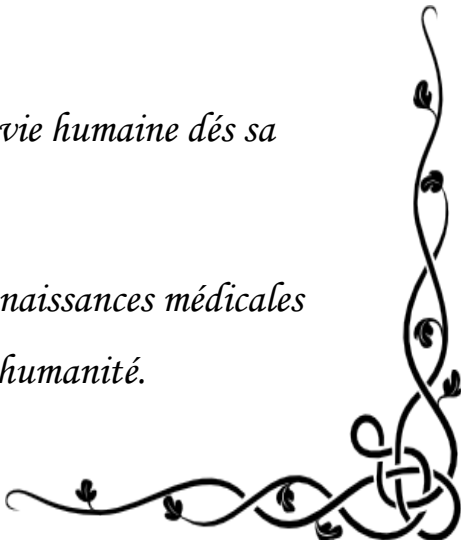
*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*Les médecins seront mes frères.*

*Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*

*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*





*Liste des Professeurs*

**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyens Honoraires

: Pr. BadieAzzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr.Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	FINECH Benasser	Chirurgie – générale
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique B
ADMOU Brahim	Immunologie	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	KISSANI Najib	Neurologie
AMAL Said	Dermatologie	KOULALI IDRISSEI Khalid	Traumato- orthopédie
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie-Virologie	LMEJJATI Mohamed	Neurochirurgie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique B	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
ASRI Fatima	Psychiatrie	MAHMAL Lahoucine	Hématologie - clinique

BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie – générale	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BOUAÏTY Brahim	Oto-rhino- laryngologie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chirumaxillo faciale
BOUGHALEM Mohamed	Anesthésie - réanimation	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie–chimie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio-Vasculaire	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOURROUS Monir	Pédiatrie A	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie A	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
CHAKOUR Mohamed	Hématologie	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
CHELLAK Saliha	Biochimie-chimie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
DAHAMI Zakaria	Urologie	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SARF Ismail	Urologie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SBIHI Mohamed	Pédiatrie B
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique A/B
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie B	TASSI Noura	Maladies infectieuses
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	ZOUHAIR Said	Microbiologie
ETTALBI Saloua	Chirurgie réparatrice et plastique		

#### Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato-orthopédie B	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique A
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chirumaxillo faciale	FAKHRI Anass	Histologie- embryologie cytogénétique
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	GHOUNDALE Omar	Urologie

ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADALI Nawal	Neurologie	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique A	HAOUACH Khalil	Hématologie biologique
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique B
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique A	JALAL Hicham	Radiologie
ALAOUI Mustapha	Chirurgie- vasculaire périphérique	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique B
ALJ Soumaya	Radiologie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMRO Lamyae	Pneumo-phtisiologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAKMICH Mohamed Amine	Urologie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique A	MADHAR Si Mohamed	Traumato-orthopédie A
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MAOULAININE Fadl Mrabih Rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BELKHOUE Ahlam	Rhumatologie	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie B	MOUFID Kamal	Urologie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo-phtisiologie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BENJILALI Laila	Médecine interne	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo-phtisiologie	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique B	QACIF Hassan	Médecine interne
BOURRAHOUE Aicha	Pédiatrie B	QAMOUSS Youssef	Anesthésie-réanimation

BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHAFIK Rachid	Traumato-orthopédie A	RADA Noureddine	Pédiatrie A
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	RAFIK Redda	Neurologie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
EL AMRANI MoulayDriss	Anatomie	RBAIBI Aziz	Cardiologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SAJIAI Hafsa	Pneumo-phtisiologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chirmaxillo faciale	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chiru Cardio vasculaire	SORAA Nabila	Microbiologie-virologie
EL HAOURY Hanane	Traumato-orthopédie A	TAZI Mohamed Ilias	Hématologie- clinique
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie-virologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	ZYANI Mohammed	Médecine interne

#### Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	Hammoune Nabil	Radiologie
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie – Embryologie - Cytogénétique
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	JALLAL Hamid	Cardiologie
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	JANAHA Hicham	Pneumo-phtisiologie

AKKA Rachid	Gastro – entérologie	KADDOURI Said	Médecine interne
ALAOUI Hassan	Anesthésie – Réanimation	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
AMINE Abdellah	Cardiologie	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	LALYA Issam	Radiothérapie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BABA Hicham	Chirurgie générale	MILOUDI Mohcine	Microbiologie - Virologie
BELARBI Marouane	Néphrologie	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	MOUNACH Aziza	Rhumatologie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie -Réanimation	MOUZARI Yassine	Ophthalmologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie (Neonatalogie)	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BOUCHAMA Rachid	Chirurgie générale	NADOUR Karim	Oto-Rhino - Laryngologie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie – orthopédie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	NYA Fouad	Chirurgie Cardio - Vasculaire
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	OUEIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
CHRAA Mohamed	Physiologie	REBAHI Houssam	Anesthésie - Réanimation
EL HARRECH Youness	Urologie	RHARRASSI Isam	Anatomie-pathologique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	SAOUAB Rachida	Radiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
ELQATNI Mohamed	Médecine interne	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
ESSADI Ismail	Oncologie Médicale	TAMZAOURTE Mouna	Gastro - entérologie
FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio-organique	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique	YASSIR Zakaria	Pneumo-phtisiologie
GHAZI Mirieme	Rhumatologie	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation

GHOZLANI Imad	Rhumatologie	ZIDANE MoulayAbdelfettah	ChirurgieThoracique
HAMMI Salah Eddine	Médecine interne	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio-Vasculaire

A decorative horizontal frame with ornate scrollwork and pointed ends. The word "Dédicaces" is written in a bold, black, cursive font across the center of the frame.

*Dédicaces*

*« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles  
sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries »*

*Marcel Proust.*



*Nul mot ne saurait exprimer à sa juste valeur*

*Mon immense gratitude...*

*Ma reconnaissance...*

*Mon profond respect...*

*Je dédie cette thèse ...* 

الله

*Tout puissant  
Qui m'a inspiré  
Qui m'a guidé dans le bon chemin  
Je vous dois ce que je suis devenue  
Louanges et remerciements  
Pour votre clémence et miséricorde.*

### ***A MA TRÈS CHÈRE MÈRE***

*A la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans.*

*Aucun hommage ne saura transmettre à sa juste valeur l'amour, le respect que je porte pour vous.*

*Vous n'avez pas cessé de me soutenir et de m'encourager, votre amour, votre générosité exemplaire et votre présence constante ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui.*

*Vos prières ont été pour moi un grand soutien tout au long de mes études.*

*J'espère que vous trouverez dans ce modeste travail un témoignage de ma gratitude, ma profonde affection et mon profond respect.*

*Puisse Dieu tout puissant vous protéger du mal, vous procurer longue vie, santé et bonheur.*

### ***A MON TRÈS CHÈRE PÈRE***

*Aucun mot, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, ma considération et l'amour éternel que je vous porte pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être.*

*Vous avez été et vous serez toujours un exemple à suivre pour vos qualités humaines, votre persévérance et votre perfectionnisme.*

*Vous m'avez appris le sens du travail, de l'honnêteté et de la responsabilité.*

*Je souhaite que cette thèse vous apporte la joie de voir aboutir vos espoirs et j'espère ne jamais vous décevoir.*

*Puisse Dieu vous garder et vous procurer santé et longue vie, santé et bonheur afin que je puisse vous rendre un minimum de ce que je vous dois.*

***A MA TRÈS CHÈRE SŒUR, A MES TRÈS CHÈRS FRÈRES***

*Vous savez que l'affection et l'amour fraternel que je vous porte sont sans limite. Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens de sang qui nous unissent. Puissions-nous rester unis dans la tendresse et fidèles à l'éducation que nous avons reçue.*


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

***A MES AMIS***

*En souvenir des moments agréables passés ensemble  
Je vous dédie ce travail et Je tiens à vous remercier et exprimer  
Mon amour fraternel que je vous porte sans limite.  
Je souhaite que nous puissions rester unies dans la tendresse et  
La fidélité et j'implore Dieu qu'il vous apporte bonheur et réussite*

***A TOUS MEMBRE DE MA GRANDE FAMILLE  
A MES CHÈRS AMI(E) S ET COLLEGUES  
A TOUS LES COLLEGUES DE CLASSE, D'AMPHITHÉÂTRE ET DE  
STAGE HOSPITALIER  
A TOUS CEUX QUI ONT PARTICIPE DE PRES OU DE LOIN A LA  
REALISATION DE CE TRAVAIL***

***Merci pour votre soutien***



*Remerciements*

**A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE**  
**MONSIEUR LE PROFESSEUR YOUSSEF NAJEB**  
**Professeur de l'Enseignement Supérieure et chef de service de**  
**traumatologie-orthopédie Hôpital Ibn Tofaïl**  
**CHU Mohammed VI- Marrakech**

*Vous nous avez accordé un grand honneur en acceptant de présider le jury de notre thèse.*

*Nous avons eu la chance et le privilège de travailler sous votre direction, de profiter de votre culture scientifique, vos compétences professionnelles incontestables, ainsi que vos qualités humaines qui vous valent l'admiration et le respect.*

*Puissent des générations et des générations avoir la chance de profiter de votre savoir qui n'a d'égal que votre sagesse et votre bonté.*

*Veillez, Cher Maître, trouver dans ce modeste travail l'expression de notre haute considération et notre profond respect pour avoir guidé les premiers pas de ma carrière.*

**A NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE**  
**MONSIEUR le PROFESSEUR HALIM SAIDI**  
**Professeur de l'Enseignement Supérieure et chef de service de**  
**traumatologie-orthopédie**  
**CHU Mohammed VI- Marrakech**

*Vous m'avez honoré par votre confiance en me confiant cet excellent sujet de Travail.*

*Nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail. Nous avons eu le plus grand plaisir à travailler sous votre direction, nous avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guidé qui nous a reçu en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance.*

*Votre gentillesse extrême, votre compétence pratique, vos qualités humaines et professionnelles ainsi que votre modestie, nous inspirent une grande admiration et un profond respect.*

*Nous espérons, cher Maître, de trouver ici, le témoignage de notre Sincère reconnaissance et profonde gratitude.*

**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE**  
**MONSIEUR LE PROFESSEUR ABKARI IMAD**  
**Professeur Agrégé de Traumatologie Orthopédie**  
**CHU MOHAMMED VI- MARRAKECH**

*Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail.*

*Vous êtes un homme de science et un médecin attentif au bien-être de ses patients.*

*C'est avec sincérité que nous vous exprimons notre admiration pour le professeur, mais aussi pour l'homme que vous êtes.*

*Nous avons pu, au cours du stage d'externe passé sous votre direction, apprécier vos qualités humaines, votre savoir-faire et vos compétences scientifiques.*

*Veillez trouver dans ce travail, Cher Maître, l'expression de notre estime et de notre considération.*

**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE**  
**MONSIEUR LE PROFESSEUR ABOU EL HASSAN TAOUFIK**  
**Professeur agrégé d'anesthésie réanimation**  
**CHU MOHAMMED VI - Marrakech**

*Nous sommes particulièrement touchés par la gentillesse avec laquelle vous avez bien voulu accepter de juger ce travail.*

*Votre parcours professionnel, votre compétence incontestable, votre charisme et vos qualités humaines font de vous un grand professeur et nous inspirent une grande admiration et un profond respect.*

*Permettez-nous, Cher Maître de vous exprimer notre profond respect et notre sincère gratitude.*

***A tous les enseignants de la FMPM,***  
***Avec ma reconnaissance et ma haute considération.***

A decorative horizontal frame with ornate scrollwork and flourishes. The frame is symmetrical and features a central rectangular area containing the text. The text is written in a bold, italicized serif font. The frame has a pointed left end and a pointed right end, with intricate scrollwork and floral motifs throughout.

*Liste des Abréviations*

<b>AT</b>	: Accident de travail
<b>ATB</b>	: Antibiotique
<b>ATCD</b>	: Antécédents
<b>ATG</b>	: Antalgique
<b>AS</b>	: Accident de sport
<b>AVP</b>	: Accident de la voie publique
<b>CD</b>	: Chauchoix Duparc
<b>DE</b>	: Date d'entrée
<b>DS</b>	: Date de sortie
<b>ECM</b>	: Enclouage centromédullaire
<b>FE</b>	: Fixateur externe
<b>Fr</b>	: Fracture
<b>HTA</b>	: Hypertension artérielle
<b>IRM</b>	: Imagerie par résonance magnétique
<b>LVN</b>	: Lésion vasculo-nerveuse
<b>MI</b>	: Membre inférieur
<b>MS</b>	: Membre supérieur
<b>TA</b>	: Traumatisme abdominal
<b>TC</b>	: Traumatisme crânien
<b>TDM</b>	: Tomodensitométrie
<b>TT</b>	: Traumatisme thoracique



<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>PATIENTS ET METHODES</b>	<b>4</b>
<b>I. Méthodologie de recherche</b>	<b>5</b>
1. Présentation de l'étude	5
2. Population cible	5
3. Critères d'inclusion	5
4. Critères d'exclusion	5
5. Recueil de données	5
<b>II. Analyse statistique</b>	<b>6</b>
<b>RESULTATS</b>	<b>7</b>
<b>I. Etude Epidémiologique</b>	<b>8</b>
1. Age	8
2. Sexe	9
3. Terrain	10
4. Diagnostic d'admission	11
5. Indications	12
6. Etiologie	12
7. Mécanisme	13
8. Coté atteint	13
9. Membre atteint	14
<b>II. ETUDE CLINIQUE</b>	<b>15</b>
A) Interrogatoire	15
B) Examen clinique	15
<b>III. Etude radiologique</b>	<b>16</b>
1. Examen radiologique	16
2. Siège de fracture	16
3. Etat cutané	17
4. Lésions associées	19
5. Lésions à distance	19
<b>IV. Traitement</b>	<b>20</b>
1. Durée d'hospitalisation	20
2. Délai opératoire	20
3. Soins préopératoires	21
4. Traitement chirurgical	22
5. Soins postopératoires	25
6. Rééducation	26
7. Délai de consolidation	26
8. Durée de la fixation externe	26
<b>V. Complications</b>	<b>27</b>
<b>VI. Résultats Globaux</b>	<b>28</b>
1. Recul	28
2. Perdus de vue	28
3. Résultats fonctionnels	28
<b>ICONOGRAPHIE</b>	<b>29</b>

<b>DISCUSSION</b>	<b>43</b>
<b>I. HISTORIQUE</b>	<b>44</b>
<b>II. Terminologie des fixateurs externes</b>	<b>51</b>
<b>III. Types de Fixateurs Externes</b>	<b>53</b>
1. Les fixateurs à deux éléments	53
2. Les fixateurs à trois éléments	61
<b>IV. Bases mécaniques de la fixation externe</b>	<b>71</b>
1. Biomécanique de la fixation diaphysaire	71
2. Biomécanique de la fixation épiphysaire	77
<b>V. Etude épidémiologique</b>	<b>80</b>
1. Age	80
2. Sexe	80
3. Etiologie	81
4. Coté atteint	82
5. Mécanisme	83
6. Membre atteint	83
<b>VI. Etude Anatomopathologique</b>	<b>85</b>
1. Siège de la fracture	85
2. Type du traumatisme	85
3. L'état cutané	86
<b>VII. Traitement par fixateur externe</b>	<b>87</b>
1. Délai opératoire	87
2. Indications du fixateur externe dans la littérature	89
3. Types des Fixateurs externes	104
4. Comparaison des indications du FE Hoffmann selon la littérature	106
5. Comparaison des segments d'application du FE selon la littérature	107
6. Prise en charge des lésions cutanées ouvertes	108
7. Rééducation	109
8. Ablation du fixateur externe	111
<b>VIII. COMPLICATIONS</b>	<b>115</b>
1. Complications peropératoires	115
2. Complications évolutives	119
3. Complications tardives	123
<b>IX. Analyse des résultats</b>	<b>127</b>
1. Recul	127
2. Résultats globaux	127
<b>X. Recommandations</b>	<b>129</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>130</b>
<b>RESUMES</b>	<b>132</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>139</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>145</b>



---

*INTRODUCTION*



---

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

La fixation externe est une méthode qui assure la stabilité d'un ou plusieurs segments osseux par la mise en place de fiches raccordées à l'extérieur à des appareils mécaniques [1].

Depuis leur invention, les fixateurs externes n'ont pas cessé d'évoluer [2, 3,4].

Ils sont actuellement devenus plus stables et maniables, facilitant la réduction des fractures et leurs indications se sont élargies [1,5].

Leur utilisation continuerait à se développer, sans parler de la modernisation de l'appareil de fixation externe.

Par rapport aux méthodes d'ostéosynthèse interne, la fixation externe comporte des avantages importants, mais également de sérieux inconvénients. L'avantage principal est l'absence d'implant interne au niveau du foyer, réduisant le risque infectieux en situation à risque ; les seuls dispositifs implantés sont les fiches, insérées à distance du site traumatisé.

La fixation externe est dès lors la technique de choix pour l'ostéosynthèse des fractures ouvertes contaminées et des pseudarthroses septiques.

La mise en place du fixateur répond aux principes généraux de la fixation externe, mais quelques détails méritent d'être précisés :

Peut être utilisé comme une fixation temporaire ou définitive, avec fixation interne retardée, comme supplément à la fixation interne, ou comme le seul traitement,

L'utilisation d'un fixateur externe impose d'en connaître les propriétés biomécaniques, mais également de respecter les contraintes anatomiques et fonctionnelles,

## **La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications**

---

Les barres de distraction-compression permettent de corriger des défauts d'axe résiduels,

Le positionnement du montage se fait de manière à ce qu'il ne compromette ni la réalisation ultérieure d'un lambeau de couverture, ni l'analyse radiologique par superposition sur le foyer ou l'interligne articulaire (sinon il faut prévoir au moins une possibilité d'allègement transitoire du montage).

Devant ces progrès thérapeutiques de nombreux problèmes se créent et de nombreuses questions se posent :

- ❖ quelle est la place de la fixation externe en pathologie traumatologique orthopédique ?
- ❖ quelles sont ses indications précises ? sont-elles toujours les mêmes ?
- ❖ quels sont les aspects évolutifs et le devenir de ces patients traités par fixateur externe ?

À la lumière d'une étude rétrospective étalée sur une période de 05 ans au sein du service de traumatologie orthopédique B du CHU Med VI de Marrakech, nous allons essayer de répondre à ces questions.



*Patients et Méthodes*

## **I. Méthodologie de recherche :**

### **1. Présentation de l'étude :**

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive étalée sur une période de 05 ans, allant du 1<sup>er</sup> janvier 2012 jusqu'au 31 décembre 2016, portant sur la place de la fixation externe au sein du service de Traumatologie Orthopédie B du centre hospitalier universitaire Mohammed VI de Marrakech.

### **2. Population cible :**

L'ensemble des patients admis au service de Traumatologie Orthopédie B du centre hospitalier universitaire Mohammed VI de Marrakech entre le 1<sup>er</sup> janvier 2012 et le 31 décembre 2016, traités par la mise en place d'un ou de plusieurs fixateurs externes, soient 300 patients.

### **3. Critères d'inclusion :**

Tous les patients traités par fixateur externe et ayant été hospitalisés durant la période d'étude.

### **4. Critères d'exclusion :**

Patients perdus de vue

Dossiers incomplets ou non retrouvés

### **5. Recueil de données :**

Tous les dossiers des malades hospitalisés durant la période de l'étude ont été analysés, mais seulement 300 dossiers ont été retenus et ont fait l'objet de recueil de données à l'aide d'une fiche d'exploitation (annexe).

## **II. Analyse statistique :**

- Les données ont été saisies à l'aide du logiciel Microsoft office Excel 2010.
- L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS version 2017
- Les différents paramètres ont été calculés et ont fait l'objet d'une analyse uni-variée, les variables qualitatives sont exprimées en pourcentage, alors que les variables quantitatives sont exprimées en moyenne avec écart-type.



*Résultats*

## **I. Etude Epidémiologique :**

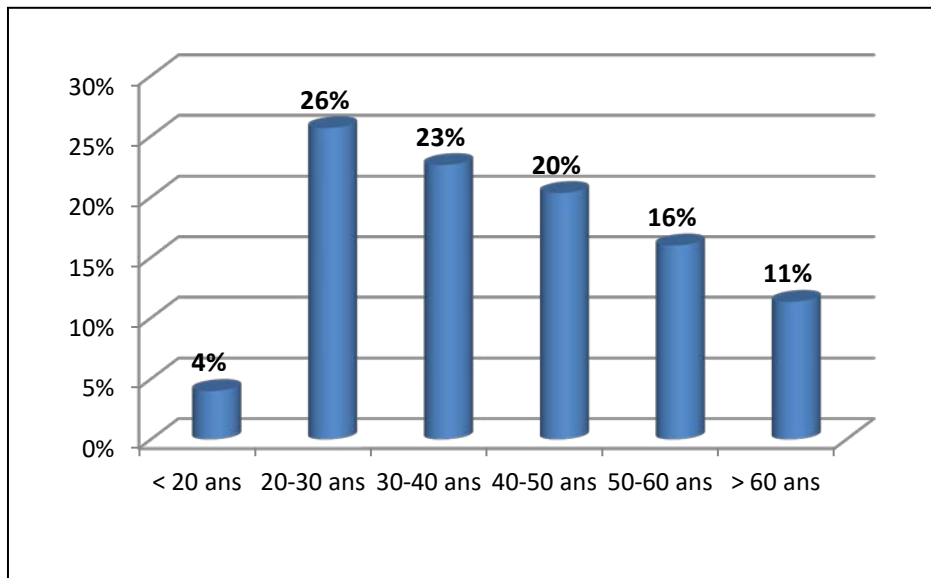
### **1. Age :**

Dans notre série l'âge moyen de nos patients était de 38 ans, avec des extrêmes allant de 17 à 77 ans.

On observe particulièrement un pic de fréquence entre 20 et 30 ans (26%), 69% des cas étaient âgés entre 20 et 50 ans.

**Tableau I : Répartition des patients par tranche d'âge**

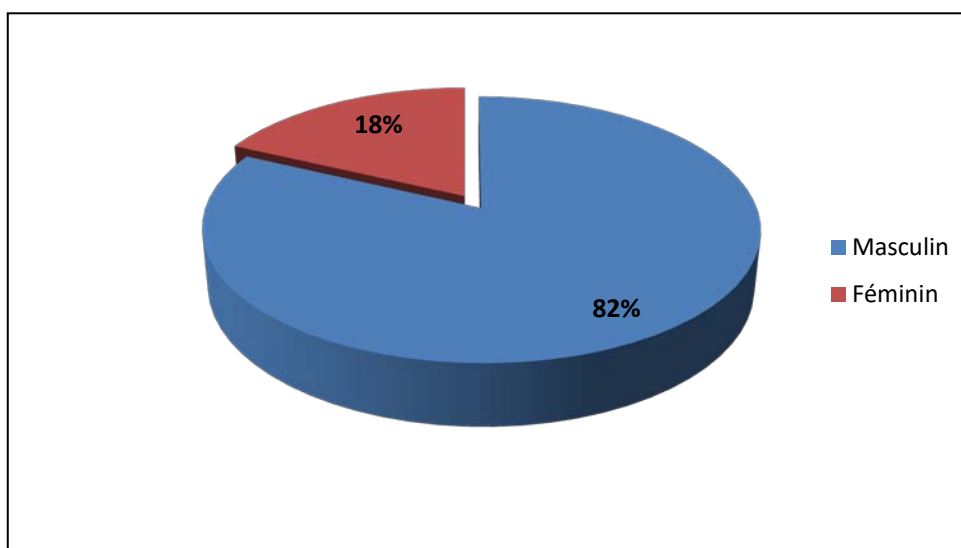
<b>Tranche d'Age</b>	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
< 20 ans	12	4%
20-30 ans	77	26%
30-40 ans	68	23%
40-50 ans	61	20%
50-60 ans	48	16%
> 60 ans	34	11%



**Figure 1 : Répartition des patients par tranche d'âge**

## **2. Sexe :**

Parmi les 300 patients étudiés, une nette prédominance masculine a été notée avec 246 cas de sexe masculin soit 82 % et 54 cas de sexe féminin soit 18 %, avec un sexe-ratio de 4,55.



**Figure 2 : Répartition des cas selon le sexe**

### **3. Terrain :**

Dans notre série, 204 patients (soit 68 %) n'avaient pas d'antécédents pathologiques notables, alors que 96 patients (soit 32%) en avaient.

**Tableau II : Répartition des cas selon les antécédents**

<b>Antécédents</b>	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
Toxique	42	14
Diabète	25	8,33
HTA	13	4,31
Chirurgie	11	3,66
Psychose	5	1,70
Pas d'ATCDs	204	68

#### **4. Diagnostic d'admission :**

Le diagnostic d'admission le plus fréquent dans notre série était représenté par la fracture de la jambe chez 133 patients soit 41.6 % des cas.

**Tableau III : Répartition des cas selon le diagnostic d'admission:**

<b>Diagnostic</b>	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage %</b>
Fr. jambe	133	41,6
Fr. Pilon tibial	44	13,8
Fr. poignet	28	8,8
Fr. plateau tibial	25	7,9
Pseudarthrose septique	20	6,3
Fr. fémur	12	3,8
Fr. luxation cheville	11	3,5
Fr. humérus	7	2,2
Luxation radio-carpienne	6	1,9
Ecrasement membre	6	1,9
Genou flottant	5	1,6
Sepsis sur matériel	5	1,6
Traumatisme du bassin	4	1,5
Fr. avant-bras	3	1
Fr. Pathologique	3	1
Luxation genou	2	0,7
Fr. de la main	2	0,7
Subamputation	1	0,4
Coaptation trochanteroiliaque	1	0,4

## **5. Indications :**

On note que l'indication principale de pose de fixateur externe dans notre série était les fractures ouvertes (60,66 %), suivie par les fractures comminutives dans 19,66 % des cas, comme traitement par ligamentotaxis (10,33 %), dans les pseudarthroses septiques à 6,66 % des cas et enfin dans les luxations pures à 2,66 % des cas.

**Tableau IV : Répartition des cas selon les indications :**

Indications		Effectif	Pourcentage(%)
Fracture ouverte		182	60.66
Fracture complexe	Articulaire	37	12.33
	Extra articulaire	22	7.33
Ligamentotaxis		31	10.33
Pseudarthrose septique		20	6.66
Luxation pure		8	2.66

## **6. Etiologie :**

L'étiologie la plus fréquente dans notre série était représentée par les accidents de la voie publique (AVP), 206 cas soit 68,66%.

**Tableau V : Répartition des cas selon l'étiologie :**

La Cause	Effectif	Pourcentage (%)
AVP	206	68,66%
Chute	40	13,33%
Accident de travail	27	9,02%
Agression	16	5,33%
Accident de sport	11	3,66%

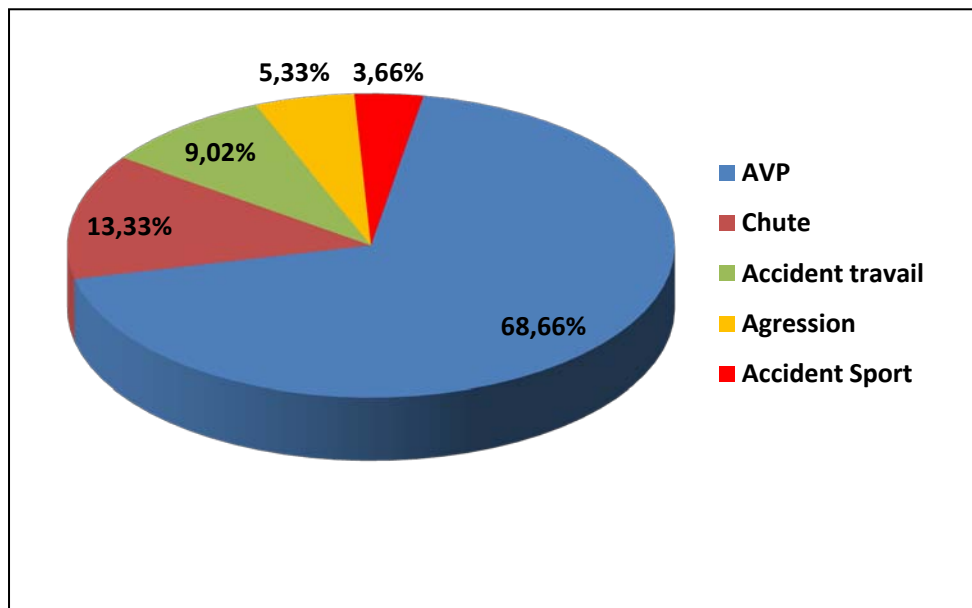


Figure 3 : Répartition des patients selon l'étiologie

### 7. Mécanisme :

Les mécanismes responsables des lésions étudiées sont combinés et complexes à des degrés variables :

- Direct dans 188 cas soit 62,6 %
- Indirect 27 cas soit 9 %
- Non précisé 85 cas soit 28,4 %

### 8. Côté atteint :

D'après l'analyse de notre série, on trouve:

- ❖ 170 cas avec une atteinte du côté droit soit 57%
- ❖ 123 cas avec une atteinte du côté gauche soit 41%
- ❖ 7 cas avec une atteinte bilatérale soit 2%

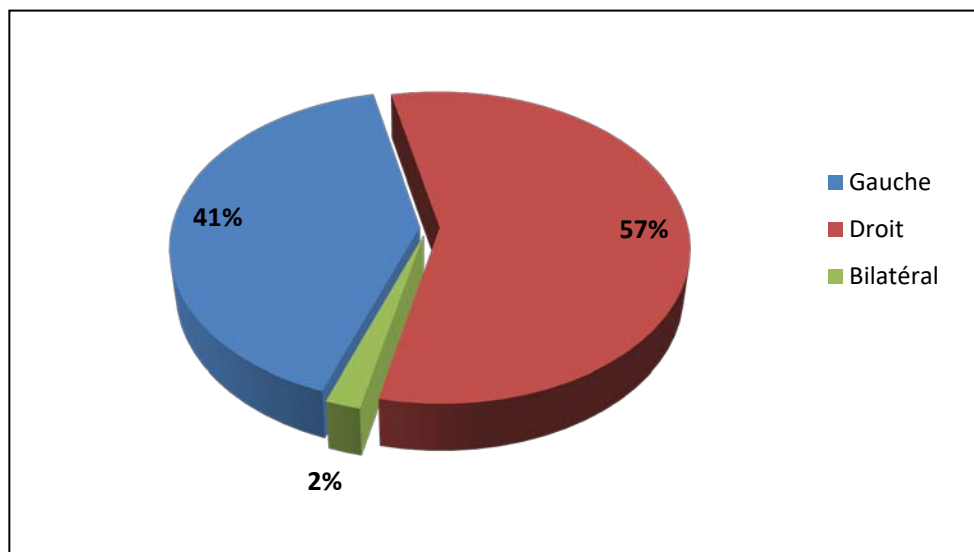


Figure 4 : Répartition des patients selon le côté atteint

### 9. Membre atteint :

Prédominance de l'atteinte du membre inférieur dans 240 cas soit 80% contre 60 cas soit 20 % d'atteinte du membre supérieur.

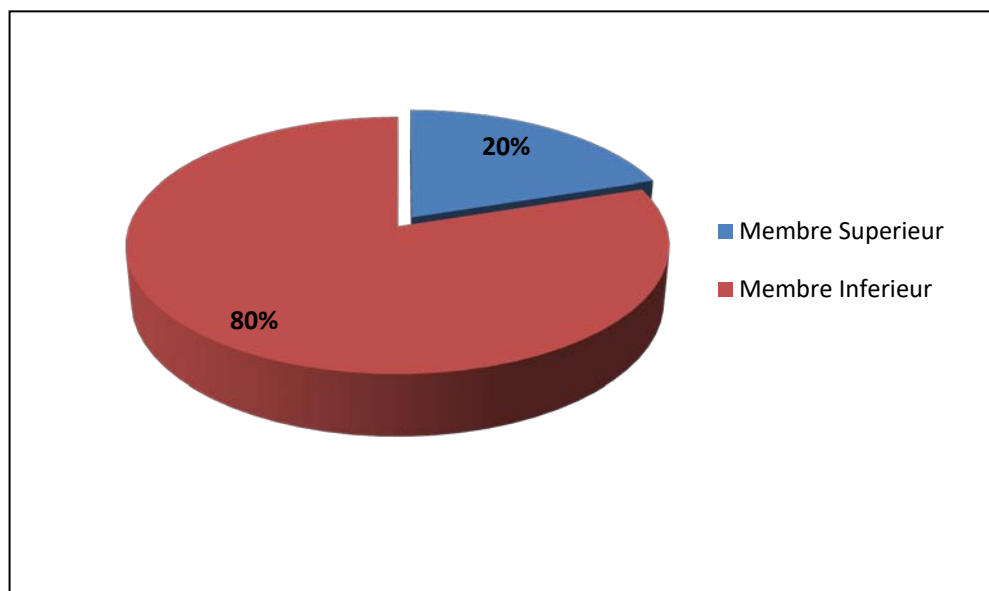


Figure 5 : Répartition des patients selon le membre atteint

## **II. ETUDE CLINIQUE :**

La prise en charge initiale s'appuie sur:

### **A. Interrogatoire : précise :**

- ✓ L'âge du patient et sa profession.
- ✓ Les antécédents médicaux et chirurgicaux et traitement en cours.
- ✓ Lieu et l'heure de l'accident
- ✓ L'heure du dernier repas pour une éventuelle anesthésie.
- ✓ Causes et mécanisme du traumatisme
- ✓ Signes fonctionnels : douleur, craquement, impotence fonctionnelle ...

### **B. Examen clinique :**

#### **1. Inspection :**

Précise le siège du traumatisme et permet d'évaluer l'état cutané à la recherche d'une ouverture ou d'une contusion des parties molles.

#### **2. Palpation :**

Recherche des points douloureux exquis, une crépitation osseuse, ou des fragments osseux qui pointent sous la peau.

#### **3. Examen locorégional:**

Il doit apprécier :

- L'état de la peau : selon la classification de Cauchoix Duparc
- Complications musculaires
- L'état des articulations sus et sous-jacentes.
- Complications vasculaires : par la palpation des pouls périphériques, l'étude de la coloration et la chaleur des extrémités
- Recherche de lésion nerveuse par l'étude de la mobilité et la sensibilité.

#### **4. Examen général :**

Permet d'évaluer les trois appareils vitaux à la recherche d'une détresse respiratoire, hémodynamique ou neurologique et permet de rechercher d'autres lésions associées.

### **III. Etude radiologique :**

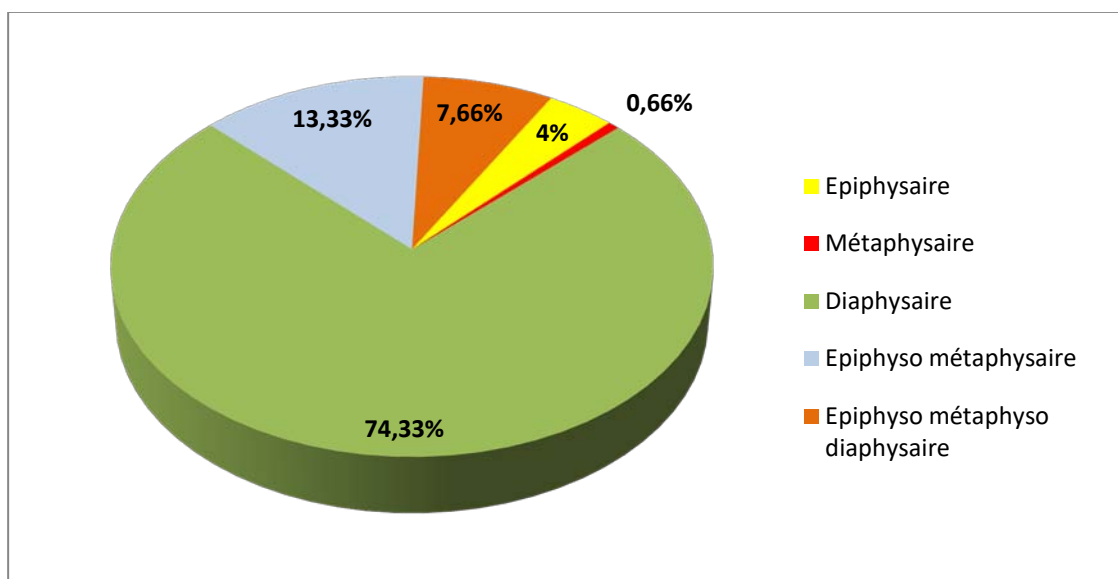
#### **1. Examen radiologique :**

- Un bilan radiologique comportant des radiographies standards de face et de profil du membre concerné avec prise des articulations sus et sous-jacentes était réalisé pour tous nos patients.
- Les radiographies du bassin, du thorax et du rachis ainsi que l'échographie abdominale et la TDM cérébrale étaient systématiquement demandés chez tous les patients polytraumatisés.
- D'autres incidences radiologiques ont été demandées en fonction des signes d'appels ou des lésions associées.

#### **2. Siège de la fracture :**

**Tableau VI : Répartition selon siège de la fracture**

<b>Siège</b>	<b>Nombre de cas</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
Epiphysaire	12	4
Métaphysaire	2	0.66
Diaphysaire	223	74.33
Epiphyso métaphysaire	40	13.33
Epiphysométaphyso diaphysaire	23	7.66



**Figure 6 : Répartition des cas selon le siège de fracture**

### 3. Etat cutané :

L'ouverture cutanée était absente chez 43 patients soit un pourcentage de 14,4% et présente dans 257 cas soit un pourcentage de 85,6 % qui se répartissent comme l'indique le tableau ci-dessous selon la classification de Cauchoix et Duparc :

Tableau VII : Répartition de l'ouverture cutanée selon (Cauchoix et Duparc)

Type de lésion	Nombre de cas	Pourcentage (%)
I	75	25%
II	141	47%
III	41	13,6%

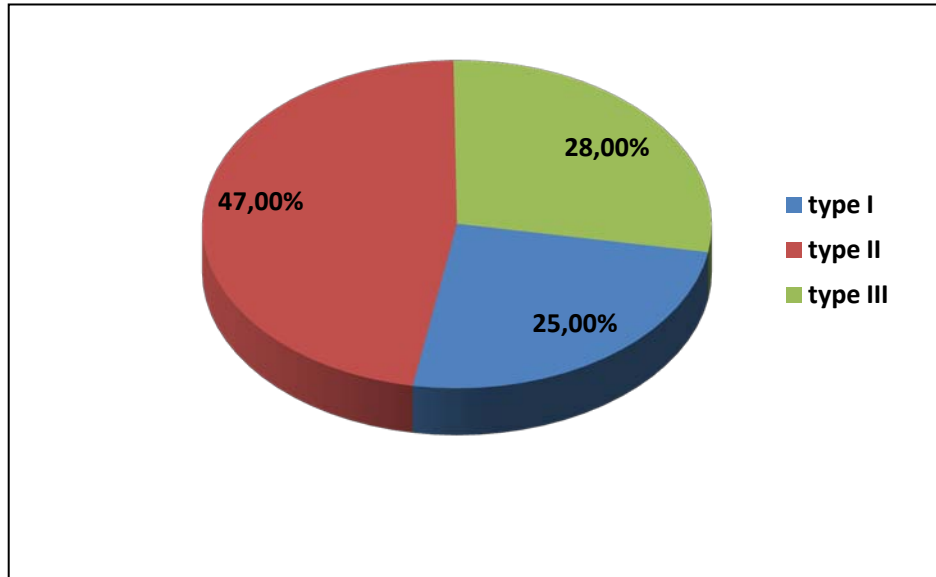


Figure 7 : Répartition de l'ouverture cutanée selon Cauchoix et Duparc

#### **4. Lésions associées :**

##### **a) Les lésions artérielles**

Les lésions vasculaires ont été retrouvées dans 6 cas (2 %) sous forme de section partielle ou totale ou de contusion répartis comme suite :

- Artère tibiale antérieure dans 01 cas
- Artères tibiales antérieures et postérieures dans 03 cas
- Artère tibiale postérieure et pédieuse dans 01 cas
- Artère poplitée dans 01 cas

##### **b) Les lésions nerveuses :**

Nous avons observé des lésions nerveuses chez 4 patients (1,4%) à type de section ou de contusion qui siégeaient au niveau des nerfs tibials antérieurs dans 2 cas et tibials postérieurs dans 2 cas.

#### **5. Lésions à distance :**

Les lésions associées ont été observées chez 143 patients soit 47.6 % des cas qui sont répartis comme suite :

- Traumatisme crânien dans 24 cas soit 8%
- Traumatisme abdominal dans 9 cas soit 3%
- Traumatisme thoracique dans 5 cas soit 1.6%
- Polytraumatisé dans 32 cas soit 10,7%
- Polyfracturé chez 73 cas soit 24,3 %

## **IV. Traitement :**

### **1. Durée d'hospitalisation :**

La durée moyenne d'hospitalisation est de 13 jours, avec des extrêmes allant de 6 à 97 jours.

### **2. Délai opératoire :**

Dans notre série, le délai était en moyenne de 2 jours avec un minimum du même jour du traumatisme et un maximum de 21 jours pour les raisons suivantes :

- ❖ Retard de transport du blessé,
- ❖ Retard d'hospitalisation par manque de place,
- ❖ Séjour en réanimation ou dans un autre service,
- ❖ Transfert dans d'autres structures hospitalières,
- ❖ Traitement traditionnel (jbira) préalable,
- ❖ Problèmes d'équipement du bloc opératoire,
- ❖ Problèmes de disponibilité du matériel d'ostéosynthèse.

**Tableau VIII : Répartition selon le délai d'intervention chirurgicale**

<b>Délai opératoire</b>	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
Dans les 24h	139	46.4
Entre 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> jours	96	32
Entre 4 <sup>ème</sup> et 7 <sup>ème</sup> jours	51	17
Plus d'une semaine	14	4.6

**3. Soins préopératoires:**

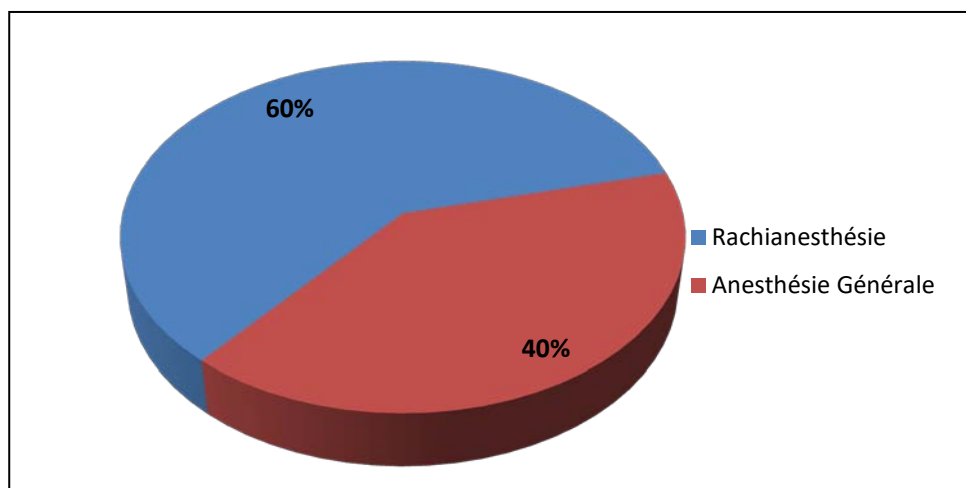
- Dans l'attente du traitement chirurgical, les patients ont été mis en condition
- Immobilisation dans une attelle plâtrée permettant ainsi de diminuer la douleur, soulager les parties molles afin d'éviter d'aggraver sa souffrance, réduire le risque de déplacement et de placer les fractures dans des meilleures conditions anatomiques,
- Prescription d'anti-inflammatoires non-stéroïdiens et d'antalgique en dehors des contre-indications.
- Anticoagulant dès l'admission en prophylaxie des maladies thromboemboliques à base d'héparinothérapie de bas poids moléculaire poursuivie pendant 30 jours.
- Toutes les lésions ouvertes ont bénéficié en urgence d'un parage de la plaie avec une sérothérapie et vaccination antitétanique et une antibiothérapie de type Amoxicilline-acide clavulanique, l'antibiothérapie était également préconisée dans les cas avec état cutané à risque.

#### **4. Traitement chirurgical :**

##### **a) Anesthésie :**

Deux types d'anesthésie ont été utilisés :

- générale chez 120 patients soit 40 %des cas.
- locorégionale sous forme d'une rachianesthésie chez 180 patients soit 60 % des cas.



**Figure 8 : Répartition selon le type d'anesthésie**

##### **b) Le parage :**

- Le parage a été réalisé en urgence chez 257 patients, soit 85.6 % cas en salle d'opération avec une asepsie rigoureuse.
- Il a consisté d'abord en un lavage soigneux à l'aide d'une solution antiseptique, puis en un parage chirurgical avec une exploration permettant de définir exactement le type et l'étendue des dégâts cutanés, d'enlever les débris et les corps étrangers et d'exciser les zones contuses dévitalisées, puis en un lavage soigneux des extrémités osseuses avant la fixation osseuse.
- En fin d'intervention, une antibiothérapie curative intraveineuse était administrée afin d'éviter l'évolution vers l'infection.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

### c) Type du fixateur externe :

- FE type Hoffmann a été utilisé chez 175 patients soit 58,4%
  - ❖ En mono jeu chez 85 cas soit 48,5%
  - ❖ En double jeu chez 90 cas soit 51,5%
- FE type Orthofix a été utilisé chez 89 patients soit 29,7%,
- FE type Low-cost a été utilisé chez 34 patients soit 11,2%
- FE type Ilizarov a été utilisé chez 1 patient soit 0,4%
- FE type minifixateur a été utilisé chez 1 patient soit 0,4%

### d) Siège d'application du fixateur externe :

**Tableau IX : Répartition selon le siège d'utilisation du fixateur externe**

Siège	Effectif	Pourcentage (%)
Jambe	152	50,6
Cheville	64	21,3
Poignet	31	10,3
Genou	21	7
Cuisse	12	4
Bras	9	3
Bassin	4	1,3
Avant-bras	3	1
Coude	3	1
Main	1	0,3

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

### e) Type et siège d'application du fixateur externe :

**Tableau X: Répartition selon le type et le siège d'application du fixateur externe**

Siège	FE Hoffmann		FE Orthofix		FE Lowcost	
	Effectif	Pourcentage (%)	Effectif	Pourcentage (%)	Effectif	Pourcentage (%)
Cheville	50	16,6	10	3,3	4	1,3
Jambe	79	26,3	53	17,6	20	6,6
Genou	10	3,3	20	6,6	4	1,3
Cuisse	2	1	4	1,6	6	2
Poignet	29	9,6	2	0,6	----	----

### f) Ostéosynthèse associée au FE :

Nous avons eu recours à l'ostéosynthèse interne associée au FE dans 178 cas, soit un pourcentage de 59,3 %, il s'agissait de :

- L'embrochage a été utilisé dans 84 cas soit 28 %
- Le vissage a été utilisé dans 57 cas soit 19 %
- la plaque vissée a été utilisée dans 37 cas soit 12,3%

### g) Gestes de couverture:

Les gestes associés au fixateur externe ont été nécessaires dans 54 cas soit 18 % des cas :

- Une greffe de peau dans 33 cas (11%)
- Une couverture par lambeau dans 21 cas (7%)

### h) Traitement secondaire :

Le traitement secondaire le plus utilisé est celui de l'enclouage centromédullaire chez 39 patients soit 13% des cas.

**Tableau XI: Répartition selon le traitement secondaire**

Traitement secondaire	Effectif	Pourcentage (%)
ECM	39	13
Vissage	11	3.6
Plaque	3	1

## 5. Soins postopératoires :

À la fin de l'intervention, un pansement légèrement compressif est appliqué au niveau de la plaie. Les soins sont d'autant plus fréquents que les dégâts cutanés sont importants.

Les fiches du fixateur sont couvertes par des compresses sèches.

Des soins locaux sont réalisés avec une solution antiseptique pour éviter l'infection.

Une radiographie de contrôle (face/profil) en postopératoire immédiat était systématique chez tous nos patients.

Une immobilisation complémentaire par attelle a été réalisée chez tous les patients opérés.

Finalement, on propose un traitement médical à base d'antibiothérapie prophylactique qui a consisté le plus souvent en amoxicilline protégée ou une céphalosporine 2ème génération, une héparine de bas poids moléculaire en postopératoire pendant 1 mois au minimum pour les fractures du membre inférieur.

## **6. Rééducation :**

- ✚ Volet important du traitement, tous nos patients ont bénéficié d'une rééducation fonctionnelle en postopératoire.
- ✚ Elle vise la prévention des phlébites, le drainage lymphatique manuel permet la prévention des raideurs et des amyotrophies, mais c'est à l'ablation du fixateur et à la reprise d'appui qu'elle prend toute sa place.
- ✚ L'apprentissage par le patient d'une auto-kinésithérapie fait partie intégrante du traitement et contribue à assurer l'autonomie du patient.

## **7. Délai de consolidation :**

La consolidation a été obtenue, chez nos patients, dans un délai moyen de 3,9 mois, avec des extrêmes allant de 6 semaines à 6 mois.

## **8. Durée de la fixation externe :**

Dans notre série, nous avons noté une durée moyenne de fixation externe de 4.1 mois, avec des extrêmes allant de 1 mois à 15 mois.

Chez certains patients, l'ablation du fixateur était suivie de la mise en place d'une immobilisation plâtrée.

## V. Complications :

Elles sont représentées dans notre étude par le tableau suivant :

**Tableau XII : Répartition des complications**

Complications	Effectif	Pourcentage (%)
Infection	24	8 %
Pseudarthrose	24	8 %
Arthrose	21	7 %
Cal vicieux	20	6.6 %
Raideur	17	5.6 %
Algodystrophie	12	4 %
Retard consolidation	11	3.6 %
Nécrose cutanée	7	2.3 %
Déplacement secondaire	5	1.6 %
Défaut d'axe	3	1 %
Syndrome de loge	2	0.6 %

## VI. Résultats Globaux :

### 1. Recul :

Le recul dans notre série varie entre 4mois et 36mois, avec une moyenne de 15 mois.

### 2. Perdus de vue :

Parmi nos 300 patients, 95 ont été perdus de vue, soit 31,6 % des cas.

### 3. Résultats fonctionnels :

Pour évaluer nos résultats, nous nous sommes basés sur les critères de **STEWART et HUNDELY** pour le membre supérieur et les critères fonctionnels de **VIVE** pour le membre inférieur.

Globalement, nous avons constaté les résultats suivants :

- 80 patients avaient un résultat global **très bon** soit **39,82%**
- 72 patients avaient un résultat global **bon** soit **35,12 %**
- 37 patients avaient un résultat global **moyen** soit **18,04%**
- 16 patients avaient un résultat global **mauvais** soit **7,82 %**

74,94% des patients avaient un résultat très bon et bon

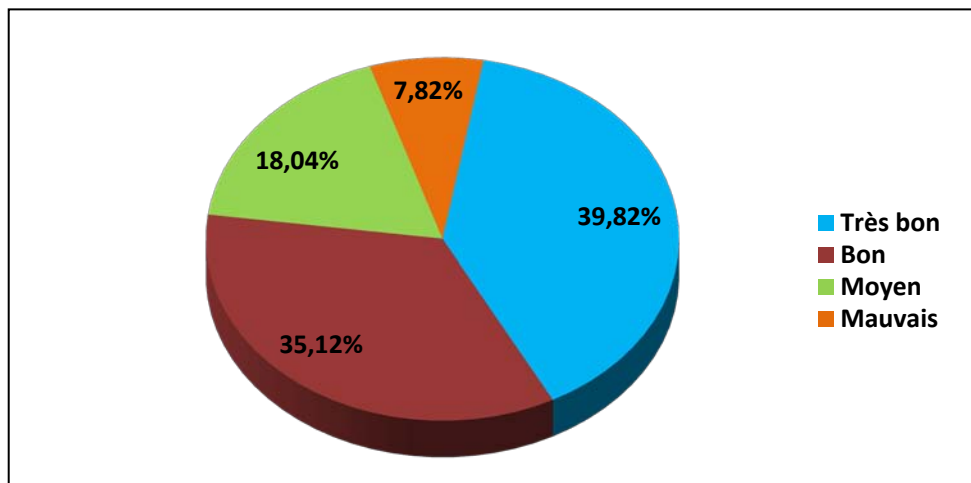
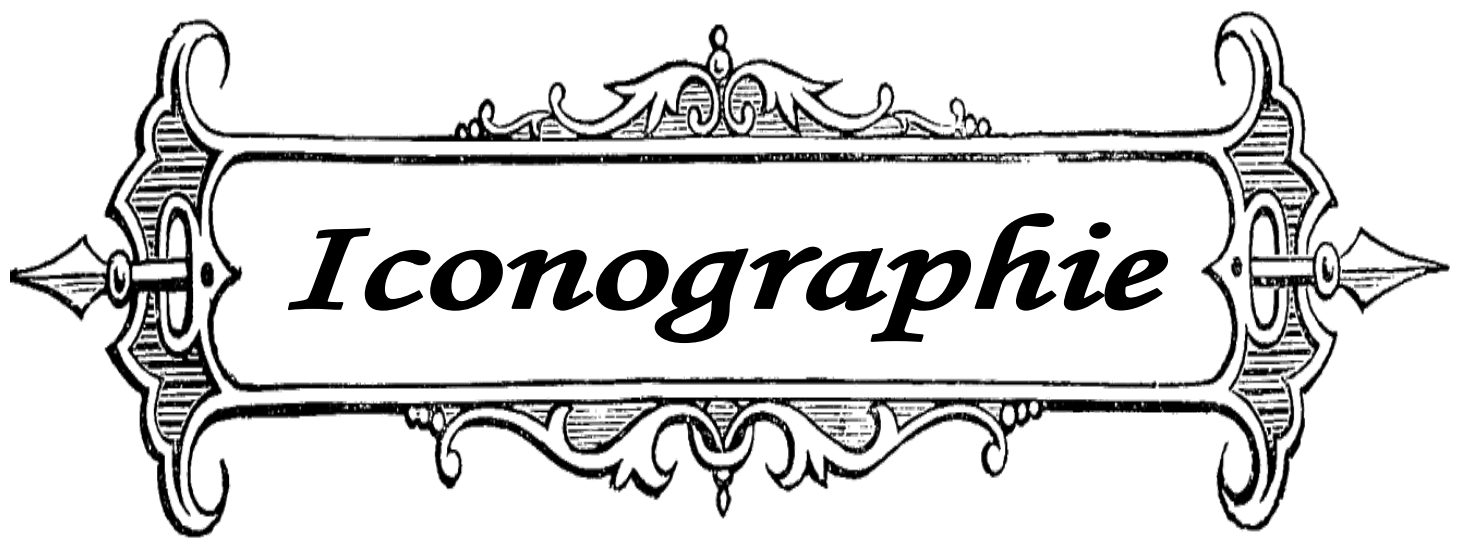
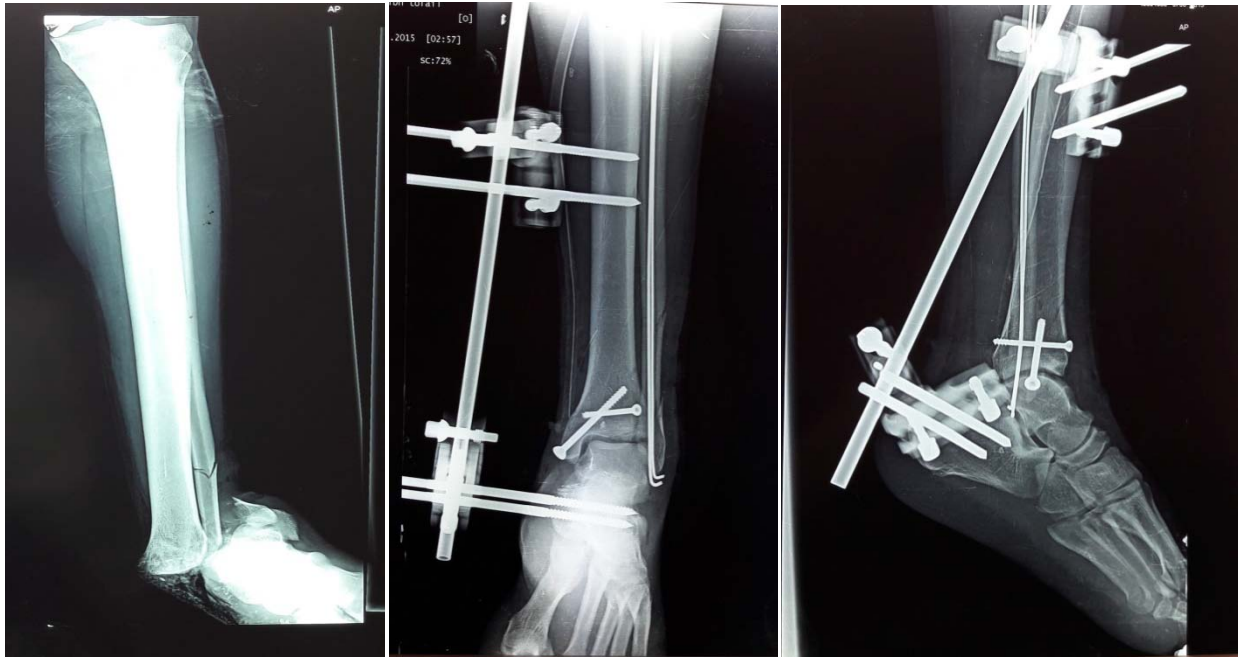


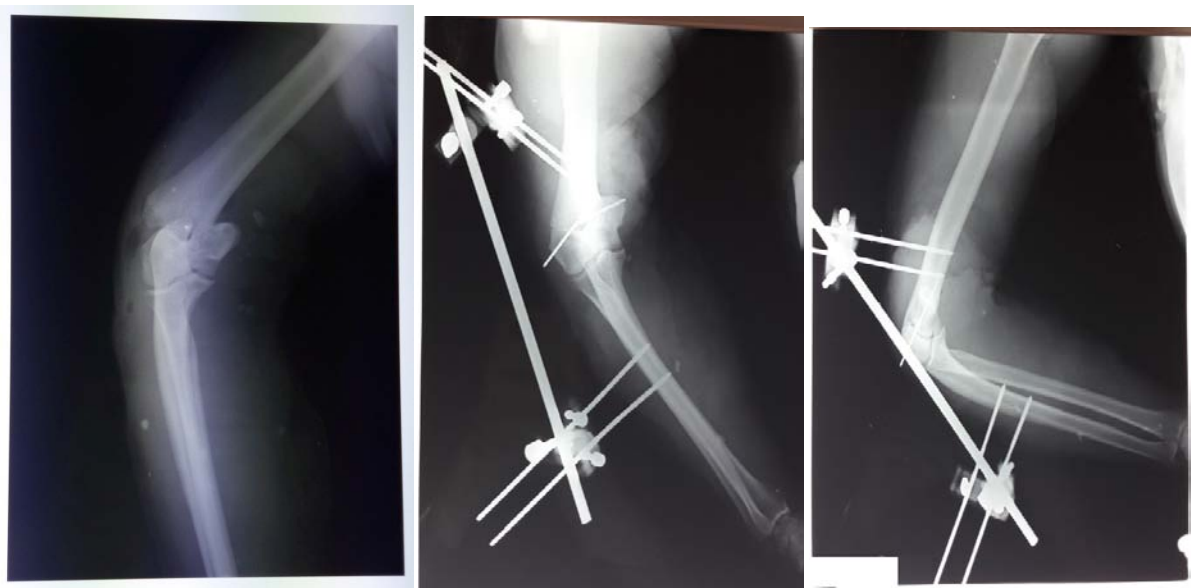
Figure 9 : Résultats globaux de l'état fonctionnel



*Iconographie*



**Figure 10 : Fracture luxation ouverte de la cheville gauche traitée par FE Hoffmann plus vissage malléolaire et embranchage fibulaire.**



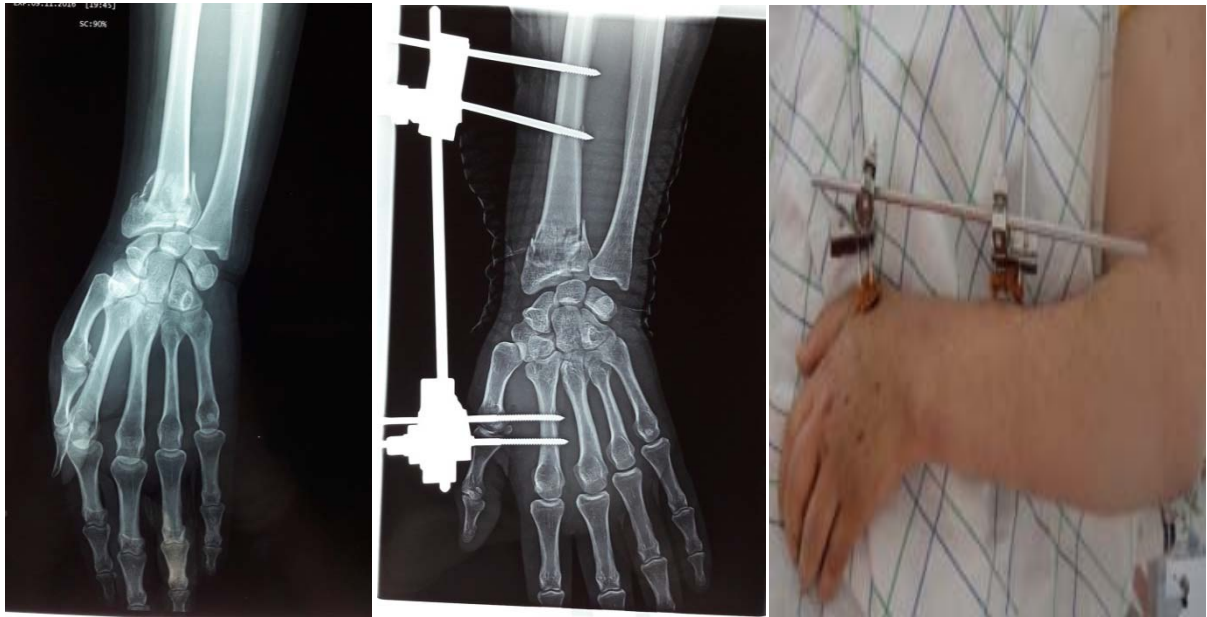
**Figure 11 : Délabrement avant-bras et fracture palette huméral droite traitée par FE Hoffmann humero-ulnaire avec embrochage en X de la palette humérale.**



**Figure 12 : Fracture ouverte de la jambe droite traitée par FE Lowcost**



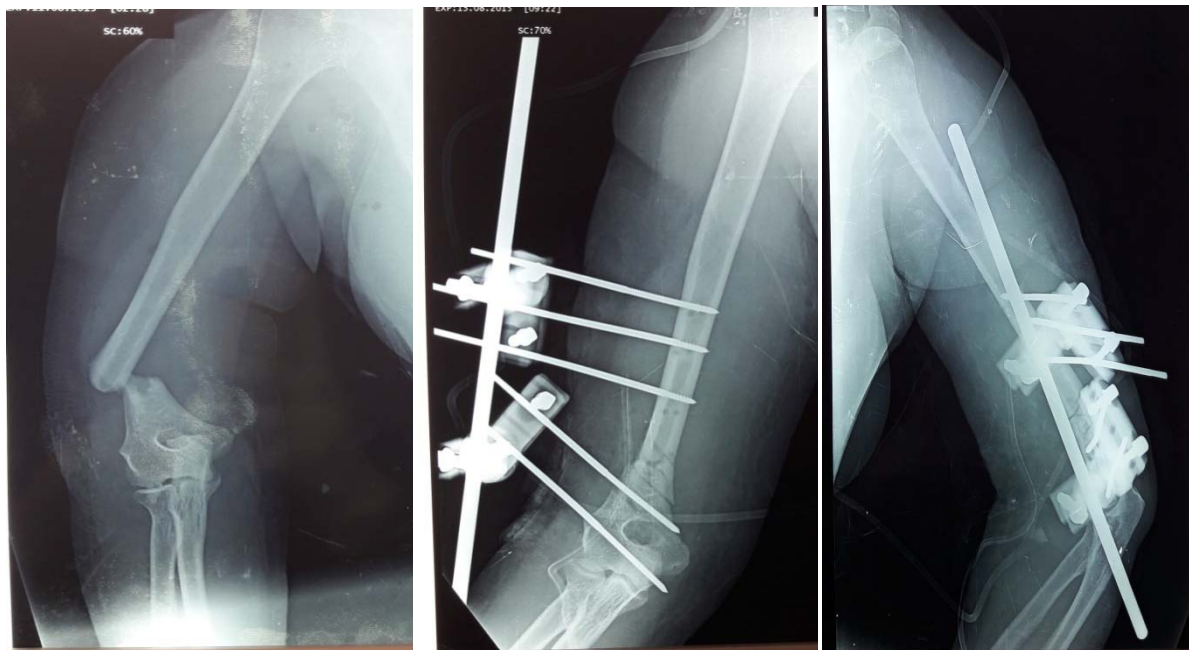
**Figure 13 : Fracture comminutive fermée du fémur droit traitée par FE Orthofix**



**Figure 14 : Fracture fermée de l'extrémité inférieure du radius traitée par FE Hoffmann radio-  
métacarpien**



**Figure 15 : Fracture ouverte comminutive de la jambe traitée par FE Orthofix**



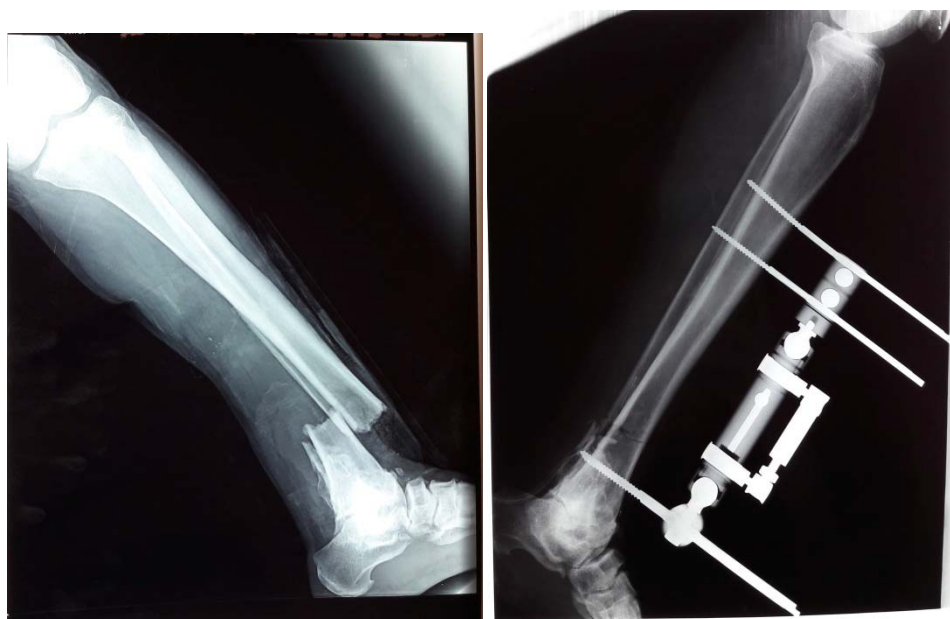
**Figure 16 : Fracture ouverte de l'extrémité inférieure de l'humérus traitée par FE Hoffmann huméro-huméral**



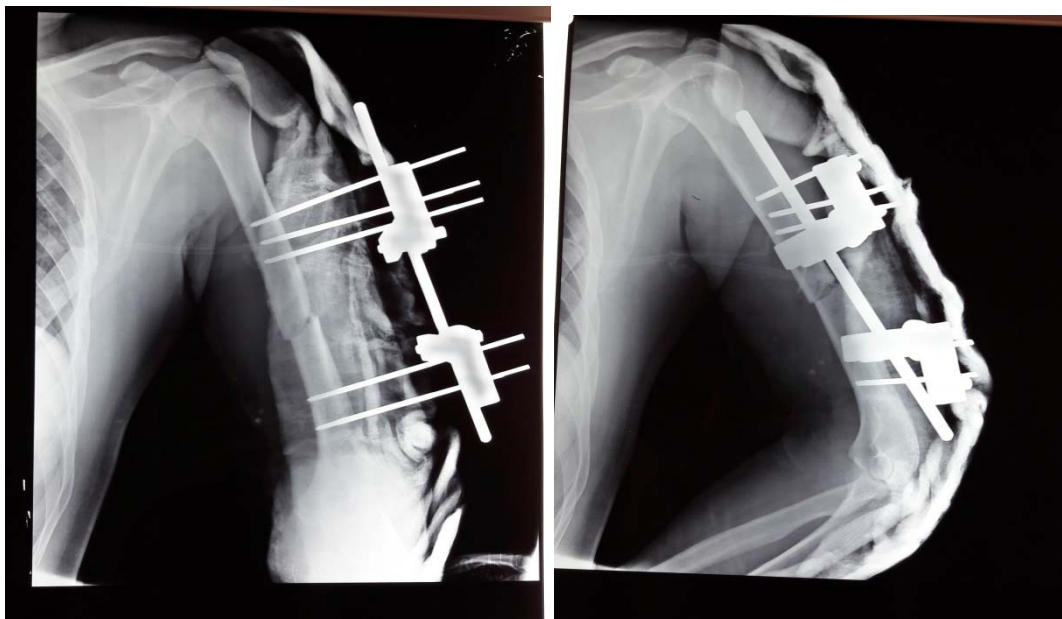
**Figure 17 : Fracture fermée comminutive du pilon tibial traitée par FE Hoffmann double jeu avec embrochage malléolaire**



**Figure 18 : Fracture fermée du plateau tibial traitée par FE Orthofix en T avec vissage**



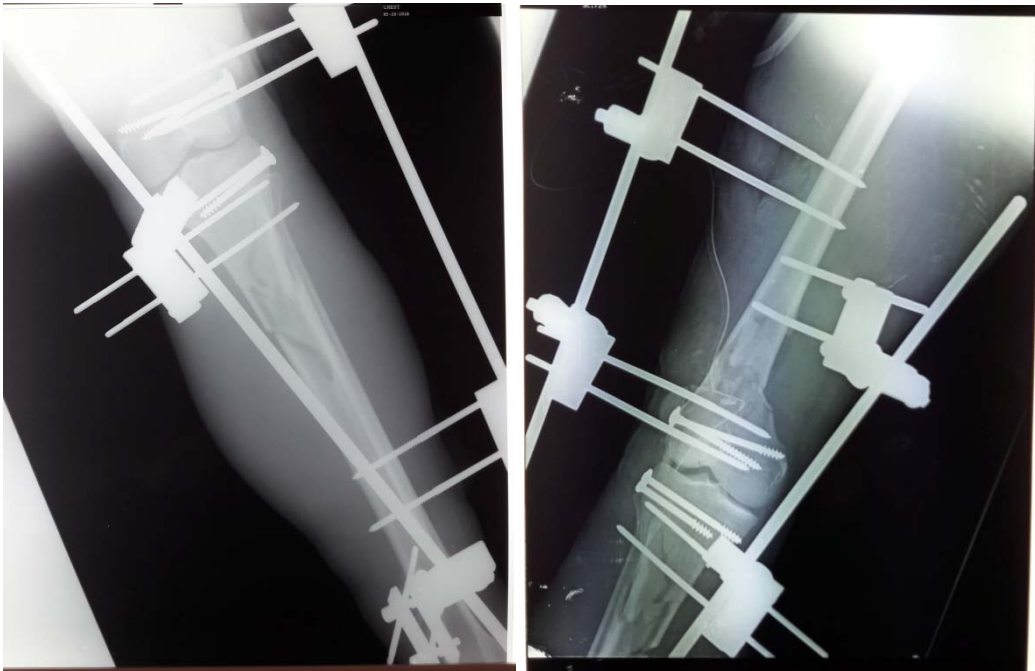
**Figure 19 : Fracture Ouverte du 1/3 inferieur de la jambe gauche traitée par FE Orthofix en T**



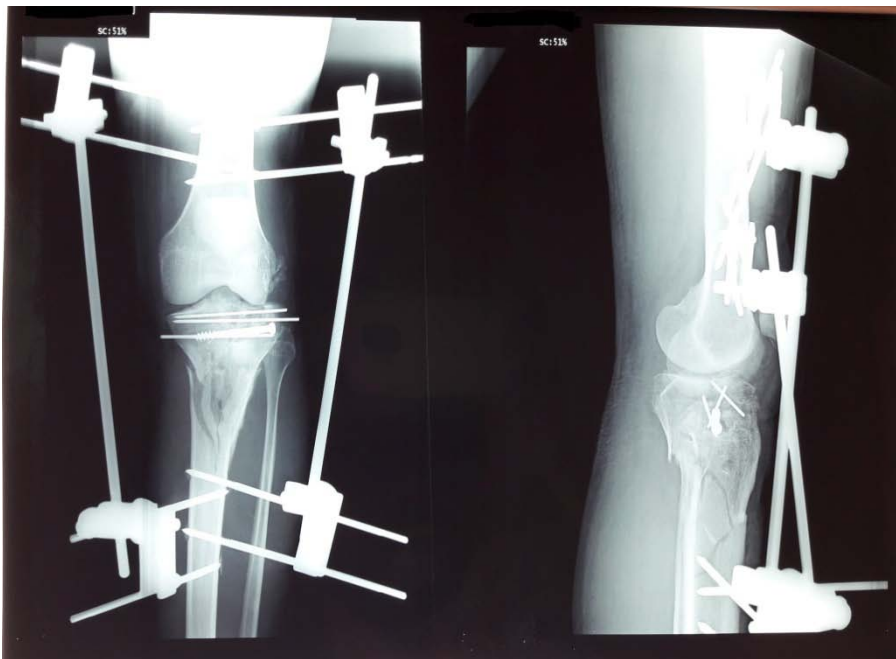
**Figure 20 : Fracture ouverte diaphysaire de l'humérus gauche traitée par FE Hoffmann**



**Figure 21 : Fracture luxation fermée de la hanche gauche traitée par FE Hoffmann ilio-fémoral avec coaptation tête fémoral par fiche**



**Figure 22 : Genou flottant ouvert droit traité par FE Hoffmann en double jeu fémoro-tibial avec un vissage du plateau tibial et des condyles fémoraux**



**Figure 23 : Fracture du plateau tibial fermée traitée par FE Hoffmann double jeu fémoro-tibial avec embrochage et vissage**

Cas N°1 :

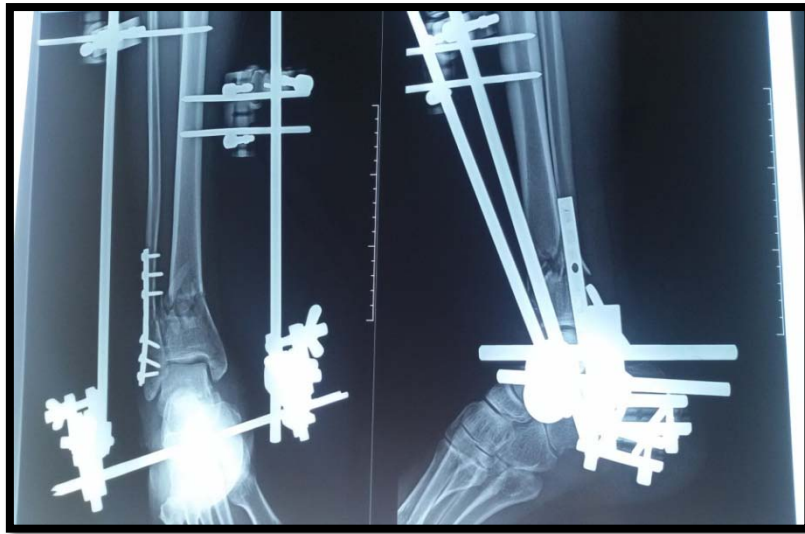


Figure 24: Fracture du pilon tibial traitée par FE d'Hoffmann en double jeux + plaque visée du fibula



Figure 25 : Radiographie de contrôle après 45 jours

Cas N° 2 :



Figure 26 : Fracture du pilon tibial traitée par fixateur d'Hoffmann tibio-calcanéen en deux jeux et embrochage à minima avec plaque vissée du fibula



Figure 27 : Recul de 16 mois avec une bonne évolution radiologique.



**Figure 28 : Recul de 16 mois avec une bonne évolution clinique**

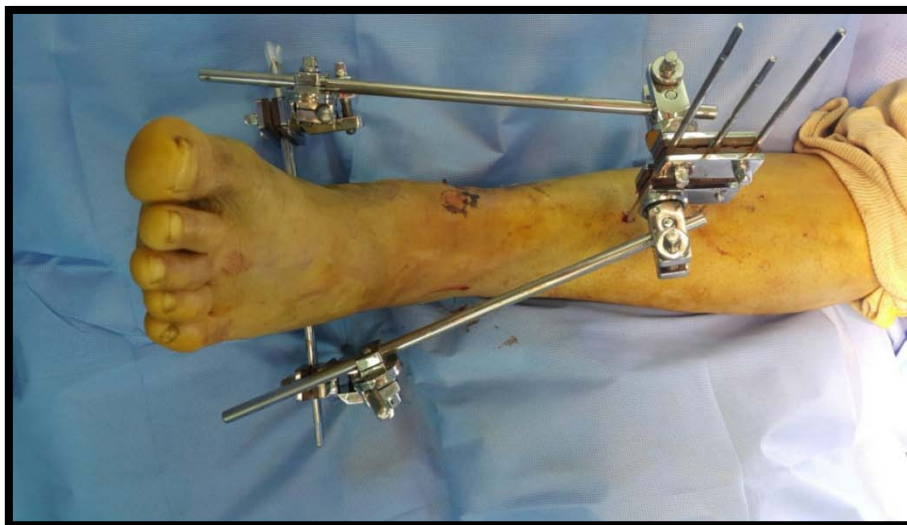
**Cas N°3 :**



**Figure 29 : Cheville œdémateuse + début des phlyctènes**



**Figure 30 : Fracture fermée du pilon tibial + fracture de la malléole externe dans un contexte de souffrance cutanée**



**Figure 31 : Fracture du pilon tibial traitée par fixateur externe d'Hoffmann double jeu**



Figure 32 : Recul de 14 mois, Evolution : Cal vicieux en varus

Cas N°4 :



Figure 33 : Recul de 10 mois, Evolution: Pseudarthrose avec déformation en valgus

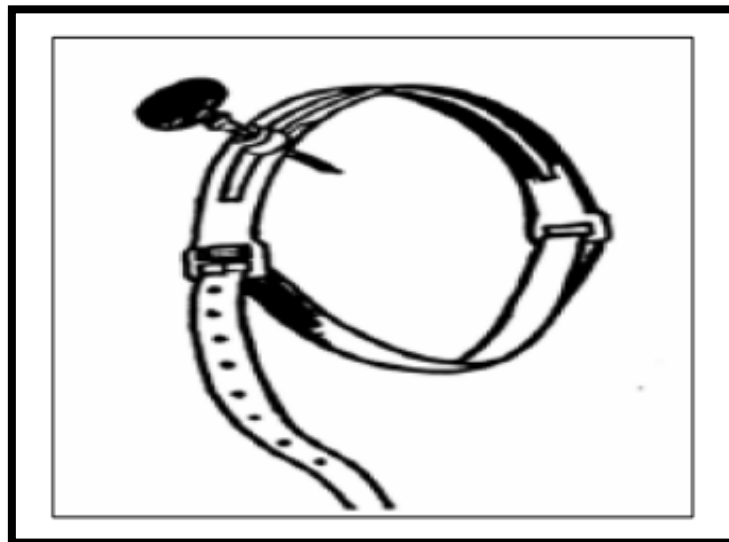
A decorative, ornate frame with intricate scrollwork and flourishes. The frame is horizontally oriented and features a central rectangular area containing the word "Discussion" in a bold, black, serif font. The frame is symmetrical and has a classic, elegant appearance.

*Discussion*

## I. HISTORIQUE : [6,7,8,9,10,11,12]

**Hippocrate** (vers 460 à 380 avant JC) a été le premier à décrire une primitive, mais une technique pour la réduction de la fracture. Il a conçu un système de leviers liés à l'extrémité du patient.

Après Hippocrate, le concept de la fixation externe est mis en jachère depuis plus de 2000 ans. En 1840, **Jean-François Malgaigne** a inventé la pointe métallique. Un clou métallique placé par le biais d'une bande semi métallique et encloué par voie cutanée dans le fragment fracturé avec ceinture attachée à la bande métallique. (Figure 34).



**Figure 34 : Fixation d'un fragment par une pointe métallique maintenue au membre par un anneau en cuir par Malgaigne 1840 [8]**

En 1843, **Malgaigne** a développé la griffe métallique, constituée de paires de points courbes et opposées, chacun attaché à des plaques de métal, qui a permis la compression au moyen d'une tension de type à vis. Il s'agissait d'une simple réduction fermée technique conçue pour les fractures patellaires. (figure35)

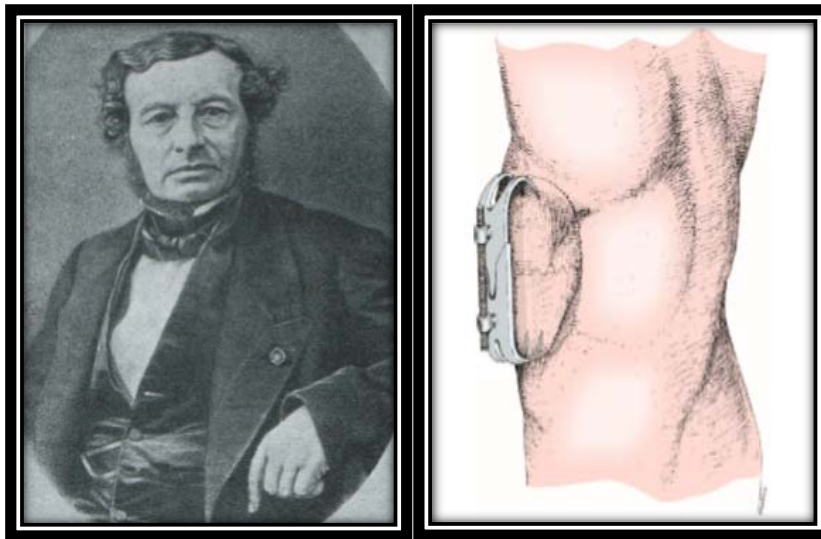


Figure 35 : A droite fixateur externe du patella, A gauche JEAN-FRANCOIS MALGAIGNE [6]

D'autres chercheurs, y compris Carl Wilhelm Wutzer, Von Langenbeck, James Bolton, R. Rigaud et LJB Berenger-Feraud ont joué un rôle dans le développement de prototypes de petits fixateurs externes (figure 36)

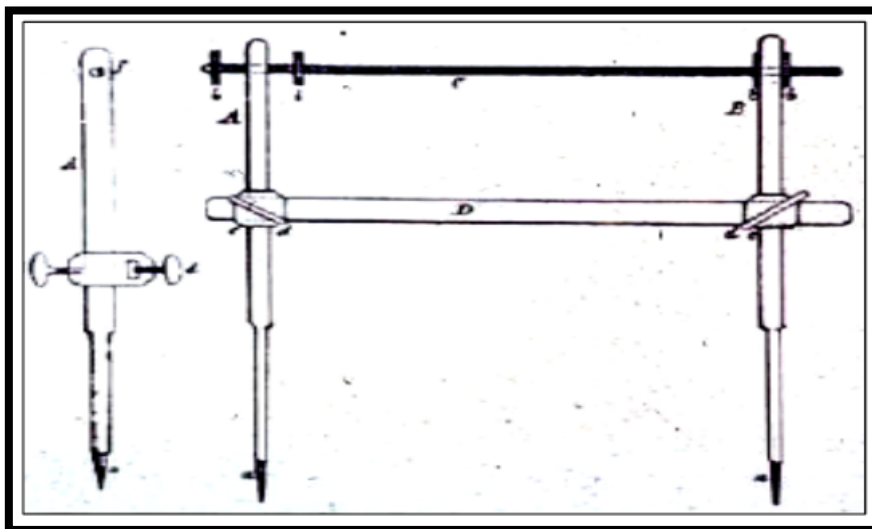
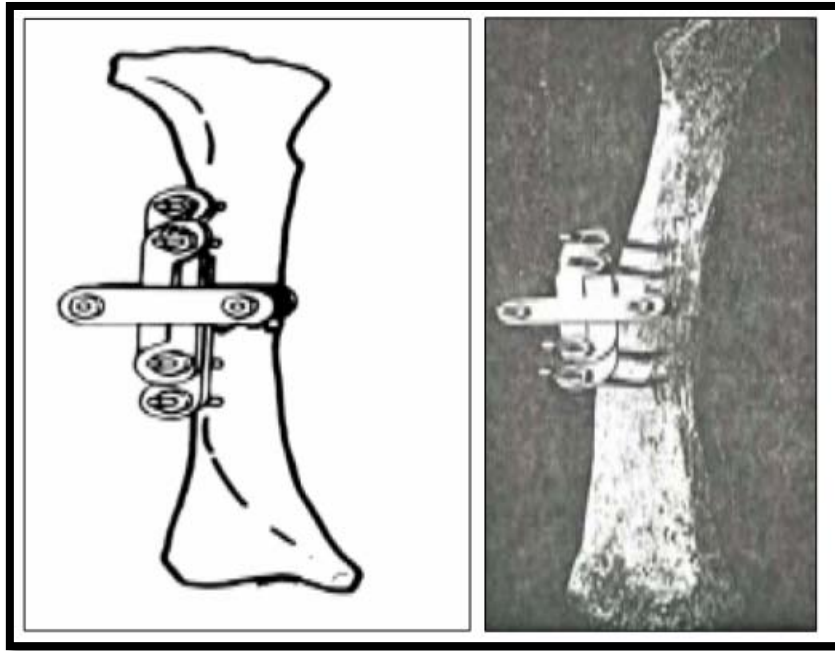


Figure 36 : Fixateur externe de Wutzer 1841[8]

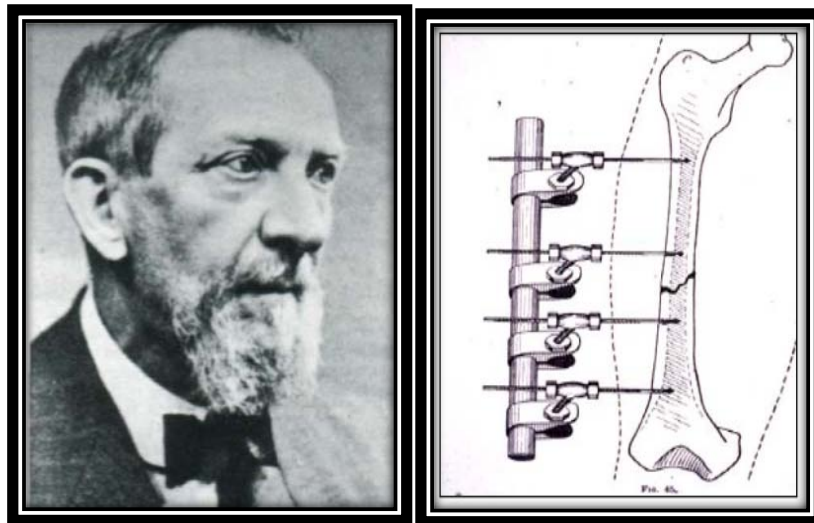
## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

En 1852 **Chassina** modifié la griffe métallique de **Malgaigne** et l'applique pour la correction des déplacements antéro-postérieurs de la clavicule. En 1893, **Keetleya** été le premier à utiliser les broches bicorticales percutanées, mais c'était **Clayton Parkhill** de Denver, Colorado, qui, en 1897, a inventé le concept moderne de la fixation externe unilatérale. (Figure 37).



**Figure 37 : Fixateur externe de Parkhill 1897[8]**

Comme Parkhill, Albin Lambotte d'Anvers, en Belgique, décrit son dispositif pour la première fois en 1902, nécessitait initialement la réduction de la fracture ouverte et le placement d'une broche d'insertion du fixateur (Figure 38).

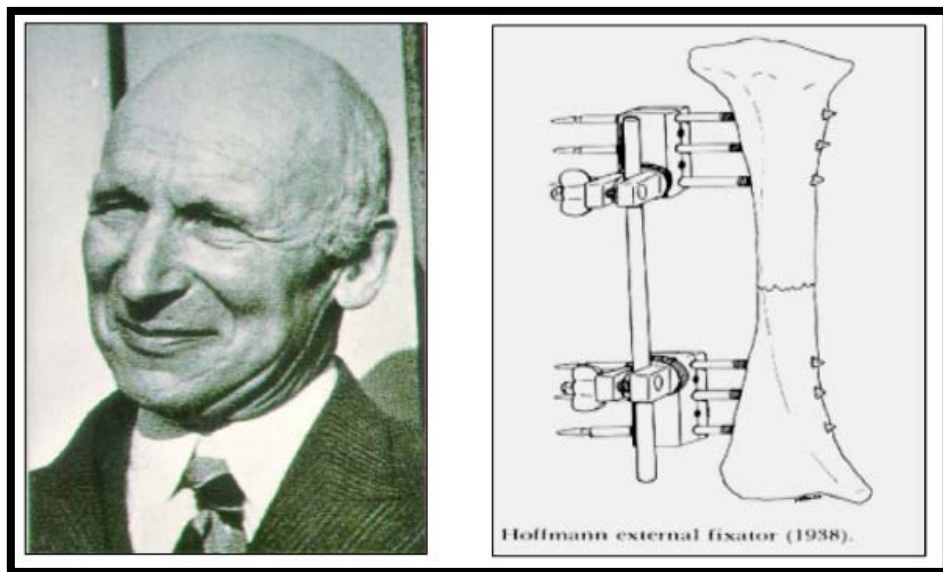


**Figure 38 : A droite fixateur externe d'ALBIN LAMBOTE, A gauche DR. ALBIN LAMBOTE (1866–1956)[8]**

Après **Lambotte**, des progrès notables ont été faits par **Codvilla** en 1904, **Crile** en 1919, et **Conn** en 1931. En 1931, **Pitkin** et **Blackfield** ont développé le premier cadre bilatéral. En 1934, **Roger Anderson**, de Seattle, a conçu un appareil à l'aide de broches qui ont permis l'ajustement des fragments de la fracture.

En 1937, **Otto Stader**, un vétérinaire de Pennsylvanie, a conçu un fixateur externe canine, surnommé le Stader attelle, qui a facilité la réduction de la fracture dans deux plans spatiaux.

La fixation externe a joué un rôle important, notamment en facilitant le transport des patients qui ont subi des blessures au cours de la Seconde Guerre mondiale, dans le même temps, **Raoul Hoffman** a développé son unique fixateur externe et les novations techniques pour son application (Figure 39).



**Figure 39 : A droite Fixateur externe d'Hoffmann 1938 A gauche Raoul Hoffman[8]**

Après **Hoffman** plusieurs chercheurs se sont intéressés à la fixation externe. La fixation externe circulaire est probablement née avec **Wittmoser** en 1944. L'idée est reprise par **Gavril Abramovich Ilizarov** dès 1951 avec une première publication en 1954 qui parle du « nouveau principe de l'ostéosynthèse au moyen de broches en croix et d'anneaux ». Alors même que la fixation externe circulaire était connue avec les appareils de Volkov-Oganessian Monticelli-Spinelli et de Wasserstein, le fixateur externe d'Ilizarov déroutait. (Figure 40).

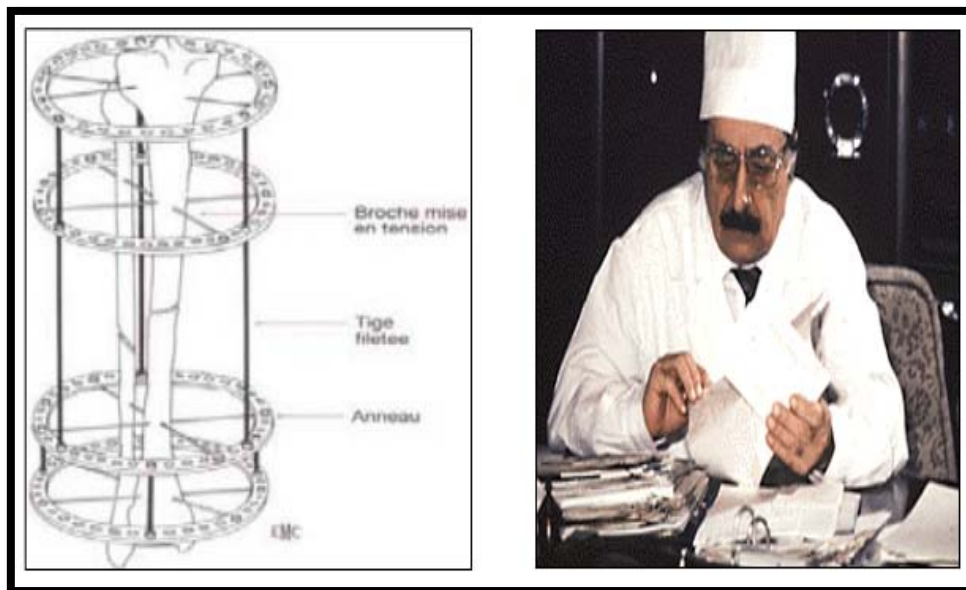


Figure 40 : A droite Ilizarov, A gauche Fixateur circulaire d'Ilizarov[8]

En 1959 H. Judet a mis au point son propre fixateur pour le traitement des pseudarthroses (Figure 41).

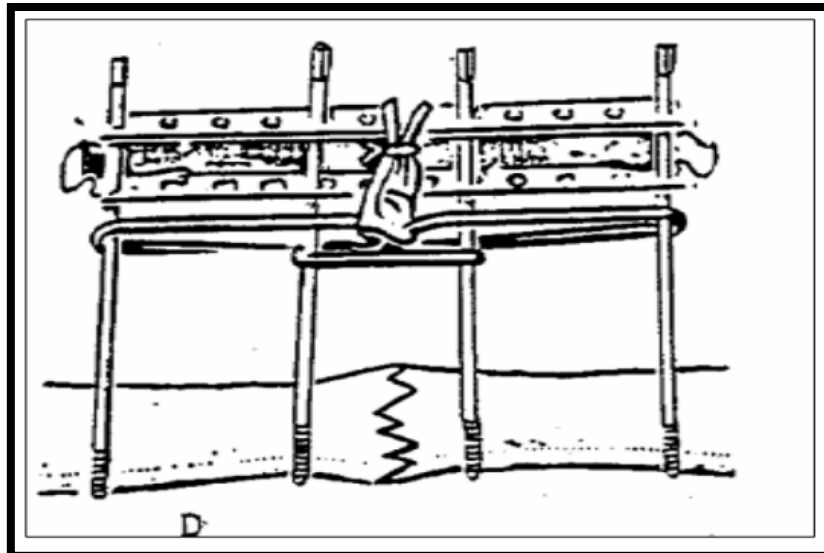
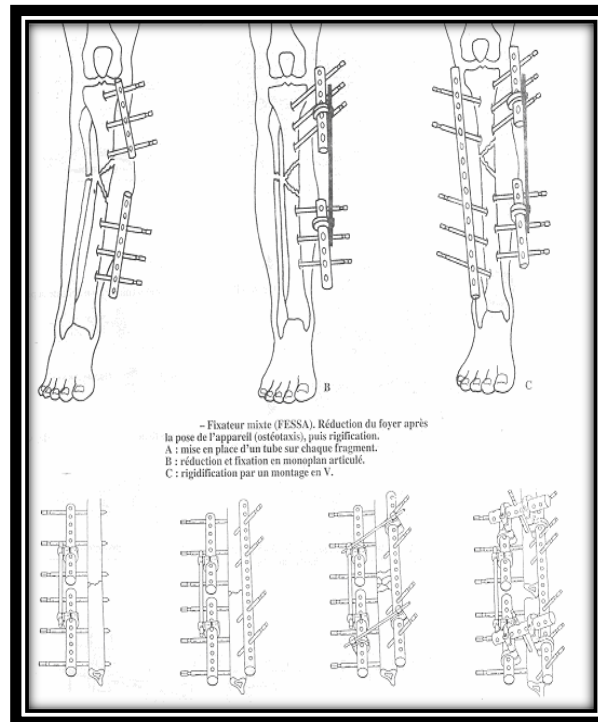


Figure 41 : Fixateur externe de Judet 1959[8]

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

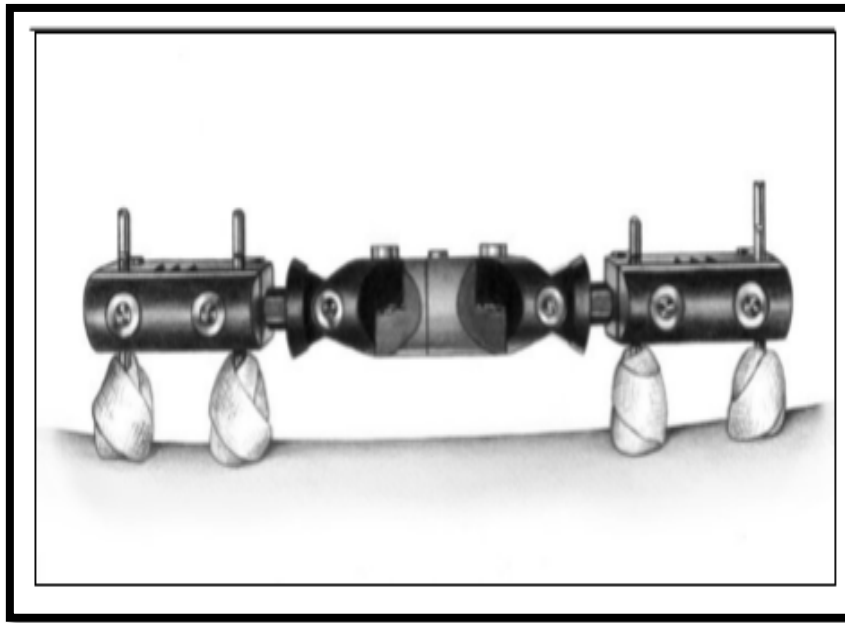
---

Le fixateur externe du service de santé des armées (FESSA) était conçu en en 1978 par **J. MINE**, **J.P. MEYRUEIS** et **G. ROCHAT** pour équiper l'ensemble des armées, caractérisé par sa simplicité, sa robustesse, la cohérence des différents éléments et son faible coût remplit bien ses objectifs. (Figure 42)



**Figure 42 : Fixateur Externe du Système Santé des Armées[24]**

En 1984 **De Bastiani** a créé le premier fixateur axial dynamique Orthofix pour permettre aux forces axiales dans le cadre externe d'être libérées à un moment propice au cours de la guérison transférant ainsi une mise en charge progressive sur le site de fracture. (Figure 43)



**Figure 43 : Fixateur externe Orthofix 1984[24]**

## **II. Terminologie des fixateurs externes: [6]**

**Fiche** : désigne la partie du fixateur qui pénètre dans la peau et les tissus mous et se fixe à l'os. Dans la littérature européenne, les fiches sont parfois appelées vis ou clous (la distinction reposant peut-être sur la présence ou l'absence de filetage).

**Fiche pleine**: fait saillie à travers la peau et les tissus mous des deux côtés du membre. Elles sont parfois appelées fiches transfixiantes ou traversantes.

**Demi-fiche**: est celle qui pénètre dans la peau et les tissus mous d'un seul côté du membre et qui pénètre dans l'os mais n'émerge pas de l'autre côté du membre. Lorsqu'elles sont insérées, ces fiches sont censées pénétrer à la fois les cortex de l'os, mais pas beaucoup au-delà du second cortex.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

**Broche:** un implant trans-osseux mince, généralement de moins de 2 mm de diamètre, qui n'est pas assez rigide pour assurer la stabilité de la configuration fixateur-os tant qu'il n'est pas tendu et boulonné au fixateur. Pour cette raison, la plupart des broches doivent pénétrer dans tout le membre et être fixés au fixateur aux deux extrémités.

**Broche d'olive:** une broche avec une perle quelque part sur toute sa longueur, qui l'empêche d'être tiré à travers l'os. Elle peut être utilisée pour tirer des fragments d'os en position ou pour améliorer la stabilité de la configuration du fixateur d'os.

**Porte-fiche:** l'appareil qui maintient la fiche sur le reste du fixateur.

**Barre:** une partie de l'appareil qui relie les porte-fiches. Les barres peuvent être pleines ou creuses, lisses ou filetées, et elles peuvent incorporer un appareil de compression-distriction dans leur structure.

**Anneau:** une barre circulaire (ou barre modifiée) qui s'attache aux porte-fiches dans un plan qui est habituellement perpendiculaire à l'axe long du membre. Les anneaux peuvent ou peuvent ne pas encercler complètement le membre. Les cercles incomplets sont appelés demi-anneaux. Les anneaux doivent être reliés les uns aux autres par des barres pour créer une configuration de fixateur.

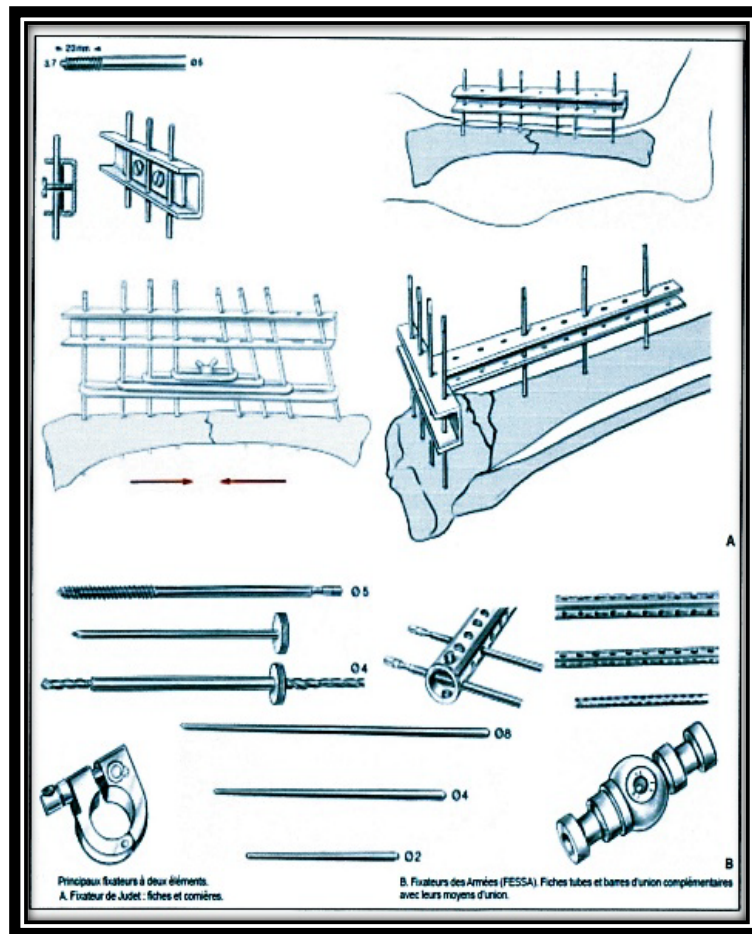
**Articulations:** un appareil qui relie une barre à une autre (ou une barre à un anneau). Certaines articulations sont constituées de joints universels ou de charnières, mais la plupart ne le font pas.

### **III. Types de Fixateurs Externes [9,10,11,13]**

De nombreux fixateurs externes sont commercialisés, en fait seuls quelques-uns sont d'une conception originale, la plupart sont des copies et n'apportent que des améliorations de détail, nous limiterons notre propos aux caractéristiques principaux des fixateurs couramment utilisés dans la littérature. Il existe en fait deux grandes familles de fixateurs :

#### **1. Les fixateurs à deux éléments:**

Représentés essentiellement par le fixateur de Judet et le fixateur du service de santé des armées, ils sont d'une grande stabilité et ils permettent de faire des prises très étendues sur les diaphyses, il n'y a pas de moyen d'union entre porte-fiches, aucun effet de couple ne vient donner une mobilité, ils sont par ailleurs d'une grande simplicité de maintenance et peu onéreux, ils sont en revanche de maniement difficile, imposant une réduction préalable avant la mise en place du fixateur, par ailleurs les cornières droites ne s'appliquent pas toujours aux diaphyses légèrement courbes. (Figure 44)



**Figure 44 : Principaux fixateurs à deux éléments[43]**

### **1.1 Le fixateur de Judet : [14]**

C'est un appareil simple et robuste. Ces deux qualités sont essentielles dans le traitement par compression des pseudarthroses, pour lequel il a été conçu en 1959, par contre sa mise en place nécessite une réduction préalable à foyer ouvert le plus souvent.

#### **a) Matériel :**

Ce type de fixateur est constitué d'un tuteur externe fait d'une cornière en acier inoxydable, de fiches et d'éléments améliorant leur solidarisation.

### ❖ Les cornières :

Longues de 16 à 60 cm, elles ont une section en « U » chaque aile est percée de trous ronds, régulièrement espacés prévus pour laisser passer des fiches de 3.4 ou 5 mm de diamètre.

### ❖ Les fiches :

De 5 mm de diamètre ont une extrémité arrondie et lisse. Le filetage mesure 20 mm L'ancrage est limité à la corticale opposée au point d'entrée.

### ❖ La solidarisation des fiches aux cornières :

La solidarisation fiche-tuteur se fait par une contre-plaque fixant plusieurs fiches à la fois.

#### **b) Technique de pose du montage standard :**

Une cornière de longueur adaptée sert de guide aux fiches. Elle est tenue par l'aide, parallèle à l'axe de l'os réduit et aussi près que possible de la peau. Les trous sont percés à l'aide d'un forêt spécial guidé par la cornière qu'il traverse.

La fiche est introduite facilement à travers la première corticale et le canal médullaire ; une certaine résistance marque l'attaque de la seconde. Un bon enfoncement est alors obtenu par six à huit demi-tours.

La première fiche est enfoncée à l'une des extrémités de la cornière, la dernière est ensuite placée à l'extrémité opposée.

Le montage est complété par deux autres fiches sur chaque fragment.

### 1.2 Fixateur externe du service de santé des armées (FESSA) :

Depuis sa création il a été perfectionné grâce aux enseignements fournis par son utilisation en chirurgie de guerre [15,16]. L'ensemble du matériel est disponible en quatre dimensions adaptées à quatre diamètres de tube : 18 mm, 12 mm, 8 mm et 6 mm. (Figure 45)

#### a) Le matériel de base :

##### ❖ Les tubes :

Ils sont cylindriques, en acier inoxydable. Le tube standard a un calibre de 18 mm. Toutes les longueurs souhaitées sont disponibles ou réalisables. Les tubes sont percés dans deux plans perpendiculaires, de trous filetés de 5.2 mm de diamètre, espacés de 15 mm.

Les trous admettent tous les types de fiche de diamètre égal ou inférieur à 5 mm. Ils acceptent également des petites vis à empreinte hexagonale et à fond plat qui assurent la solidarisation tube/fiche.

##### ❖ Les fiches :

En acier inoxydable, existent en 3 longueurs pour chacun des quatre diamètres disponibles.

Leur extrémité «osseuse» comporte un filetage continu muni d'une encoche auto-taraudeuse et se termine par une pointe mousse empêchant ainsi volontairement toute pose directe dans l'os.

Le diamètre des fiches pour os corticale est de 5 mm pour les tubes de 18 mm.

### b) le matériel complémentaire :

#### ➤ les colliers simples :

Ils sont constitués de deux mâchoires articulées. Ils se placent autour des tubes et servent soit à réunir deux tubes par l'intermédiaire d'une barre d'union, soit à placer une fiche à côté du tube dans n'importe quel plan de l'espace ce qui rend l'appareil plus maniable.

#### ➤ les barres d'union :

Elles sont rigides, pleines, cylindriques de 8 mm de diamètre pour le modèle standard permettant de solidariser deux tubes.

#### ➤ Les colliers doubles crantés :

Ils sont constitués de deux colliers simples réunis par une longue vis. La jonction de ces deux colliers se fait par leur face crantée qui empêche toute rotation lorsque vis est serrée. Ils sont destinés à réunir latéralement deux tubes dans n'importe quel plan de l'espace.

#### ➤ les articulations crantées simples :

Elles comportent deux hémisphères crantés à leur interface et une vis de solidarisation, elles servent à l'union de deux tubes par leurs extrémités.

#### ➤ les articulations crantées double :

Elles permettent d'unir trois tubes dans trois axes différents.

#### ➤ l'appareil à compression distraction axiale :

Il est utile pour la compression statique d'un foyer. Sa rigidité est toutefois insuffisante pour qu'il puisse être utilisé dans les allongements de membre.

➤ **le complément pour la mobilisation axiale :**

Il permet une mobilité axiale libre dans le foyer sans mobilité latérale ni rotatoire. Il s'intercale entre deux tubes courts.

➤ **l'insert d'union fiche-collier :**

Il est une petite bague fendue destinée à l'orifice latéral du collier simple et permettant d'y placer une fiche.

c) **le matériel ancillaire :**

- **Des mèches** : grâce à leur efficacité, on peut forcer facilement à la main les corticales.
- **Guide-mèche et perforateur** : sont indispensables au moment du forage. Le guide mèche est un tube à extrémité inférieure crantée. Il est introduit à travers des parties molles grâce à un perforateur après courte incision cutanée.
- **Le vilebrequin à main** : à une tête interchangeable en fonction du diamètre de la fiche ou de la mèche.



**Figure 45 : Fixateur Externe du Système santé des armées (FESSA)[16]**

### **1.3 Fixateur de CHARNLEY :**

C'est un appareil un peu ancien qui ne s'utilise qu'en monté en cadre. Les fiches sont remplacées par de clous de Steinman. Le tuteur externe se termine par une partie fileté qui permet d'obtenir une compression grâce à des papillons ou à des écrous moletés [17]. Il n'est pratiquement plus utilisé que pour fixer certaines arthrodèses en milieu septique.

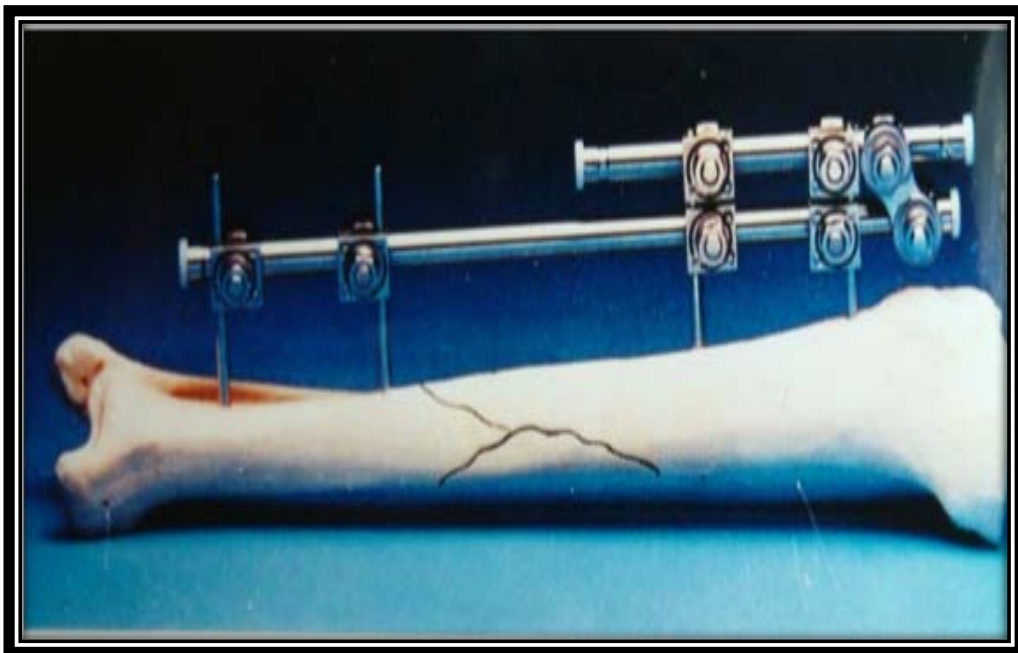
### **1.4 Le fixateur de WAGNER :**

Ce fixateur robuste a été conçu pour réaliser des allongements progressifs du tibia ou du fémur. Il est formé de deux grosses barres à section carrée coulissant l'une dans l'autre, le déplacement de la barre intérieure est obtenu en tournant la grosse molette située à l'une des extrémités de l'appareil. La tête fixe avec sa plaquette porte-affiches se trouve à l'extrémité opposée.

**1.5 Le fixateur AO de synthèse :**

Il est formé de barres métalliques ou de carbone sur lesquelles coulisent des colliers permettant la mise en place de vis de SCHANZ de 4.5 mm. La direction de ces fiches peut ainsi être adaptée à la demande. (Figure 46)

L'opérateur peut réaliser un montage simple ou superposer deux barres pour les fractures plus complexes, également il a la possibilité de réaliser un montage en V dans les fractures avec perte de substance.



**Figure 46 : Fixateur Externe type AO[16]**

## 2. Les fixateurs à trois éléments:

Ils dérivent du fixateur d'Hoffmann. Les fiches sont mises en place et reliées entre elles par un porte-fiche, qui est relié entre eux par des procédés d'union (barre ou corps de fixateur). La mise en place de ces fixateurs est infiniment plus aisée, leur manque de stabilité a été le point de départ de tous les travaux récents sur la fixation externe. (Figure 47)

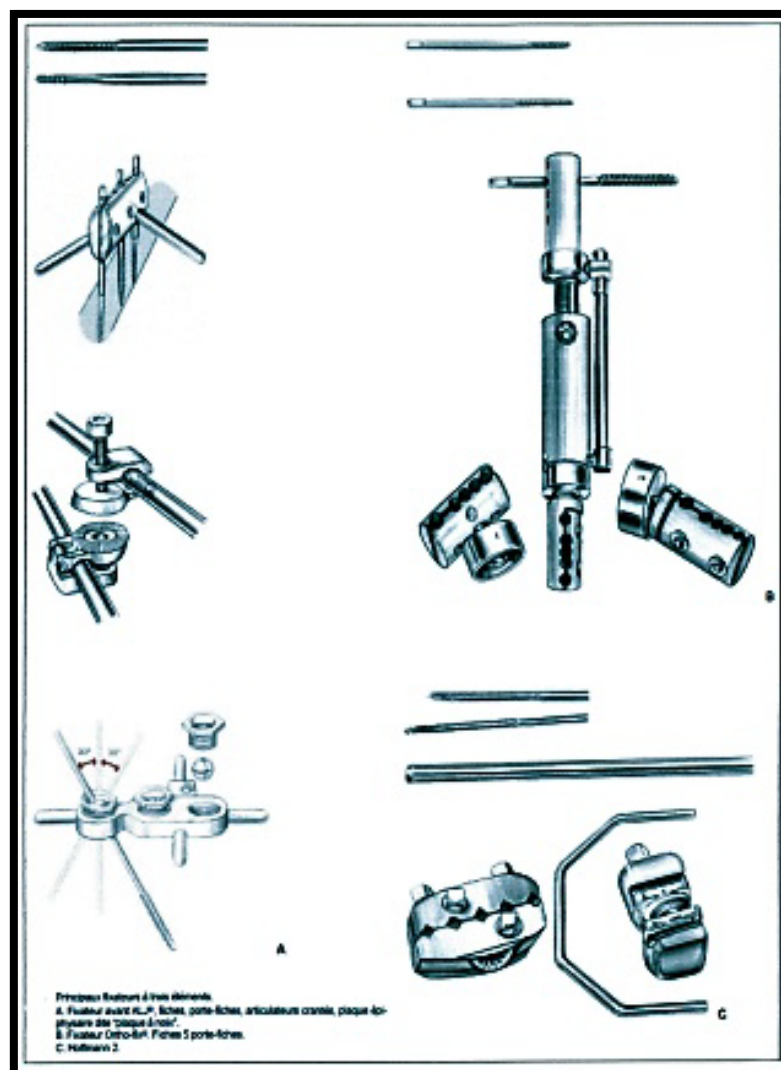


Figure 47 : Principaux fixateurs à trois éléments[43]

### 2.1 Le fixateur d'Hoffmann : [18]

Ce fixateur équipe toujours la quasi-totalité des hôpitaux. Grâce à un nombre limité de pièces, il permet une très grande variété de montages, bien codifiés par VIDAL et son équipe [19,20]. (Figure 48)

Il assure une meilleure immobilisation du foyer de fracture, tout en permettant de réduire l'écart inter-fragmentaire en postopératoire sans ré-intervention ceci grâce à la diversité de ses composantes. Les pièces essentielles sont les suivantes :

#### a) Poignées :

- Poignées standards simples à rotule incorporée, la seule utilisée pendant 30 ans.
- Poignées à rotule et à tige créées en 1968 et permettant grâce à une articulation crantée un montage en double cadre, ou la mise en place d'une fiche latérale.
- Poignées Versailles plus longues permettant d'écarter d'avantage les fiches et de ce fait d'améliorer la stabilité des montages.

#### b) Barres d'union :

- Barres d'union de 8 mm de diamètre existant en différentes longueurs.
- Barres à coulisse permettant de modifier la longueur, munie d'un ressort donnant une compression élastique réglable.

Sur chaque barre il existe une vis à 2 pans et une vis à 4 pans, et pour comprimer le foyer il faut successivement :

- Bloquer la vis à 2 pans en laissant celle à 4 pans débloquer.
- Tourner la molette dans le sens du (-) (diminution de longueur).
- Bloquer la vis à 4 pans.

### c) Fiches :

En acier inoxydable, à point en fer de lance auto-perforante et auto-taraudeuse. Ces fiches existent à filetage continu pour l'os spongieux, ou interrompu pour l'os cortical.

Il existe aussi des fiches transfixiantes à filetage central dites fiches de Bonnel.

L'ensemble du matériel existe en miniature pour les petits os.

### d) Technique de pose du montage :

- Le gabarit de perçage est mis en place le long de l'axe osseux. On peut théoriquement l'armer de crampons qui « embrassent » l'os pour mieux de centrer.
- Cet instrument présente une fente longitudinale à travers laquelle on taillera des boutonnières cutanées pour le passage des fiches et des cheminées verticales, alternativement de 4 et 3 mm de diamètre, qui guident les fiches du grand ou du petit calibre jusqu'à l'os.
- Tandis que l'aide maintient le guide en exerçant une pression douce et continue, la première fiche est poussée au doigt jusqu'à l'os. Elle est légèrement fixée au squelette pour éviter tout dérapage par un petit coup donné avec la clé en T utilisée comme marteau. La fiche est saisie par le mandrin du vilebrequin verrouillé grâce à une bague de blocage. L'enfoncement peut être calculé par la mesure sur un cliché radiologique de l'épaisseur de l'os et d'y ajouter 8 mm pour la longueur de la point.
- Cette distance est reportée sur le corps de la fiche, graduée de 10 mm en 10, et marqué par un repère.
- La poignée à rotule est montée sur les fiches et bloquée aussi presque possible du revêtement cutané, en laissant le bout supérieur des fiches libres sur 15 à 20 mm.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- La rotule, qui est déportée sur son support, est placée du côté du foyer de fracture pour diminuer la longueur de barres d'union.
- Le même travail est effectué sur le deuxième fragment et une barre d'union est glissée à travers les rotules sans serrer les vis à ailettes. Elle est provisoirement maintenue par des clips pour éviter un démontage.



**Figure 48 : Fixateur externe d'Hoffmann et ces différents composants[16]**

### e) Fixateur d'Hoffmann II : (Figure 49)

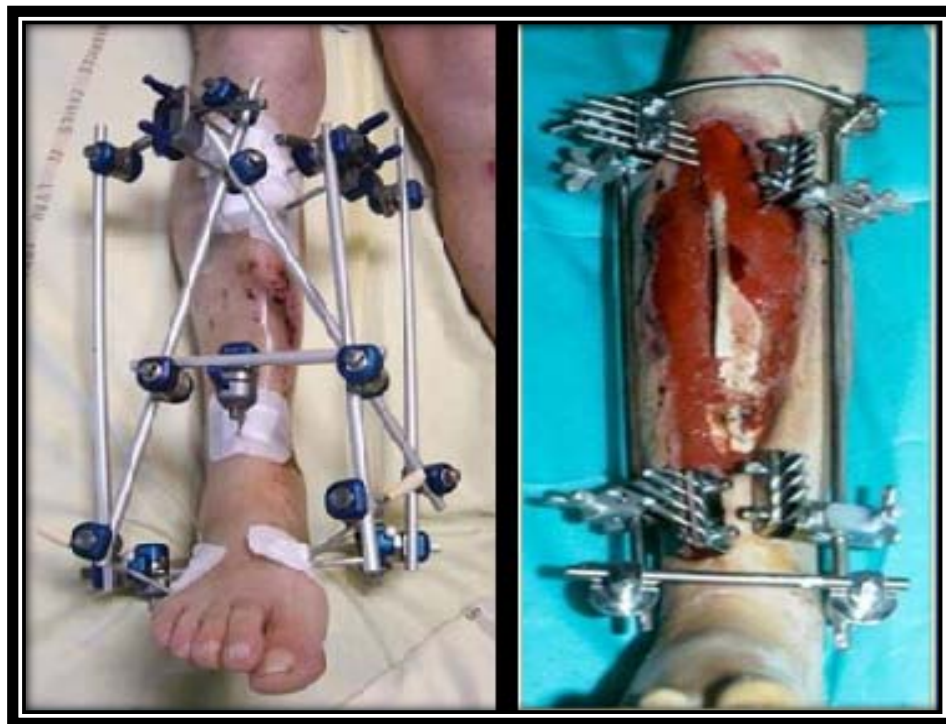
Un système de fixation externe articulé, évolution du fixateur d' Hoffmann, compatible avec ses pièces .

Les étaux porte-fiches sont à 5 trous, ils se fixent sur des tiges de connexion en étoile permettant 12 positions angulaires.

Les barres d'union sont de formes variées et s'adaptent aux fixations épiphysaires. Elles sont en acier inoxydable, en carbone ou en aluminium.

Le système comporte une barre de dynamisation et une barre de compression-distraction.

Les articulations fiches–barres d'union sont très maniables et se fixent par encliquetage.



**Figure 49 : Fixateur externe d'Hoffmann II[16]**

**2.2Le fixateur ALAIN-LORTAT-JACOB (ALJ): (Figure 50)**

Il a été mis au point par **Alain-Lortat-Jacob** en 1980. Ce matériel n'est que l'équivalent d'un fixateur d'Hoffmann [21,22]. Le but recherché était d'obtenir :

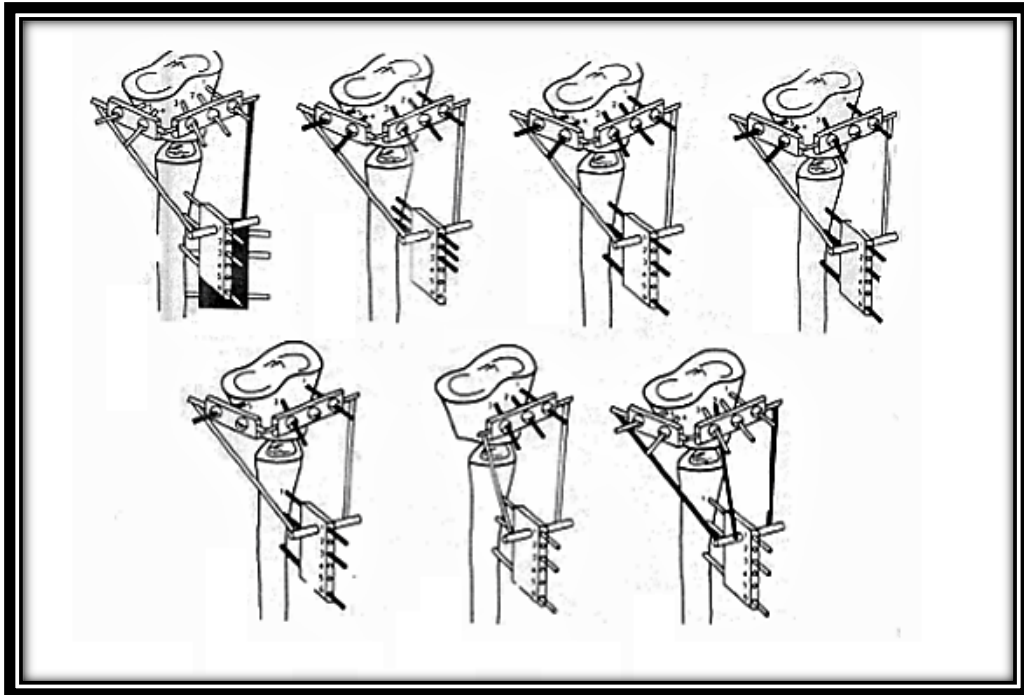
- \* Une stabilité optimale.
- \* Une maniabilité permettant l'usage à foyer fermé
- \* Des possibilités de dynamisation.

Partisan de la fixation diaphysaire unilatérale, le concepteur a élargi les portes–fiches qui existent en 3 versions : 4, 6 et 8 fiches :

- les barres qui en partent sont en V pour rapprocher les barres d'union de l'axe mécanique.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- les fiches ont un double diamètre : 6 mm pour la portion extra-osseuse et 4.5 mm pour la portion intra-osseuse.
- les barres d'union ont 10 mm de diamètre.
- la dynamisation axiale est réalisée par une barre à impaction.
- la fixation épiphysaire se fait par des plaques à noix permettant un débattement de 30° des fiches par rapport à la verticale.



**Figure 50 : Fixateur externe ALJ et les différents types de montage[43]**

### **2.3 Le fixateur d'ILIZAROV : [6, 11,23] (figures 51 ,52)**

Il s'agit d'un exosquelette de forme circulaire qui s'oppose à tout mouvement sagittal, frontal et rotatoire. Cet appareil possède, grâce à ses aiguilles , des points d'appui sur tous les 360°, permettant d'appliquer sur le même segment osseux des forces réglées de compression, extension, rotation et translocation vers tous les points cardinaux.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

### a) Matériel :

L'ensemble comporte cinq dispositifs pour la cuisse et huit pour la jambe et les membres supérieures. Il comporte en outre :

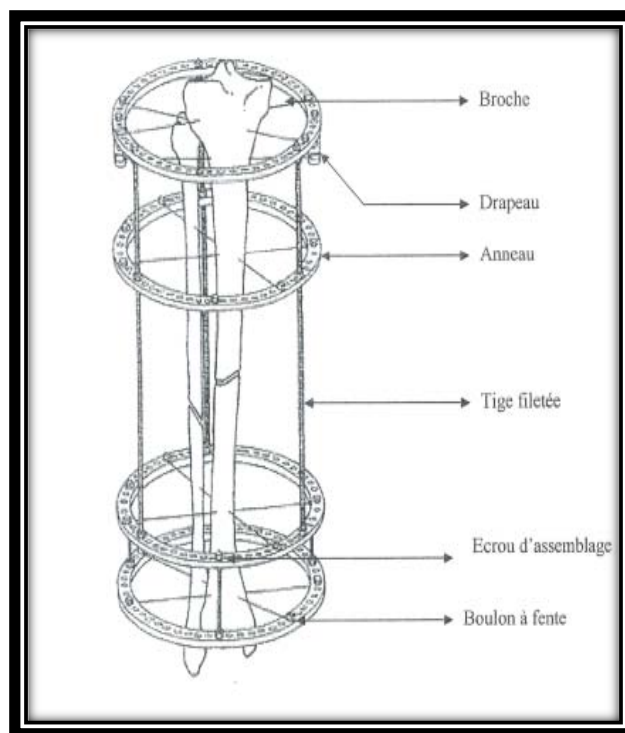
- Des aiguilles
- Des tendeurs d'aiguilles,
- Des brides de fixation amovibles,
- Des cornières,
- Des vis,
- Des fourches,
- Des disques,
- Des glissières,
- Des clés plates et tubulaires,
- Une perceuse électrique avec un jeu d'instruments.

### b) Principes fondamentaux d'application :

- A l'aide de la perceuse électrique, les aiguilles sont amenées jusqu' à l'os en perçant les tissus tendres et elles ressortent du côté opposé.
- Lors de la mise en place de l'aiguille et afin de conserver la liberté de l'articulation adjacente, on doit l'introduire à partir de la surface de flexion avec extension de l'articulation voisine.
- Quand elle traverse la seconde paroi corticale de l'os, l'articulation est mise en position de flexion maximale.
- Habituellement on place deux paires d'aiguilles en croix, une fois en place on enfile à leur extrémité quatre épaisseurs de gaze imbibées d'alcool et de bouchons en caoutchouc, prévenant de flacons d'antibiotique qui permettent de maintenir la gaze légèrement pressée contre la peau.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- Pour maintenir les aiguilles dans la bonne position il faut amener les brides de serrage aux aiguilles lorsqu'on les fixe aux anneaux de l'appareil choisi en fonction de l'épaisseur maximale de membre.
- Ces derniers sont réunis entre eux par des tiges placées de manière parallèle les unes aux autres et à l'axe longitudinale de l'os. Elles doivent se trouver à égale distance les unes des autres.
- Une fois l'appareil correctement monté, le serrage des écrous et contre écrous aboutit automatiquement à une réduction parfaite.
- Afin d'avoir une fixation externe solide, les aiguilles doivent être fortement tendus par un tendeur ou par l'effet de la compression ou de la tension.



**Figure 51 : Fixateur externe d'ILIZAROV [11]**



**Figure 52 : Fixateur externe d'ILIZAROV [16]**

**2.4 Le fixateur externe de Vérone dit « Orthofix » : [25] (figure 53)**

Il a été développé par De BASTIANI à Vérone et il a connu un grand succès international, très maniable, il est en même temps très rigide, doté d'une partie centrale télescopique qui permet une dynamisation axiale. Il est par contre peu adapté aux fixations épiphysaires et ne permet pas une dynamisation multidirectionnelle.

**2.4-1 L'appareil de base :**

• **Têtes articulées :**

Elles sont formées de deux mâchoires qui fixent les fiches. Une articulation permet une mobilité de 36°. Trois types de têtes sont disponibles :

- \* droites
- \* en T, pour fractures métaphysaire et épiphysaires,
- \* pour extrémité supérieure du fémur, avec fiches obliques.

• **Le corps du fixateur :**

Existe en trois longueurs (court, standard, long), il relie les têtes articulées au moyen d'une douille de blocage verrouillée par une vis excentrique.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

Le corps lui-même est composé de deux parties coulissant l'une dans l'autre et permettant d'ajouter la longueur du fixateur, il est également possible de réaliser compression ou distraction et secondairement une dynamisation axiale en désolidarisant les pièces coulissantes.

- **les fiches :**

L'opérateur a le choix entre :

- Des fiches coniques à os cortical de 6/5 mm, pour les os de diamètre supérieur à 20 mm.
- Des fiches d'os spongieux.
- Des fiches auto-performantes pour les applications au bassin et au niveau du col du fémur.



**Figure 53 : Fixateur Externe type Orthofix[16]**

## IV. Bases mécaniques de la fixation externe : [11,26]

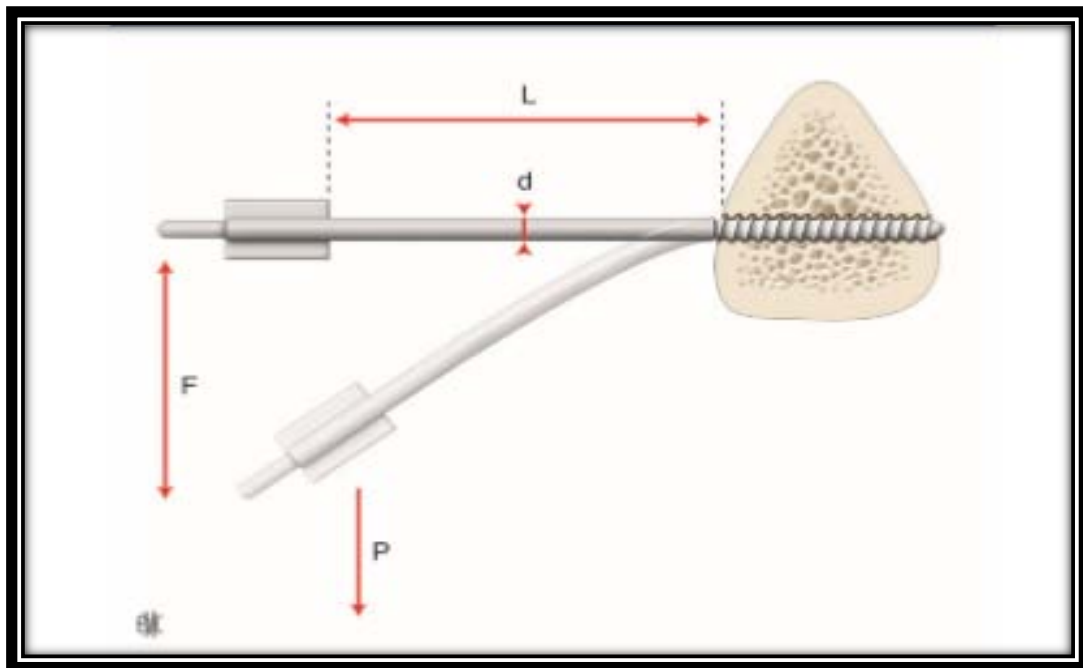
De nombreux travaux ont été faits concernant la stabilité des fixateurs externes. Certains visent à définir le rôle de chacun des plans de fixation, d'autres comparent les fixateurs les uns aux autres, d'autres enfin analysent les propriétés mécaniques respectives des fixateurs circulaires et des fixateurs unilatéraux. Ces travaux menés par différentes équipes se recoupent plus ou moins, les derniers réalisés utilisant des technologies très sophistiquées d'analyse des déformations grâce à l'informatique.[4, 27,28]

### 1. Biomécanique de la fixation diaphysaire :

#### 1.1 Fiche: équation de départ :

- Toute la stabilité du montage repose sur elle, la fiche est soumise à des contraintes en flexion, en traction et en torsion.
- La **figure 54** expose les données mécaniques de la contrainte en flexion. La mobilité  $F$  est régie par l'équation :  $F = 1/3 (P \times L^3) / (E \times I)$ 
  - $P$  est la charge à laquelle est soumise la fiche;
  - $L$  est la distance comprise entre le point d'ancrage dans l'os et le porte-fiche;
  - $E$  est le module de Young, donnée objective et invariable;
  - $I$  est le moment d'inertie :  $I = 0,05 \times d^4$  ( $d$  étant le diamètre de la fiche).

On voit donc que certains paramètres dépendent du matériel, et d'autres du mode d'utilisation.



**Figure 54 : Comportement mécanique en flexion (F) d'une fiche**

**P: charge à la quelle est soumise la fiche, L: distance comprise entre le point d'ancrage dans l'os et le porte fiche, d: diamètre de la fiche.[26]**

### **1.2 Paramètres dépendant du matériel :**

#### **1.2-1 Module de Young ou module d'élasticité ou module du matériau :**

Il dépend du métal utilisé. C'est ainsi que l'acier inoxydable doit être préféré au titane, celui-ci étant quatre fois plus souple. Utiliser les fiches en titane augmenterait donc par quatre la mobilité focale.

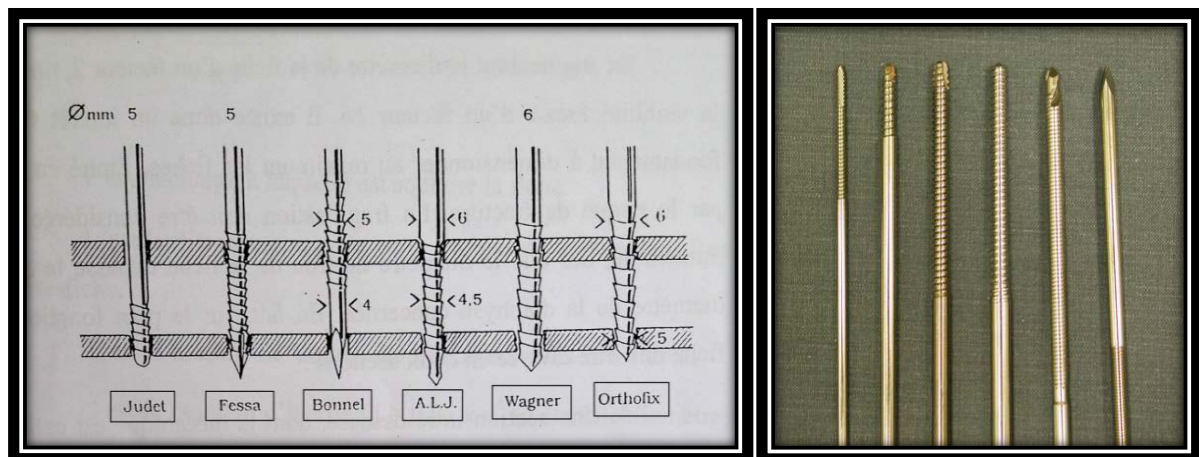
#### **1.2-2 Diamètre de la fiche :**

On voit que la mobilité F évolue à la puissance 4 du diamètre (**figure 54**). En augmentant le diamètre de la fiche d'un facteur 2, on diminue la mobilité focale d'un facteur 16. Il existe un intérêt théorique fondamental à dimensionner au maximum les fiches, limité en pratique par le risque de fracture. En fait, sur le plan fonctionnel, la fiche doit être divisée en deux sections,

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

une section intra-osseuse, dont la mécanique est celle de la tenue dans l'os de toute ostéosynthèse et une section extra-osseuse qui est responsable de la mobilité focale.

L'utilisateur d'un fixateur externe doit être conscient de l'intérêt qu'il y a à utiliser des fiches les plus grosses possible, dans les limites raisonnables des possibilités de la diaphyse concernée (figure 55).



**Figure 55 : Différents types de fiches[43]**

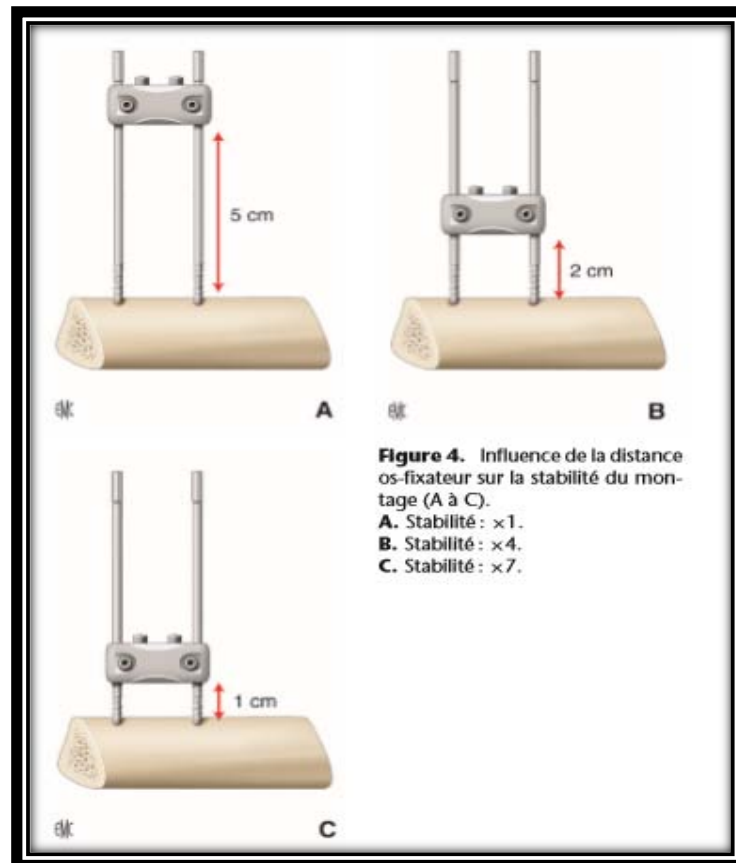
### **1.3 Facteurs dépendant du mode d'utilisation :**

#### **a) Ancrage dans l'os :**

La fiche doit être mise en répondant aux rigueurs de la mécanique forage préalable, puis vissage soigneux quel que soit le type de fiche. Les deux corticales doivent être prises. Le but est d'assurer une tenue intra-osseuse inébranlable, afin que l'ensemble fiche-os réponde aux critères mécaniques de la poutre neutre.

#### **b) Distance entre l'os et le porte-fiche :**

$F = 1/3 (Px L^3) / (E x I)$  Cette distance détermine la longueur utile de la fiche. Ce facteur est fondamental on voit qu'il fait varier la mobilité focale à la puissance 3. L'utilisateur doit être conscient que plus le fixateur est proche de la peau, meilleure sera la stabilité (figure 56).



**Figure 56 : Influence de la distance os-fixateur sur la stabilité du montage.[26]**

#### 1.4 Union entre la fiche et le porte-fiche :

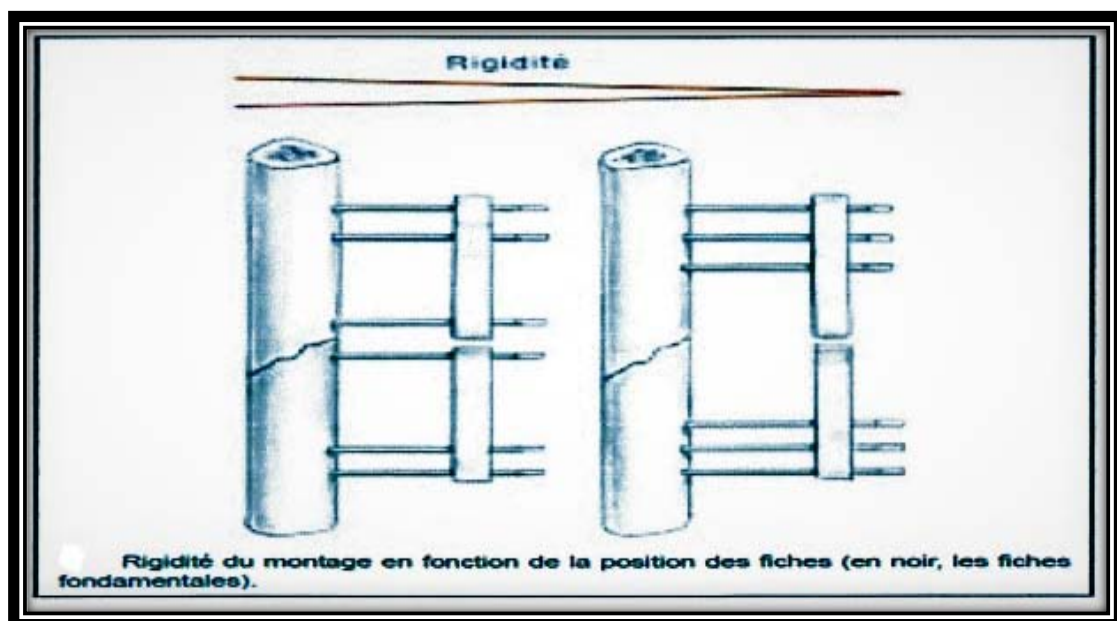
À la jonction de la fiche et du porte-fiche, des contraintes importantes s'exercent. La mobilité à ce niveau a une influence directe sur le foyer. Les éléments enserrant la fiche doivent être serrés. Le risque principal est le glissement entre la fiche et le porte-fiche. La morphologie du porte-fiche a un rôle fondamental. Plus il est large, plus il contrôle le glissement d'une part, et les déformations parasites de la fiche d'autre part.[29]

### 1.5 Union entre porte-fiches :

Elle influence directement sur la mobilité focale. Plus cette union est directe, plus la stabilité est grande. C'est ainsi que les fixateurs à cornière ou à tube ont une rigidité unitaire plus grande que les fixateurs passant par l'intermédiaire d'un porte-fiche indépendant.

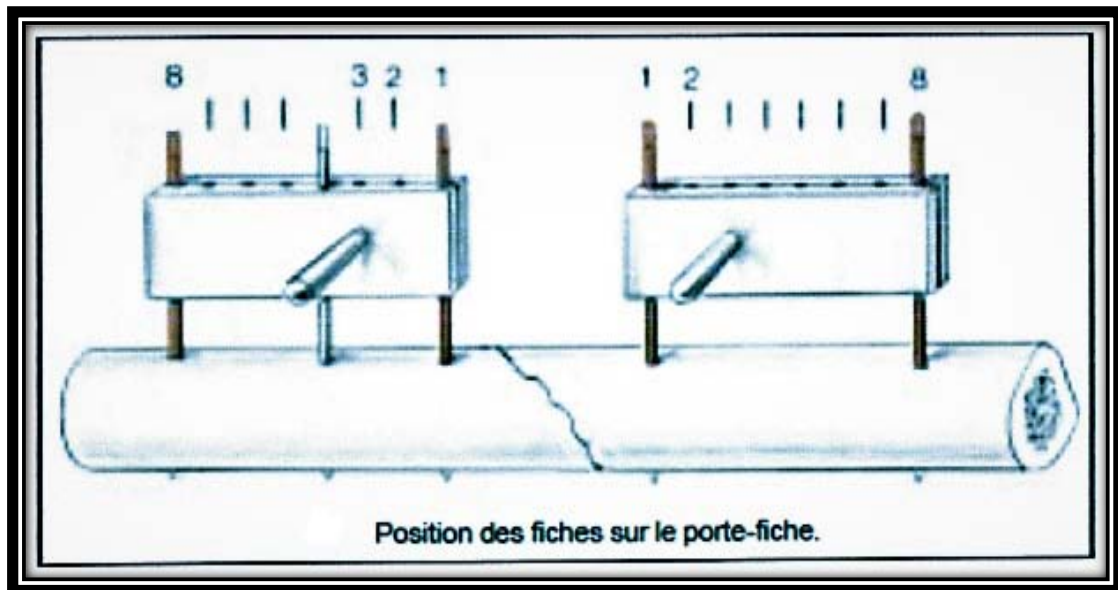
### 1.6 Géométrie des montages :[30]

La géométrie de la mise en place des fiches répond à des règles précises. Deux fiches fondamentales conditionnent la stabilité et la rigidité immédiate du montage, ce sont la fiche la plus proche du foyer et la fiche la plus éloignée (figure 57).



**Figure 57 : Rigidité du montage en fonction de la position des fiches[43]**

Lors de la mise en place d'un fixateur externe, pour la stabilité immédiate, les fiches 1 et 8 sont fondamentales (figure 58), pour les fiches intermédiaires, qu'elles soient en 2, 3, 6 ou 7 est peu important. L'important est de mettre un nombre suffisant de fiches pour éviter les excès de contraintes sur chacune.



**Figure 58 : Position des fiches sur le porte-fiche[43]**

**1.7 Géométrie des moyens d'union :**

Les moyens d'union doivent être le plus direct possible, évitant toute coudure. De même, ces moyens d'union doivent être le plus près possibles de l'axe mécanique. Plus le moyen d'union est décalé par rapport à l'axe des contraintes, plus le couple déformant est important.

**1.8 Principes de la fixation unilatérale :**

Ces principes permettent d'optimiser le montage, de diminuer au maximum la mobilité focale pour un matériel donné:

- fiches du plus gros diamètre possible;
- porte-fiche le plus large possible;
- porte-fiche le plus proche possible de la peau;
- union la plus directe possible entre fiche et porte-fiche;
- moyen d'union entre les porte-fiches les plus proches de l'axe mécanique;
- porte-fiches les plus étendus assurant une couverture la plus grande possible des segments diaphysaires.

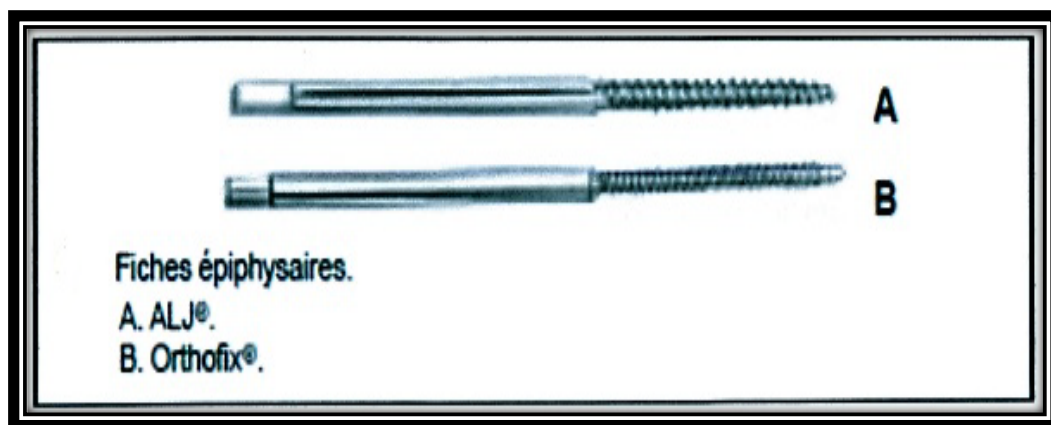
Les fiches filetées ont un meilleur ancrage que les fiches lisses. Elles résistent mieux aux contraintes d'arrachage, ainsi quel que soit le type de pointe (diamant, conçoitée à encoche auto-taraudeuse de taille et de forme variable).

### **2. Biomécanique de la fixation épiphysaire :**

Elle doit tenir compte que les fragments sont petits et la tenue dans l'os plus aléatoire.[28]

#### **2.1 Fiche épiphysaire :**

Son segment extra-osseux a les mêmes impératifs qu'au niveau diaphysaire. Plus le diamètre est grand, plus la stabilité sera importante. La tenue dans l'os spongieux épiphysaire dépend de la différence entre le diamètre extérieur du filet et les diamètres de l'âme de la fiche (figure 59). La profondeur du pas de vis doit être plus importante qu'au niveau diaphysaire, ces fiches à filet large ont un pas de vis plus important. Elles sont mises sans forage préalable.



**Figure 59 : Fiches épiphysaires[43]**

### 2.2 Porte-fiche épiphysaire :

Il a deux impératifs:

- Il doit autoriser une prise transversale par rapport la prise diaphysaire;
- Il doit permettre d'orienter les fiches avec plus de liberté possible au gré de l'opérateur.

En effet, les fragments sont souvent petits et il peut être difficile de les épingle. Les différents fixateurs règlent, chacun à leur façon, le problème de la pièce épiphysaire.

### 2.3 Stabilité immédiate du montage :

Elle dépend de trois notions:

- ❖ l'angle de prise épiphysaire. Cette notion géométrique conditionne la stabilité en torsion.  
Il est défini sur une épiphyse en vue supérieure, il est mesuré entre les points d'entrée des deux fiches les plus opposées passant par le centre de l'épiphyse, qui est assimilée à un cercle. Cet angle doit être égal ou supérieur aux  $180^{\circ}$  qui seraient donnés par une fiche transfixiante passant par le centre de l'épiphyse. (Figure 60)
- ❖ la prise diaphysaire. Elle doit répondre aux principes de la fixation externe unilatérale;
- ❖ la jonction entre la prise épiphysaire et la prise diaphysaire. Il semble intéressant de réaliser un véritable cadre fermé entre le porte-fiche diaphysaire et les extrémités du porte-fiche épiphysaire.

La liberté de l'articulation diminue considérablement les contraintes focales. Pour le tiers supérieur du tibia par exemple, faire une prise fémorale augmente les contraintes au niveau du foyer, par ballant et augmentation du bras de levier. Cette augmentation des contraintes en arrive le plus souvent à annihiler le bienfait mécanique du pontage articulaire.

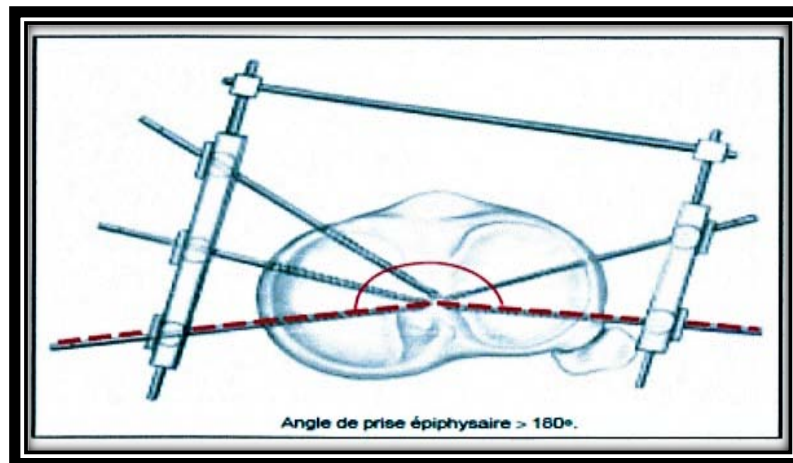


Figure 60 : Angle de prise épiphysaire supérieure à 180° [43]

## V. Etude épidémiologique :

### 1. Age :

L'âge de nos patients varie entre 17 ans et 77 ans avec un pic de fréquence (26%) entre 20 et 30ans. La moyenne d'âge est de 38 ans, proche de celle rencontrée dans la littérature ainsi, la fixation externe se voit avec une plus grande fréquence chez le sujet jeune actif. L'atteinte fréquente de cette tranche d'âge est grave, car elle retentit sur l'activité socio-économique de cette jeune population.

**Tableau XIII: Répartition de l'âge selon la littérature**

Auteurs	Moyenne d'âge (année)
B. Pavolini et al [15]	36,6
KORTI .F [16]	34
L. Mathieu et al[31]	30
L. RIBAUT et al [32]	28
L. Mathieu et al [33]	30,3
F. Boillot et al[34]	29
A.A.Tsiory[35]	25,6
Monka et al [36]	33,7
B. J. O'Neill et al[37]	39,4
Mekaddar et Marhoum[38]	46
HOSSNALLY .R [39]	30
Shabir et al [40]	34,25
N. H. Kim et al [41]	37,2
R.V. Holinirina[42]	36,59
MOULOUD [43]	40
Notre série	38

### 2. Sexe :

Dans notre série, il existe une prédominance masculine avec un sexe ratio de 4.55 ce qui concorde avec les données des autres séries.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

Cette prédominance est due au fait que les hommes sont plus exposés aux traumatismes violents en rapport avec les accidents de la voie publique et la nature de l'activité professionnelle.

**Tableau XIV : Répartition du sexe en fonction des séries**

Auteurs	Homme(%)	Femme(%)
B. Pavolini et al [15]	77	23
KORTI .F [16]	79	21
L. Mathieu et al[31]	88,8	11,2
L. RIBAULT et al[32]	89,7	10,3
F. Boillot et al[34]	45	55
A.A.Tsiory[35]	88,88	11,12
Monka et al [36]	79	21
B. J. O'Neill et al[37]	68,2	31,8
Mekaddar et Marhoum[38]	89	11
N. H. Kim et al [41]	81,1	18,9
R.V. Holinirina[42]	88	12
MOULOUD [43]	89,14	10,86
Notre série	82	18

### **3. Etiologie :**

Dans notre série, les fractures résultent d'un mécanisme lésionnel à haute énergie. Les AVP sont les plus fréquents (68.66%), ceci est due à l'incidence élevée des accidents de la route au Maroc, suivis des chutes (13.33%). Ce constat rejoint celui de plusieurs auteurs [31][38][16][43][45] . Ceci pourrait être expliqué par le non-respect du code de la route, la défaillance du système routier, l'imprudence et la sous-estimation du danger. Cependant

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

d'autres auteurs [34][40] impliquent les circonstances étiologiques d'utilisation de la fixation externe au cours des catastrophes naturelles ou bien pour les blessés des guerres [33].

**Tableau XV : Répartition des étiologies selon la littérature.**

Auteurs	AVP (%)	Chute (%)	Agression (%)	AT (%)	AS (%)	Autres (%)
KORTI .F [16]	36	19	4	----	----	41
L. Mathieu et al[31]	70,3	18,5	----	11,2	----	----
L. RIBAUT et al [32]	49	----	----	9,6	----	41
L. Mathieu et al [33]	31,3	----	----	----	----	68,7
Monka et al [36]	97,3	----	----	-----	----	2,7
Mekaddar et Marhoum[38]	45	20	----	----	----	35
HOSSNALLY .R [39]	59	----	----	11,48	4,92	24,6
N. H. Kim et al [41]	70,2	----	----	-----	----	29,8
R.V. Holinirina[42]	55	4	----	9	----	32
MOULOUD [43]	76	14	----	10	----	----
A. MOYIKOUA et al [45]	59,2	6,8	2,8	-----	----	31,2
Cannon et al[46]	93	----	----	----	7	-----
Notre série	68,66	13,33	5,33	9,02	3,66	-----

#### **4. Côté atteint :**

Le côté droit est le plus atteint dans notre série, ainsi que dans celles des autres auteurs [43][32][33]. Aucun mécanisme particulier ne permet d'expliquer ces tendances, en effet, le côté atteint n'est qu'un critère aléatoire, puisque la constitution anatomique, l'architecture et la vascularisation sont identiques pour les deux côtés.

**Tableau XVI : Répartition selon le côté atteint dans la littérature**

Auteurs	Côté Droit (%)	Côté Gauche (%)	Bilatéral (%)
KORTI .F [16]	49	51	-----
L. RIBAUT et al[32]	53,8	46,2	-----
L. Mathieu et al[33]	55,5	38,8	5,7
Mekaddar et Marhoum[38]	45	55	-----
R.V. Holinirina[42]	50	50	-----
MOULOUD [43]	58	35	7
Notre série	57	41	2

#### 5. Mécanisme :

Dans notre série, le mécanisme de production des lésions est particulièrement difficile en raison de la multiplication des facteurs pouvant entrer en jeu. L'intensité du traumatisme ne permet pas à lui seul de décrire le mécanisme lésionnel. Le point d'impact et la position du segment doivent également être pris en considération.

#### 6. Membre atteint :

Dans les séries de la littérature, l'atteinte la plus fréquente est celle du membre inférieure, ainsi que dans la nôtre (80% des cas).

**Tableau XVII : Répartition selon le membre atteint dans la littérature**

Auteurs	Membre inférieur (%)	Membre supérieur (%)
B. Pavolini et al [15]	90	10
KORTI .F [16]	89	11
L. RIBAUT et al[32]	94	6
L. Mathieu et al [33]	87,5	12,5
F. Boillot et al[34]	88	12
Monka et al [36]	97,5	2,5
N. H. Kim et al [41]	87,5	12,5
MOULOUD [43]	90	10
M.P. Habboushe[44]	78	22
A. MOYIKOUA et al [45]	81	19
Cannon et al[46]	73	27
S. Awais et al [47]	67	33
Notre série	80	20

## VI. Etude Anatomopathologique :

### 1. Siège de la fracture :

Dans notre série, le siège le plus fréquemment retrouvé est diaphysaire avec un taux de fréquence de 74%, ceci concorde avec les données de la littérature.

**Tableau XVIII : Répartition du siège selon littérature :**

Auteurs	Epiphyse (%)	Métaphyse (%)	Diaphyse (%)
KORTI .F [16]	40,5	-----	59,5
L. Mathieu et al.[31]	40	-----	60
B. J. O'Neill et al[37]	33.8		66.2
Notre série	17	9	74

### 2. Type du traumatisme :

**Tableau XIX : Répartition du type traumatisme selon littérature**

Auteur	Fermé (%)	Ouvert (%)
B. Pavolini et al [15]	62	38
KORTI .F [16]	46	54
L. Mathieu et al.[31]	27%	63%
L. RIBault et al [32]	15,4	84,6
L. Mathieu et al. [33]	16.66	83.34
F. Boillot et al[34]	14,5	85,5
B. J. O'Neill et al[37]	83.8	16,2
Mekaddar et Marhoum[38]	58	42
Shabir et al [40]	60	40
N. H. Kim et al [41]	16	64,2
MOULOUD [43]	31,25	68,75
Cannon et al[46]	40	60
Notre série	14,4	85,6

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

Dans notre série, nous avons trouvé une prédominance des traumatismes ouverts (85.6%) par rapport à ceux fermés (14.4%) ce qui rejoint les différentes séries de la littérature ceci peut être expliqué par la gravité des traumatismes qui sont à haute énergie pourvoyeurs d'ouverture cutanée et de dégâts au niveau des parties molles.

### **3. L'état cutané :**

Dans notre série, l'état cutané a été apprécié suivant la classification de Cauchoix et Duparc [48]

- I: Plaie punctiforme ou linéaire, sans décollement ni contusion, suturable sans tension, dont le pronostic rejoint celui des fractures fermées.
- II: Plaie à berges contuses ou associée à un décollement ou contusion cutanée, exposant ainsi au risque de nécrose secondaire.
- III: Lésion avec perte de substance cutanée ou musculo-aponévrotique, non refermable sans tension, avec fort risque de nécrose.

**Tableau XX : Répartition de l'ouverture cutanée selon la classification de Cauchoix et Duparc**

Auteurs	Type I (%)	TypeII (%)	TypeIII (%)
KORTI .F [16]	37	47	16
L. RIBAUT et al[32]	9,7	22,6	67,7
F. Boillot et al[34]	13	25	47
A.A.Tsiory[35]	-----	44,45	55,55
Monka et al [36]	-----	30	70
Shabir et al [40]	9	63	28
N. H. Kim et al [41]	15,2	36,2	48,6
R.V. Holinirina[42]	----	30	70
MOULOUUD [43]	9	21	70
A. MOYIKOUA et al [45]	21,4	65,4	13,2
Notre série	25	47	28

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

Dans notre série on a constaté une prédominance des lésions cutanées type II de CAUCHOIX et DUPARC avec un taux de 47% ainsi que pour d'autres auteurs [40][16][45], alors que la majorité des séries montrent la fréquence du type III de CAUCHOIX et DUPARC

Cette disparité des résultats entre les différentes séries s'explique probablement par les conditions différentes de survenue des accidents traumatiques.

### **VII. Traitement par fixateur externe :**

#### **1. Délai opératoire :**

Le délai d'intervention est un paramètre critique dans le devenir de ces traumatismes, plus ce délai est important, plus le pronostic est sévère, l'idéal est d'opérer en urgence avant qu'un œdème important ne s'installe ou que la persistance des déplacements n'aggrave l'état cutané.

Etant donné que les phénomènes inflammatoires augmentent rapidement à partir de la sixième heure, la fixation externe reste le traitement de choix des fractures luxations de la cheville pour éviter l'aggravation de l'état cutané. [49] (figure 61)

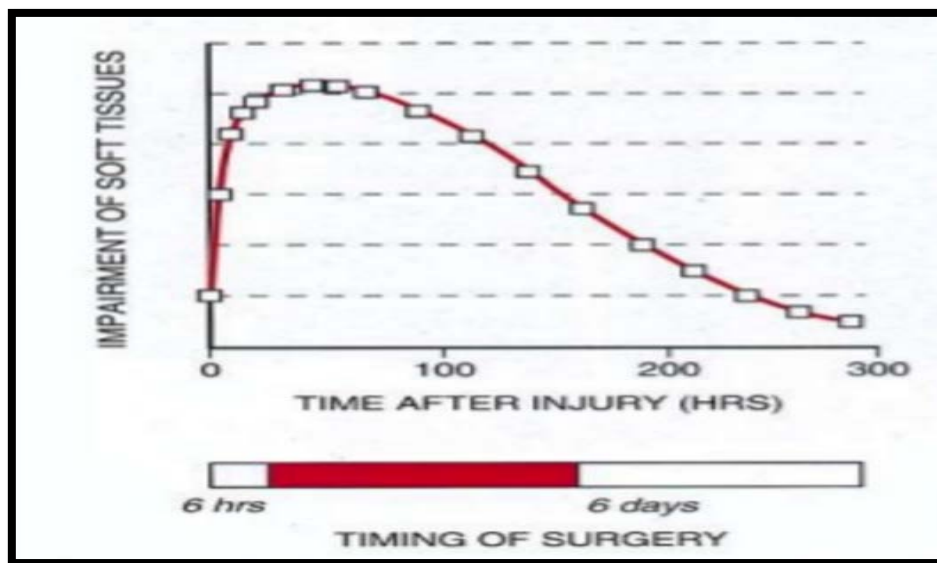


Figure 61: Le délai de traitement chirurgical [49]

Tableau XXI : Délai opératoire selon les séries

Auteurs	Délais opératoires
KORTI .F [16]	78% des cas avant 72 heures et 22% des cas plus de 72 heures
L. Mathieu et al. [31]	74% des cas entre 7ème jour et 3ème mois
RIBault et al[32]	3 jours [12 heures - 40 jours]
A.A.Tsiory[35]	9 jours [24 heures - 32 jours]
Monka et al [36]	5 jours [ 6 heures - 14 jours ]
N. H. Kim et al [41]	4.5 jours [2 heures - 17 jours ]
R.V. Holinirina[42]	9 jours [12 heures - 32 jours ]
Notre série	2 jours [1jour - 21 jours ]

Toutefois malgré ces différences de délai, la plupart des auteurs sont d'accord sur le fait qu'une prise en charge précoce améliore le pronostic de ces fractures.

Notre série est constituée de patients traités par fixation externe qui a l'avantage de ne pas aggraver les phénomènes inflammatoires post-traumatiques et donc peut être mis en place dès les premières heures, cependant un délai moyen de 48h a été constaté chez nos patients, ceci est dû dans notre contexte au retard d'accès aux structures hospitalières, soit à cause d'un traitement traditionnel (Jbira) préalable et aux conditions techniques (disponibilité du bloc opératoire et du matériel d'ostéosynthèse).

### **2. Indications du fixateur externe dans la littérature :**

De nombreux points sont encore très discutés dans les indications de la fixation externe.  
[22, 50, 51]

#### **2.1 Selon T. DAVID SISK [7]**

Il n'y a pas d'indications absolues, chaque cas doit être individualisé. L'utilisation systématique du fixateur externe n'est pas justifiée chez les patients aux quels d'autres méthodes conventionnelles éprouvées par le temps sont applicables c'est ainsi qu'il considère les indications dans trois catégories: acceptable, possible et discutable.

##### **2.1-1 Indications Acceptables :**

- Fractures ouvertes sévères types II et III CD.
- Fractures associées à des brûlures sévères.
- Fractures nécessitant des lambeaux de jambe croisés, des greffes vascularisées libres ou d'autres procédures de reconstruction.
- Certaines fractures nécessitant une distraction dans laquelle le maintien de la même longueur des os appariés est important.
- Allongement des membres.
- Arthrodèse.
- Fractures infectées ou pseudarthroses septiques.

### 2.1-2 Indications Possibles :

- Certaines fractures pelviennes et dislocations
- désunions pelviennes ouvertes et infectées.
- L'ostéotomie pelvienne reconstructive (l'extrophie de la vessie).
- Fixation après une exérèse tumorale radicale avec autogreffe ou remplacement d'allogreffe.
- Ostéotomies fémorales chez les enfants. L'utilisation de cette méthode élimine la nécessité de retirer ultérieurement les dispositifs de fixation interne tels que des plaques et des vis.
- Fractures associées à des réparations ou des reconstructions vasculaires ou nerveuses.
- Réimplantation des membres.
- Fixation de multiples fractures fermées. La fixation externe peut être une alternative chez les patients polytraumatisés avec des fractures qui peuvent être gérées séparément par traction, par coulée ou par réduction ouverte et fixation interne, mais qui peuvent être difficiles à immobiliser en combinaison.
- Correction des contractures articulaires congénitales ou des articulations congénitales palmées.
- Supplément à la fixation interne non rigide, par exemple, dans les fractures comminutives dans lesquelles les fragments majeurs ont été immobilisés par des broches de Kirschner, des vis, etc., mais ne sont pas suffisamment rigides pour une immobilisation définitive.
- Ligamentotaxis. Ce terme, courant dans la littérature européenne, suggère que certaines fractures intra-articulaires peuvent être traitées par fixation externe en utilisant la traction du fixateur sur les structures capsulaires et ligamentaires autour de l'articulation. Ce concept fonctionne bien dans les fractures comminutives intra-articulaires du radius distal, pour lesquelles des broches et du plâtre ont été couramment utilisés.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- Fixation des fractures pour les immobiliser temporairement chez les patients souffrant de traumatismes crâniens ou d'autres états instables rendant impraticable d'autres formes d'ostéosynthèse, Le fixateur externe peut être retiré et d'autres formes de gestion des fractures peuvent être utilisées une fois que la condition s'est améliorée.
- Fixation des fractures chez les patients nécessitant un transport fréquent pour un test diagnostique, une thérapie ou d'autres procédures chirurgicales. La fixation externe permet le transport sans perturber la réduction de la fracture dans les cas où la traction ne permet pas le transport du patient.
- Fixation de fractures flottantes du genou. La fixation externe des fractures ipsilatérales du fémur et du tibia ne convenant pas à la réduction ouverte et à la fixation interne permettra la fonction précoce du genou.
- Évaluation de la stabilité du genou avec des fractures du tibia supérieur ou du fémur inférieur chez les patients auxquels l'intégrité des ligaments du genou peut être difficile à évaluer.

L'utilisation d'un fixateur externe pour stabiliser la fracture adjacente permet une meilleure évaluation des ligaments du genou, pas plus de trois à quatre semaines d'immobilisation rigide sont nécessaires dans de tels cas, après, une fixation articulée peut permettre l'initiation du mouvement articulaire. L'immobilisation totale de l'articulation pendant six à huit semaines entraîne souvent un certain degré de raideur articulaire.

### **2.1-3 Indications Discutables :**

Les fractures fermées: l'utilisation de la fixation externe dans les fractures fermées, pour laquelle les méthodes conventionnelles ont été couronnées de succès, doit être remise en question. La technique de la fixation externe est précieuse dans le traitement des fractures des os longs, mais elle devrait être réservée aux patients chez lesquels la réduction et l'immobilisation ne peuvent pas être obtenue sans danger par des techniques conventionnelles.

### 2.2 Selon Baker et Offut[10].

Les indications pour la fixation externe sont nombreuses mais c'est au chirurgien de choisir la meilleure modalité de fixation pour chaque patient, ainsi l'indication la plus courante de l'utilisation du fixateur externe est le traitement des fractures sévères avec comminution ou perte osseuse importante, la blessure classique dans cette catégorie est la fracture du pilon tibial à haute énergie.

La fixation externe a également fait ses preuves dans le traitement des fractures ouvertes avec des lésions sévères des tissus mous par une excellente stabilisation et un traitement aigu de la fracture pouvant être obtenu tout en évitant les zones de lésion des tissus mous, l'accès est toujours possible, permettant l'évaluation et la prise en charge de la plaie, l'évaluation de la viabilité du lambeau et la surveillance d'un éventuel syndrome du compartiment.

Certains cliniciens préconisent l'utilisation de fixateurs externes dans leurs fusions tibio-calcanéenne et tibio-talaire, **Charnley[54]**a d'abord décrit les techniques des arthrodèses de compression du genou et de la cheville. (Figure 62)

La correction des déformations sévères complexes du pied soit congénitale ou acquise comme ceux observées avec les troubles neurologiques est possible par fixateur externe. Il s'avère également efficace pour la correction des déformations angulaires et des cals vicieux du membre inférieur.

Les pseudarthroses infectées peuvent également être traitées avec succès ainsi la correction des déformations de la longueur des membres.

L'utilisation également d'une fixation externe pour des ostéotomies a été démontrée.

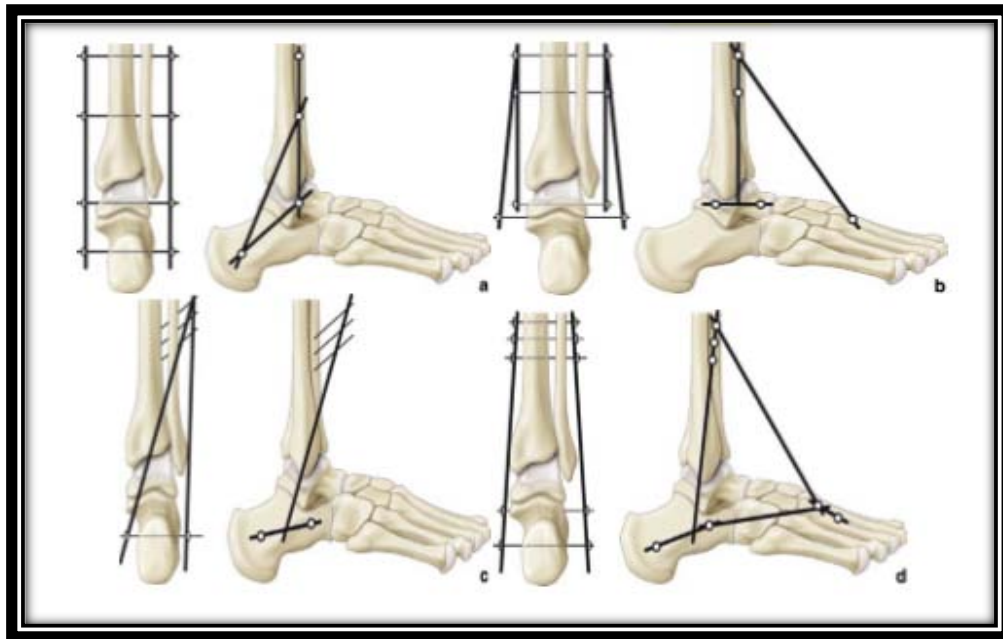


Figure 62 : Schéma des différents montages par fixation externe dans littérature [64]

a. Montage Schoenhaus, b. Montage Berman, c. Montage Saragaglia, d. Montage Newmann

### 2.3 H.KISSI [11]

Dans son étude sur la méthode d'ILIZAROV a rapporté des indications thérapeutiques diverses a ce matériel comme dans l'allongement des membres en réduisant les complications et permettant la production d'os à propriétés histologiques et mécaniques normales.

- Les pseudarthroses et les pertes de substance osseuse représentent l'indication idéale de la méthode vue que ses deux principes de base étant la stabilisation élastique et la distraction. Cette méthode trouve son application aussi à la correction des déviations angulaires du squelette.
- Les applications en traumatologie sont innombrables: Fractures diaphysaires, métaphysaires et aussi les fractures articulaires.
- Le pied dans sa déformation, son allongement ou son arthrodèse retiennent des indications préférables de cette méthode.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- La technique d'ILIZAROV peut être utilisée dans des cas sélectionnés de tumeurs osseuses malignes ou localement agressives par transfert osseux.
- Finalement de rares indications ont pu être prises par cette méthode comme les séquelles orthopédiques des enfants porteurs de spina bifida, arthroses de grosses articulations, palmures, rétractions, syndactylies brides, correction progressive de la mandibule.
- Les attitudes vicieuses et les raideurs articulaires sans qu'il soit besoin de réaliser un geste d'arthrolyse à ciel ouvert, les lésions d'arthrose des grosses articulations (hanche et genou notamment) peuvent bénéficier de la méthode avec une corticotomie correctrice des axes.
- Enfin, la distraction est à l'origine d'un phénomène d'angiogenèse qui permet à ILIZAROV de supprimer les troubles fonctionnels invalidants de l'artérite lorsqu'elle se présente sous la forme de thromboangéite oblitérante distale.
- A l'inverse, les très fortes compressions permises par l'appareil provoquent une véritable chondrolyse du cartilage hyalin articulaire et des plaques conjugales, suivies d'une véritable fusion osseuse. ILIZAROV se sert de ce principe pour réaliser les arthrodèses des principales articulations du membre supérieur et inférieur et compléter certaines épiphysiodèses partielles acquises.

### **2.4 Selon Jacques Vidal [20]**

On peut classer les indications de la fixation externe en trois chapitres : Formelles, raisonnables et relative.

### 2.4-1 Indications Formelles :

#### 2.4-1-1 En traumatologie :

##### a) Les fractures ouvertes :

Classiquement les fractures ouvertes au stade IlletIIIdeCauchois et Duparc relèvent de la fixation externe.

Il semble indispensable de distinguer :

- Les fractures ouvertes simples sans perte de substance qui peuvent être traitées en urgence par lambeau musculaire et synthèse interne.
- Les fractures ouvertes avec perte de substance osseuse qui continuent, à relever exclusivement de la fixation externe. une greffe osseuse secondaire ou un transfert osseux par le procédé dit de «l'ascenseur» seront nécessaires secondairement.

En chirurgie de guerre les fractures ouvertes par projectiles doivent être traitées par fixation externe.

##### b) Les fracas épiphysaires et articulaires :

Ces lésions sont difficiles à reconstruire par ostéosynthèse interne et le danger de dévascularisation des fragments reste majeur. La traction externe par fixateur, selon le procédé appelé « ligamentotaxis » par l'école de Montpellier, doit garder une place notable dans le traitement de ces lésions. Un comblement osseux par de l'os spongieux ou un substitut osseux est souvent nécessaire.

##### c) Les pseudarthroses septiques :

La fixation externe est le traitement de choix des pseudarthroses infectées fistulisées. La perte de substance osseuse primitive, ou secondaire pourra être comblée grâce à divers artifices : greffe inter tibio-péronière ; interposition d'éléments corticaux spongieux vascularisés ou non ; greffes d'os spongieux à ciel ouvert ; transport osseux par la méthode dite de «l'ascenseur».

### **2.4-1-2 En orthopédie :**

La fixation externe est un excellent moyen de réaliser des allongements segmentaires et progressifs des membres. Le site idéal d'allongement est la région métaphysaire. Dans des cas plus rares, l'allongement peut se faire au niveau de la plaque de croissance (chondrodiatasis). Les fixateurs externes mono latéraux permettent d'effectuer des allongements conséquents et dans des conditions de confort tout à fait remarquables. Les fixateurs externes de type Ilizarov (circulaires) restent très performants en matière d'allongements des membres en particulier au niveau du squelette jambier.

La correction des déviations axiales dans un plan peut parfaitement être réalisée au moyen d'un fixateur externe. La modularité de certains appareils permet de réaliser facilement et sans risque ce type d'intervention.

La correction des déviations axiales, articulaires et/ou osseuses multi planaires s'avère complexe. Dans ce domaine, l'utilisation des fixateurs externes circulaires de type Ilizarov apparaît presque une nécessité en raison de la modularité du système.

### **2.4-2 Indications raisonnables :**

Elles concernent les lésions suivantes trouvées en traumatologie :

#### **a) Les fractures du bassin :**

Lorsque les fractures du bassin s'accompagnent de ruptures de l'anneau pelvien, la fixation externe peut être utilisée en urgence pour réduire les déplacements au niveau de la symphyse pubienne et des articulations sacro-iliaques. Le fixateur externe permet de maintenir fermée la ceinture pelvienne en y associant si nécessaire une extension continue ou une synthèse postérieure lorsqu'il existe une ascension d'un hémibassin par disjonction sacro-iliaque.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

### b) les fractures fermées pluri-fragmentaires :

Elles sont parfois une indication de fixation externe. Dans ce cas, le fixateur assure un alignement des fragments osseux sans risque de dévascularisation.

### c) Chez les polytraumatisés et les poly-fracturés :

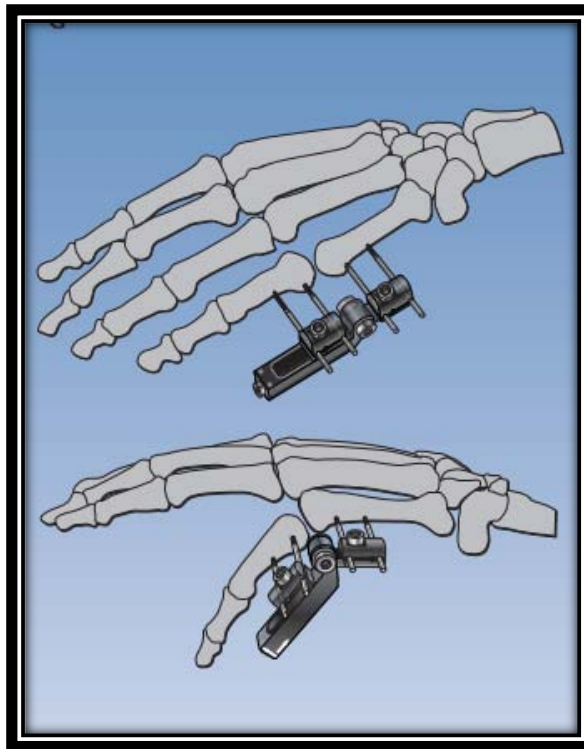
La fixation externe est une bonne indication. Les appareils simples d'utilisation, de type mono-latéral sont généralement faciles à mettre en place. Le nursing s'en trouve considérablement amélioré ainsi que les soins de réanimation.

### 2.4-3 Indications relatives :

L'utilisation de la fixation externe a été prônée par certaine équipe chirurgicale pour le traitement de lésions habituellement accessibles soit au traitement orthopédique, soit à l'ostéosynthèse interne.

#### a) Les fractures de la main :

Les mini-fixateurs ont trouvé là leur place. Ils ont cependant certains inconvénients en raison du risque de raideur que peuvent faire courir les fiches transfixiantes. (Figure 63)



**Figure 63 : Mini fixateur de la main [52]**

b) **Chez l'enfant :**

L'utilisation du fixateur externe est relativement rare. Elle s'adresse principalement aux lésions ouvertes et graves.

c) **Au niveau du rachis**

La fixation externe commence à prendre sa place. Toutefois, la mise en place des fiches dans les pédicules vertébraux n'est pas un geste dénué de tout danger. Les techniques de guidage informatisé permettront certainement de diminuer le risque.

d) **Les fractures simples et fermées des membres :**

Dans certaines localisations (diaphyse humérale), la fixation externe peut s'avérer bénéfique sur le plan fonctionnel.

### 2.5 Goldberg et Scott[52]

Ont rapporté sur leur étude, les principes de base de la fixation externe "Orthofix" avec des indications cliniques variées à cet appareil en traumatologie-orthopédie :

#### En Traumatologie:

- ❖ Fractures des os longs,
- ❖ Fractures articulaires et péri articulaires,
- ❖ Fractures du bassin et
- ❖ Fractures des petits os de la main et du pied.

#### En Orthopédie:

- ❖ Allongement osseux (figure 64),
- ❖ Retard de consolidation,
- ❖ Arthrodeuse (figure 65),
- ❖ Arthrodiatasis (figure 66) et
- ❖ Correction des tissus mous.

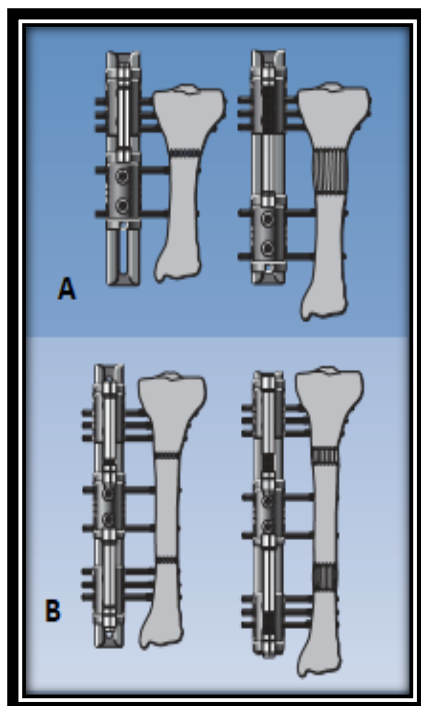


Figure 64 : Allongement osseux unifocal (A), bifocal(B) [52]

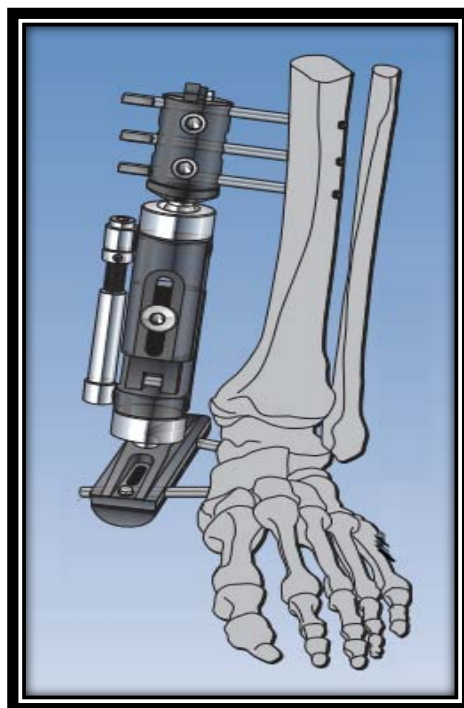
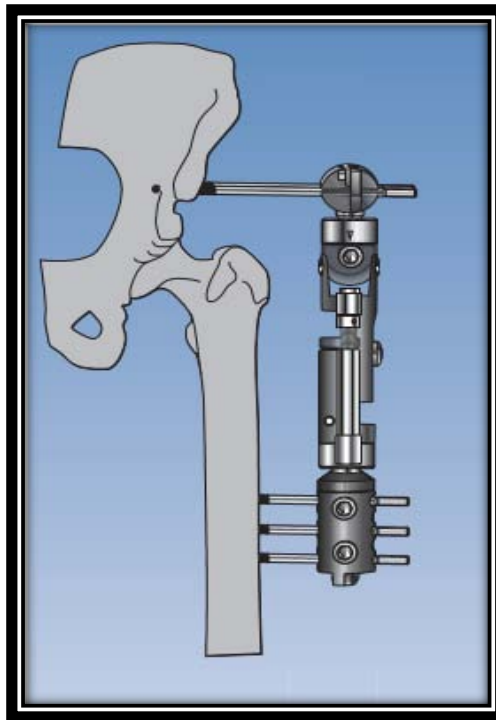


Figure 65 : Arthrodèse de la cheville [52]



**Figure 66 : Arthrodiastasis de la hanche [52]**

**2.6 C.H. Wynn-Jones [53]**

Démontre la nécessité d'une fixation squelettique externe pour des situations qui peuvent être traitées plus efficacement par un fixateur externe que par d'autres méthodes:

- la fracture ouverte avec des lésions graves des tissus mous,
- la pseudarthrose infectée et
- les gros défauts osseux.

La fixation squelettique externe offre une bonne stabilité pour la lésion squelettique et un accès complet aux tissus mous ainsi l'application de greffes et de lambeaux précoces est grandement facilitée. En effet, le dispositif offre un excellent moyen de maintenir la posture dans les volets transversaux sans utiliser de plâtres encombrants. L'expérience a renforcé le point de vue selon lequel la fixation squelettique externe est la méthode de choix dans la prise en charge des fractures avec des lésions graves des tissus mous.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- ❖ Dans notre série l'indication dominante de pose de fixateur externe était les fractures ouvertes à 60,66% des cas, suivie par les fractures complexes dans 19,66 % des cas, comme traitement par ligamentotaxis 10,33 % des cas, dans les pseudarthroses septiques à 6,66 % des cas et enfin les luxations pures à 2,66 % des cas.
  - **L. Mathieu et al.[31]** ont utilisé dans leur série la fixation externe sur 27 patients avec 77.7% des cas pour des fractures, 14.8% des cas pour la pseudarthrose et un taux de 7.5% des cas pour l'ostéite et le cal vicieux.
  - **L. RIBAUT et al [32]** ont mis en place en 5 ans, 39 fois le fixateur externe du Service de Santé des Armées (FESSA), 79.4% des cas pour des fractures des membres inférieurs ( 74.3% des cas pour la jambe et 5.1% des cas pour fémur ), 10.2% des cas pour des ostéites ( 7.6% des cas pour la tibia et 2.6% des cas pour le fémur ), 5.2% des cas pour des fractures des membres supérieures ( 2.6% des cas pour le poignet et 2.6% des cas pour l'avant-bras) et 5.2% des cas pour des tumeurs qui ont nécessité des résections osseuses étendues ( 1 cas de tumeur à cellules géantes du genou et 1 cas de fibrosarcome de la jambe) .
  - **L. Mathieu et al [33]** ont présenté dans leur série rétrospective de 16 cas, 18 lésions qui ont nécessité la mise en place d'un fixateur externe dans trois contextes : 5 fixateurs (27.8%) ont été mis en place chez trois polytraumatisés, 3 fixateurs externes (16.7%) pour des fractures fermées et 10 fixateurs externes (55.5%) pour des lésions ostéo-articulaires ouvertes.
  - **Mekaddar et Marhoum[38]** ont présenté dans leur étude rétrospective sur 66 cas la prédominance de l'indication des fractures ouvertes de la jambe avec un taux de 40.9% suivi des fractures de l'extrémité inférieure du radius avec 18.1% des cas , la fracture du fémur ainsi que celle du pilon tibial ayant eux 12.1% des indications chacune, la fracture du plateau tibial avec un taux de 3% , pour l'ostéite, une de la jambe et l'autre de la cheville le taux été de 3% , le reste des indications été a 1.5%

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

des cas chacun rassemblant: fracture du toit de cotyle, fracture luxation cheville ,fracture sous trochantérienne et fracture malléolaire.

- **Kim et al [41]** ont utilisé le fixateur externe Orthofix dans leur série pour le traitement de 112 fractures des os long chez 101 patients avec 64.2% des cas de fractures ouvertes, 16% des cas de fractures fermées et 19.8% des cas pour des pseudarthroses (68.1 % de fémur, 27.2% du tibia et 4.7% de l'humérus).
- **Holinirina[42]** dans son étude rétrospective descriptive sur le bilan de 3 ans d'utilisation du fixateur externe au sein du service de traumatologie orthopédie à l'hôpital JOSEPH RAVOAHANGY ANDRIANAVALONA, les indications des fixateurs externes étaient dominées par les fractures ouvertes à 71% des cas, quant au reste des indications; les fractures–luxations ouvertes à 17 % des cas, les pseudarthroses à 8 % des cas et les ostéites à 4 %des cas.
- **MOULOUD [43]** a décrit dans sa série de fixation externe en chirurgie orthopédique et traumatologique, que les fractures de jambe occupaient la première place des indications de fixation externe soit 62% des cas , suivi par la pseudarthrose septique avec 8% des cas , les fractures du fémur, du poignet et du pilon tibial représentent chacune 6% des cas, les fractures de l'avant-bras sont à 4% des cas et comme dernières indications on trouve la fracture de cheville, fracture du bassin, arthrodèse du genou et le cal vicieux avec chacune un taux de 2% .

**3. Types des Fixateurs externes :**

- **KORTI .F [16]** a montré dans son étude rétrospective de 180 fractures chez 165 patients traités par fixation externe que l'application prédominante était celle du fixateur externe d'Hoffmann à 71,7% des cas, le fixateur externe d'Ilizarov à 16,6% des cas et le fixateur externe des services de santé des armées (FESSA) avec un taux de 11,7 %.
- **Tsiory[35]** a présenté dans sa série rétrospective descriptive sur l'utilisation du fixateur externe comme traitement définitif des fractures ouvertes dans le cadre des plaies par balle sur une période de trois ans ce qui a montré la prédominance d'utilisation du fixateur externe d'Hoffmann avec un taux de 66.66 % des cas pour Hoffmann2, et Hoffmann1 22,22% quant au fixateur externe de Judet à 11,11% des cas.
- **Monka et al [36]** ont présenté leur étude sur le traitement des fractures ouvertes des membres par fixateur externe à propos de 38 cas avec une prédominance du fixateur externe des services de santé des armées (FESSA) avec 67.5% des cas, le fixateur externe GexfixExternal à 30% des cas et le fixateur d'Hoffmann à 2.5% des cas.
- **O'Neill et al[37]** ont traité par fixateur externe circulaire les traumatismes du membre inférieur en utilisant le fixateur externe d'Ilizarov à 78% des cas et le fixateur externe spatial Taylor avec un taux de 22%.
- **R.V. Holinirina[42]** a présenté son étude sur l'utilisation du fixateur externe pendant trois ans qui a objectivé une prédominance d'utilisation du fixateur externe d'Hoffmann avec un taux de 38 % pour FE Hoffmann2, un taux de 33 % pour FE Hoffmann1 et le FE Judet à 29% des cas.
- **MOULOUD [43]** a présenté dans son étude sur la fixation externe en chirurgie orthopédique et traumatologique l'utilisation dominante du FE d'Hoffmann à 96% des cas contre un taux de 2% pour le FE Judet et le FE Charnley à 2% des cas.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- ❖ Notre série a montré la prédominance d'utilisation du FE d'Hoffmann à 58.4% des cas, le FE Orthofixa été utilisé avec un taux de 29.7 %, le FE Lowcost (figure 67) à 11.2% des cas et le FE Ilizarov ainsi que le mini-fixateur à 0.4 % des cas chacun.

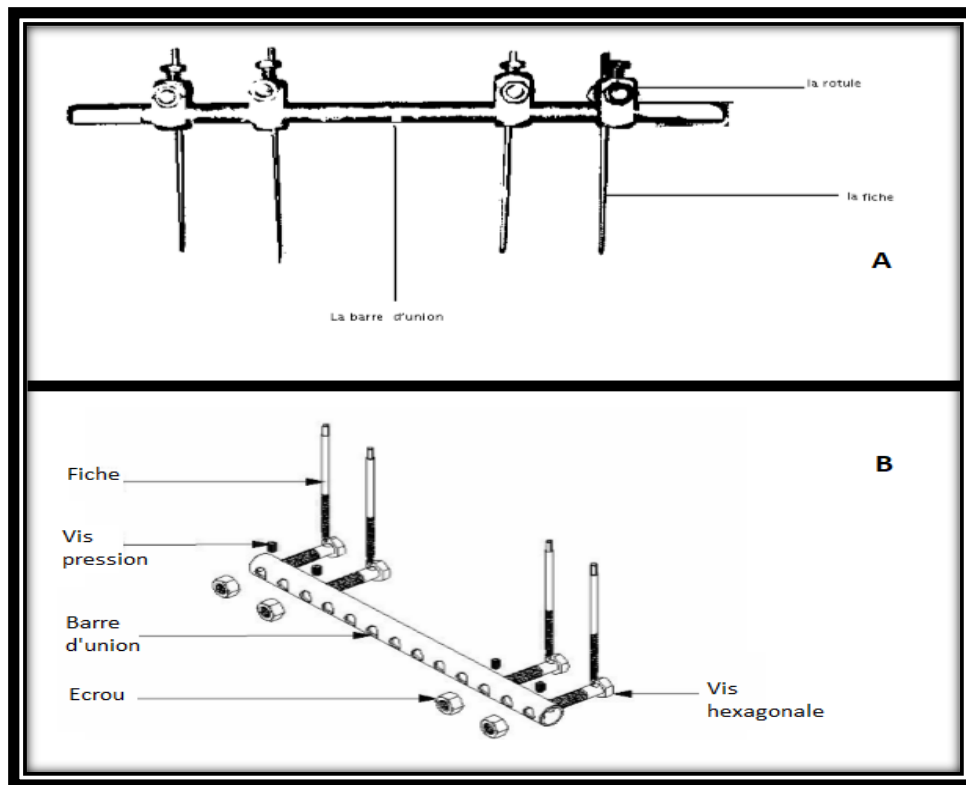


Figure 67: Fixateur externe Low Cost MK1 (A), Low Cost MK3 (B) [24]

#### 4. Comparaison des indications du FE Hoffmann selon la littérature :

Les fractures de la jambe sont les plus fréquemment traitées par le fixateur externe d'Hoffmann dans notre série, ce qui rejoint les données des autres auteurs.

**Tableau XXII : Répartition des indications par fixation externe d'Hoffmann selon la littérature**

Indications	F.KORTI [16] (%)	Holinirina[42] (%)	MOULOUD [43] (%)	Notre série (%)
Fracture de la jambe	58.1	33.33	62	40.3
Fracture du fémur	20.9	8.3	6	2
Fracture de la cheville	-----	12.5	8	27.2
Fracture du poignet	-----	-----	6	18.5
Fracture de l'avant-bras	8.5	11.5	4	1.7
Pseudarthrose septique	-----	4.1	6	6.3
Fracture du bassin	6.2	-----	2	0.7
Fracture du genou	-----	-----	-----	6
Fracture du bras	6.2	4.1	-----	4.8
Fracture du coude	-----	-----	-----	1.7

**5. Comparaison des segments d'application du FE selon la littérature :**

- ❖ Dans notre série ainsi que dans la littérature, le segment le plus intéressé par la fixation externe est la jambe comme le montre le tableau ci-dessous:

**Tableau XXIII : Répartition par segments d'atteinte selon littérature**

Auteurs	Jambe (%)	Cuisse (%)	Avant-bras (%)	Bras (%)	Cheville (%)	Genou (%)	Poignet (%)	Coude (%)	Bassin (%)
B. Pavolini et al [15]	66	14.2	3.6	6.3	8.4	-----	-----	----	----
KORTI .F [16]	51.4	18.3	6.1	4.4	12.7	2.7	-----	----	4.4
Mathieu et al[31]	74	18,6	3,7	---	3,7	-----	----	----	----
RIBAULT et al[32]	84,6	7,6	2,6	-----	-----	2,6	2,6	----	----
F. Boillot et al[34]	47.1	41.1	7.2	4.6	-----	-----	-----	---	----
A.A.Tsiory[35]	22.22	11.11	11.11	55.56	-----	-----	-----	----	----
Monka et al [36]	87.5	10	-----	----	-----	----	-----	2.5	----
O'Neill et al[37]	83.8	16.2	-----	----	-----	----	----	----	----
Mekaddar et Marhoum[38]	61	18	15	1	5	----	-----	----	----
Shabir et al [40]	57.2	42.8	----	----	-----	----	-----	----	----
N.H.Kim et al [41]	58	29.5	6.25	6.25	----	----	----	----	----
R.V. Holinirina[42]	41.8	16.6	12.5	16.6	12.5	-----	-----	----	----
MOULOUD [43]	70	8	4	----	8	2	6	----	2
Habboushe[44]	53	25	-----	22	----	-----	-----	----	----
MOYIKOUA et al [45]	52	13.3	7.4	4.6	16.1	----	5.3	1.3	----
Cannon et al[46]	63	10	4	23	-----	-----	----	----	----
S. Awais et al [47]	27.8	20.4	20.4	3.4	14.4		----	6.8	6.8
Notre série	50.7	4	1	3	21.4	11.7	12.7	1.7	1.4

**6. Prise en charge des lésions cutanées ouvertes :**

- Dans notre série, les lésions ouvertes représentent **85.6%** des cas, le traitement de cette ouverture constitue une étape primordiale dans la prise en charge thérapeutique et joue un grand rôle pronostic.
- L'objectif de la prise en charge est de faire un parage soigneux des lésions et du foyer fracturaire et d'assurer une couverture correcte de ce foyer soit par fermeture directe quand elle est possible soit une couverture par greffe cutanée ou lambeaux en un seul ou en deux temps.
- La fermeture primaire semble un bon choix parce qu'elle convertit un traumatisme ouvert en un fermé. Cependant, les lésions doivent répondre à certains critères à considérer pour la fermeture primaire immédiate:
  1. La plaie originale était relativement propre,
  2. Le lieu de la blessure n'était pas gravement contaminé,
  3. Le parage a éliminé avec succès tous les tissus et débris nécrotiques,
  4. L'état général du patient est stable,
  5. La lésion peut être fermée sans tension.

Le traitement de la plaie dans l'intervalle peut comprendre le pansement sec humide, l'emballage, les techniques de poche à billes et la thérapie par une hernie sous pression négative. Cette stratégie permet de répéter le parage de la plaie et minimise le risque d'infection à germes anaérobiques.

Lorsque la fermeture immédiate n'est pas possible en raison de la perte de la substance, la plaie doit être couverte par d'autres moyens.

L'utilisation des lambeaux apporte une couverture rapide et vascularisée, ce qui semble être un facteur déterminant dans la consolidation et dans la lutte contre l'infection. La

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

couverture par des lambeaux n'est généralement pas effectuée au moment du parage initial, mais elle peut l'être.

Plusieurs types de lambeaux sont disponibles : musculaires, libres et fasciocutanés. La couverture cutanée précoce diminue la durée moyenne d'hospitalisation, réduit le délai de consolidation et améliore les résultats fonctionnels.

**Tableau XXIV: Prise en charge des lésions cutanées selon la littérature**

Auteurs	Cicatrisation spontanée (%)	Cicatrisation dirigé (%)	Grefe cutanée (%)	Lambeau (%)
L. Mathieu et al [33]	-----	12.5	31.25	18.75
Shabir et al [40]	-----	-----	25	---
N. H. Kim et al [41]	34.8	-----	29	26.5
Cannon et al[46]	-----	-----	26.6	10
Notre série	53	14	11	7

### **7. Rééducation :**

La kinésithérapie est considérée comme l'un des piliers du traitement afin de garantir de meilleurs résultats fonctionnels et morphologiques et d'éviter les complications, elle est indiquée dès les premiers jours, sa précocité limite les conséquences fonctionnelles, mais c'est à l'ablation de la contention qu'elle prend tout son intérêt.

Elle doit être débutée précocement de façon progressive et attentivement suivie. Quel que soit le traitement appliqué, les techniques de rééducation cherchent avant tout la récupération de la fonction du membre dans des délais précoces.

Durant le premier temps, elle vise essentiellement la prévention des phlébites, des raideurs et des amyotrophies par le massage et l'entretien musculaire.

## **La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications**

---

Dans un second temps, elle devient curative pour une reprise fonctionnelle adéquate. Pour le patient polytraumatisé plus que pour tout autre, la kinésithérapie traite le patient dans sa globalité. Le compte rendu chirurgical et l'avis du chirurgien (sur la stabilité de la fracture, la qualité de son immobilisation, le degré de consolidation...) sont essentiels et indispensables pour élaborer une kinésithérapie personnalisée et adaptée à l'évolution du cas.

La participation du patient avec auto-kinésithérapie fait partie intégrante du traitement. Elle contribue à assurer l'autonomie du patient.

Durant la phase d'appui partiel, le travail musculaire du segment jambier contre résistance croissante est entrepris. Il a pour but la prévention du déficit du quadriceps et des ischio-jambiers, la mobilisation passive de toutes les articulations de l'avant-pied et la médio-tarsienne.

La phase d'appui total est la plus active de la kinésithérapie, son objectif est de réduire les déficits pour permettre au patient de retrouver sa vie antérieure au traumatisme.

Les phénomènes douloureux bénéficient d'un traitement antalgique et d'une cryothérapie.

Dans notre série, tous les patients ont bénéficié d'une rééducation fonctionnelle.

## **8. Ablation du fixateur externe : [55,56]**

### **a) Quand enlever le fixateur ?**

La résistance du cal croit avec le temps, de nombreux auteurs se sont attachés à quantifier la consolidation :

- \* Les radiographies apprécient la quantité de cal mais non sa qualité : les recherches de flexion du foyer sous contrôle radiographique sont imprécises.
- \* Le testing normal de la raideur du foyer est très approximatif.
- \* en 1994, RICHARDSON et COLL évaluent sur 219 patients, la rigidité du foyer de fracture :

Directement, en appliquant un goniomètre flexible de part et d'autre de la fracture, ou sur les fiches après ablation de l'appareil.

Indirectement, par des jauges de contrainte placées sur le fixateur en place. L'ordinateur calcule la rigidité de la fracture en Nm/degré.

Les auteurs préfèrent la méthode directe, car les mobilisations de fiches sont dans la méthode indirecte, de gros facteurs d'erreurs.

L'évaluation de la rigidité n'est effectuée qu'à partir de la 6<sup>ème</sup> semaine.

À l'issue de cette étude, les auteurs ont adopté la rigidité de 15 Nm/degré comme limite au-delà de laquelle le fixateur peut être enlevé sans risque de fracture itérative.

Le temps nécessaire pour atteindre cette rigidité a été en moyenne de 13 semaines pour les fractures stimulées par micro-mouvements et de 18 semaines pour les fractures immobilisées statiquement.

### b) Méthode d'ablation du F.E : Dérigidification progressive multidirectionnelle :

Le fixateur peut être enlevé en une seule fois, lorsque le cal a atteint une rigidité suffisante. La diffusion de l'appareillage de RICHARDSON devrait grandement faciliter cette évaluation et éviter ou limiter le risque notable de fracture itérative.

Depuis 1980, MEYRUEIS préconise la dérigidification progressive des montages pour renforcer le cal, encore fragile, par un passage progressivement croissant de contraintes, conformément à la loi de Wolff.

La dérigidification axiale augmentait en règle générale la rigidité du couple os fixateur, elle n'est donc pas utilisable pour dérigidifier le montage, de plus, pour renforcer le cal, il faut assouplir le montage dans toutes les directions. Cela n'est pas faisable avec des appareils comme l'Orthofix ou le monotube. La technique est par contre très simple avec des fixateurs comme d'Hoffmann ou le FESSA pour lequel elle a été bien codifiée.

À quelques jours d'intervalle, tout en poursuivant un appui total, les différentes pièces du fixateur sont enlevées ou remplacées : barres d'union, colliers, un des fixateurs...En terminant par un fixateur articulé, les fiches, si elles sont bien tolérées, sont enlevées en une fois, à la fin. Une attelle de protection est ensuite appliquée systématiquement pendant quelques semaines.

- **B. Pavolini et al [15]** ont montré dans leur étude sur l'expérience de 10 ans d'utilisation du fixateur externe Ilizarov en traumatologie que le temps moyen du traitement diffère selon la localisation et la nature du traumatisme initial, pour le fémur, c'était de 85 jours avec des extrêmes entre [50-113 j] en cas de fracture fermée et de 94 jours avec des extrêmes entre [67-127 j] si ouverte, pour la jambe et le pilon tibial la moyenne était de 88 jours avec des extrêmes entre [41-182 j] en cas de fracture fermée et de 117 jours avec des extrêmes entre [75-203 j] si ouverte. Le membre supérieur a atteint sa consolidation en temps moyen de 56 à 98 jours.

- **KORTI .F [16]**a étudié la fixation externe en traumatologie chez 165 patients ayant 180 fractures ainsi la durée moyenne d'immobilisation était de 4 mois pour la hanche, le pilon tibial et le plateau tibial, la durée moyenne pour la jambe était de 5 mois et de 6 mois pour la diaphyse fémorale.
- **L. Mathieu et al[31]**ont obtenu dans leur série prospective un taux de 70 % de consolidation et 26% des cas étaient en cours alors qu'un cas n'a pas été évalué.
- **RIBAUTL et al[32]**ont montré dans leur étude qui s'étend sur une période de 5 ans d'utilisation du FESSA que le délai de consolidation pour le membre inférieur été de 8 mois (stade1 CD 5,6 mois, Stade2 CD 9,5 mois et Stade 3 CD 5,9 mois) pour le poignet le délai était de 2 mois, pour l'avant-bras 5 mois et pour l'ostéite du fémur de 17 mois.
- **L. Mathieu et al. [33]**ont présenté dans leur série de 16 cas les deux types de fixation externe avec une moyenne de 2,8 mois [2-3 mois] pour exofixation provisoire et une moyenne de 6,3 mois [1,5 - 17 mois] pour l'exofixation prolongée.
- **A.A.Tsiory[35]**a donné dans son étude sur une période de 3 ans un délai d'ablation du FE ente [4-12 mois] avec une moyenne de 4 mois pour le membre supérieur et une moyenne de 6 mois pour le membre inférieur.
- **Monka et al [36]**ont traité les fractures ouvertes des membres par fixateur externe et la consolidation osseuse moyenne été obtenu en 6 mois avec des extrêmes entre [4mois - 9 mois].
- **B.J.O'Neillet al[37]**ont traité dans leur étude rétrospective sur le fixateur externe circulaire et les traumatismes du membre inférieur avec 63 patients ayant 68 fractures, un temps moyen du traitement pour le fémur de 365 j avec des extrêmes entre [98-706 jours] et un temps moyen du traitement pour le tibia de 230 j avec des extrêmes entre [68-808 jours].

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

- **Shabir et al [40]** ont étudié le rôle d'Ilizarov dans la prise en charge des fractures du membre inférieur et la durée moyenne globale de fixation externe était de 24 semaines, avec une moyenne de 20 semaines pour le tibia et une moyenne de 29,4 semaines pour le fémur.
- **N. H. Kim et al [41]** ont présenté une série de 101 patients avec 112 fractures des os longs traités par fixateur externe Orthofix avec une durée moyenne du traitement de 5,6 mois (tibia 5.8 mois, fémur 6.4 mois, avant-bras 4.8 mois et l'humérus 4.1 mois).
- **R.V. Holinirina[42]** a montré dans sa série rétrospective descriptive à propos de l'utilisation du fixateur externe pendant 3 ans que l'ablation des fixateurs externes était effectuée entre 4 et 12 mois, avec une moyenne de 4 mois pour les fractures des membres supérieurs et de 6 mois pour celles des membres inférieurs.
- **Cannon et al [46]** ont rapporté dans leur étude une durée de fixation de 17 semaines pour le tibia, de 16 semaines pour le fémur, de 6 semaines pour l'avant-bras et de 9 semaines pour l'humérus.

Dans notre série l'ablation du fixateur externe était en moyenne à 4.1 mois avec des extrêmes allant de 1 mois à 15 mois.

## **VIII. COMPLICATIONS :**

### **1. Complications peropératoires :**

#### **1.1 Blessures directes :**

La mise en place des fiches étant faite en percutané, on ne voit pas les éléments sous-jacents, certains sont susceptibles d'être lésés lors de la mise en place, il peut se produire deux types d'incidents peropératoires:

- ❖ l'embrochage direct par le matériel peut se produire à certaines zones qu'il faut connaître.
  - ✓ À l'humérus, les broches supérieures risquent de léser le nerf circonflexe ou le nerf radial. Les broches inférieures risquent de léser le nerf cubital (figure 68).
  - ✓ À la jambe, il faut signaler la possibilité de blessure vasculaire au tiers supérieur du tibia (figure 69).

Ces localisations doivent être abordées par une courte incision avec une dissection des éléments.

- ❖ Mais, plus redoutables et plus difficiles à parer, sont les échappées de matériel. Elles ne sont pas propres à l'ostéosynthèse par fixateur externe, mais elles peuvent se voir. C'est ainsi qu'une échappée de la mèche peut embrocher l'artère humérale à l'humérus, l'artère fémorale à la cuisse. Il est impératif d'éviter un contre-appui lorsqu'on fait le forage car, on plaque ainsi les éléments nobles contre la structure osseuse, ceux-ci ne pouvant plus fuir devant la mèche. Ils sont donc éminemment exposés. (figure 69)

Ailleurs, les éléments sont enroulés lors du forage. C'est ainsi qu'il peut se produire un effet de « moulinet » pour les aponévroses ou les muscles qui, enroulés par le foret, attirent les éléments nobles à distance pour finir par les arracher. Il est impératif de faire ces traversées de parties molles à l'aide d'un canon de perçage qui protège les éléments périphériques. [17,52,57,58].

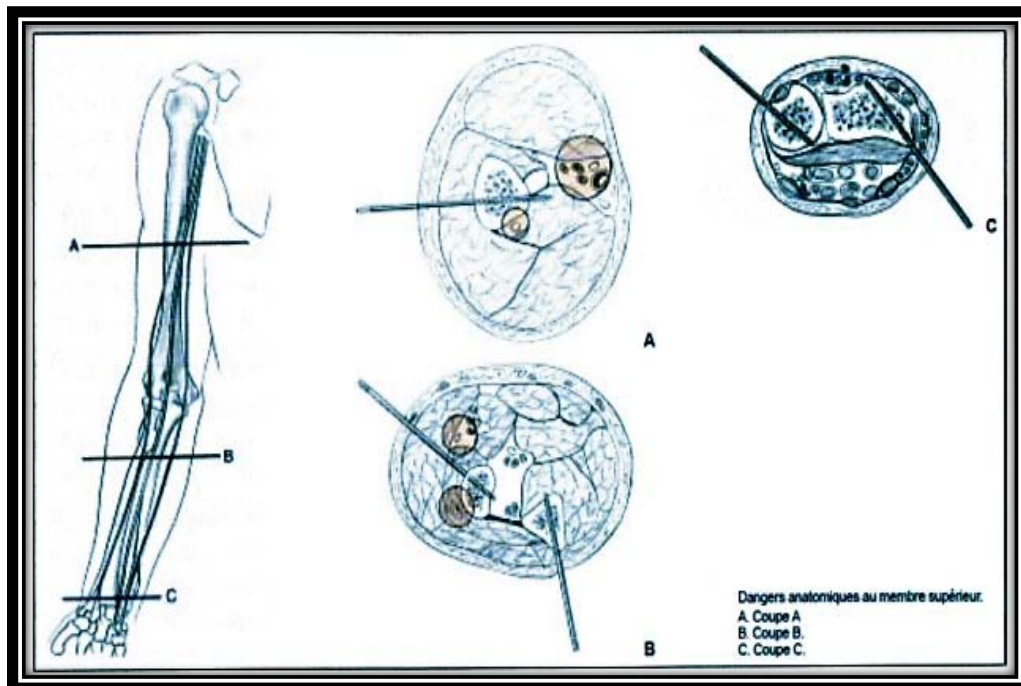


Figure 68 : Schéma des dangers anatomiques au membre supérieur[43]

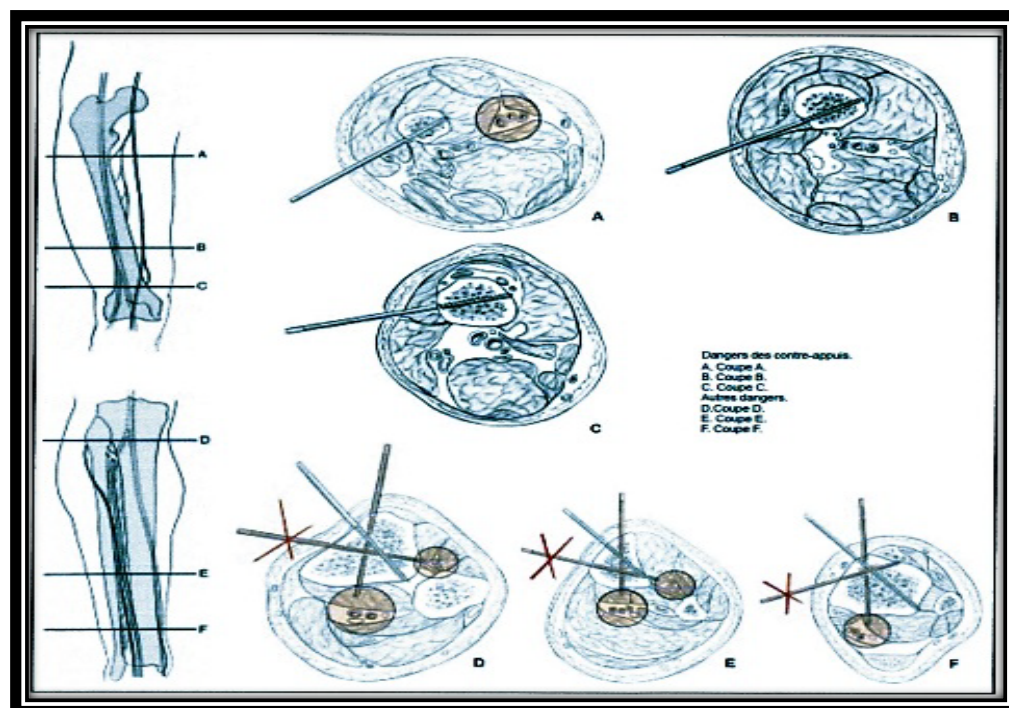
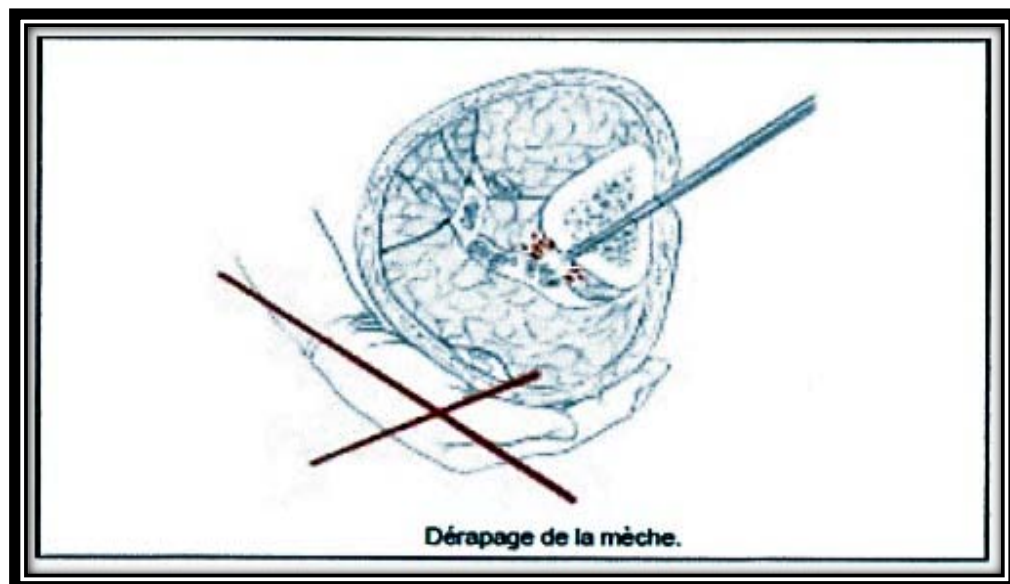


Figure 69 : Schéma des dangers anatomiques au membre inférieur[43]

### 1.2 Hyperpression :

La traversée osseuse doit être faite directement et ne doit pas être décalée par rapport à la traversée cutanée. C'est ainsi qu'il ne faut pas réaliser le très mauvais geste qui consiste à piquer à travers les parties molles puis à modifier l'inclinaison du foret une fois l'os atteint (figure 70). On crée ainsi une zone d'hyperpression cutanée, susceptible de donner une nécrose cutanée. Par ailleurs, ce geste écrase les parties molles et risque de comprimer les vaisseaux.

Si la compression cutanée est facilement soluble par une incision le long de la fiche, il n'en est pas de même des compressions musculaires. Il faut donc être très méticuleux lors de la mise en place.



**Figure 70 : Dérage de la mèche[43]**

### 1.3 Fracture de mèche ou fiche :

Elles peuvent se produire lors de la mise en place. En effet, le canal osseux est fait à travers la peau et il est difficile de contrôler avec précision les relations entre le matériel perforant et l'os. C'est ainsi que la face externe du fémur étant convexe, la mèche a tendance à déraper en avant lorsqu'on fait une visée postéro-externe.

Dès lors, fermement contenue dans son canon de perçage et glissant en avant ou en arrière, elle se coude et elle se fracture. Il est impératif de préparer la pénétration osseuse par poinçonnage. Pour les fixateurs qui n'utilisent pas de forage préalable, des précautions équivalentes doivent être faites pour éviter les fractures de fiches.

### **1.4 Démontage :**

Le fixateur externe peut se démonter. C'est surtout le cas des fixateurs à trois composants. En effet, il existe un grand nombre de liaisons mécaniques vissées. Le dévissage de ces éléments constamment micromobilisés est toujours possible. Il est nécessaire de les resserrer régulièrement de façon à éviter les glissements. Dans les fixateurs à trois composants, le glissement peut se produire entre la fiche et le porte-fiche.

C'est surtout le cas des montages pour cross-leg, là où le porte-fiche est sollicité en traction par rapport à la fiche. Dans les autres cas, le porte-fiche contient les fiches de façon habituellement suffisante et il est inutile de trop serrer les pièces qui sont susceptibles de se fracturer. La jonction porte-fiche-barre d'union est beaucoup plus sollicitée, surtout que de plus en plus, les montages ayant tendance à s'alléger, une ou deux barres d'union, seulement, sont responsables de la totalité de l'ostéosynthèse. Le moindre dévissage risque de voir un démontage focal complet. Il est donc nécessaire de resserrer régulièrement les jonctions entre les barres et les porte-fiches.

Pour les fixateurs à deux composants, ces risques sont moindres. En effet, la jonction entre la fiche et la cornière ou le tube est particulièrement ajustée. Il convient simplement de resserrer de temps en temps les petits écrous filetés qui assurent la solidarisation.

Les démontages peuvent être le fait de fractures de fiches, qui sont toujours possibles. Il s'agit, le plus souvent, d'excès de sollicitations, soit par sous-estimation de l'opérateur qui a autorisé la reprise de l'appui trop tôt, soit par indiscipline du patient. Il faut dire que ces ostéosyntheses mises en place très longtemps, le plus souvent chez des sujets relativement

jeunes, sont difficiles à tolérer sur le plan psychologique et que l'indiscipline fait partie intégrante des causes des complications des fixateurs externes.

### **2. Complications évolutives :**

#### **2.1 Complications précoces et secondaires**

##### **2.1-1 L'infection**

L'infection est la complication postopératoire la plus redoutable, touchant aussi bien les parties molles que l'os. Le risque infectieux du site opératoire n'est jamais nul puisque la barrière cutanée est franchie par le traumatisme lui-même ou par le geste chirurgical.

Il existe de nombreux facteurs favorisant l'infection post-opératoire et dont on cite :

- ✓ l'ouverture cutanée,
- ✓ la nécrose musculaire,
- ✓ le décollement sous-cutané,
- ✓ les lésions cutanées superficielles (phlyctènes, dermabrasion),
- ✓ les corps étrangers,
- ✓ le terrain : expliqué soit par l'immunodépression ou en cas de diabète.

Le traitement peut aller d'un simple lavage chirurgical du foyer associé à une antibiothérapie adaptée à l'antibiogramme jusqu'à l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, voir l'amputation.

Les infections superficielles doivent être prévenues et traitées énergiquement afin d'éviter l'ostéite et l'arthrite :

- ✓ les soins de fiches consistent en un nettoyage quotidien avec une brosse douce et une solution moussante,
- ✓ en cas d'apparition de signes inflammatoires, les soins et la surveillance doivent être intensifiés. Des prélèvements locaux peuvent être réalisés dans des conditions d'asepsie rigoureuse.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

Les suppurations sur fiches en cas d'ostéosynthèse par fixateur externe sont rapportées dans la littérature avec des fréquences variables pouvant atteindre 100% [59] .

**Tableau XXV : Taux d'infection selon la littérature**

Auteurs	Taux d'infections (%)
KORTI .F [16]	19.4
L. RIBAUT et al[32]	12.8
L. Mathieu et al. 2011 [33]	13.5
A.A.Tsiory[35]	11.11
Monka et al [36]	28.9
Mekaddar et Marhoum[38]	30
Shabir et al [40]	3.5
N. H. Kim et al [41]	15.1
R.V. Holinirina[42]	16.67
MOULOU [43]	6.3
M.P. Habboushe[44]	7.6
Notre série	8

### **2.2 Le syndrome de loge :**

Il est défini comme la résultante d'un conflit entre le contenant et le contenu, dû soit à une surcharge œdémateuse ou à un infiltrat hémorragique, dont la fréquence varie de 1 à 3% [60]. En post-opératoire, la surveillance clinique consiste à la recherche de : la douleur, les troubles sensitifs, la parésie et disparition du pouls capillaire. Tout cela doit poser l'indication de l'aponévrotomie de décharge [61].

Dans notre série, deux cas ont présenté cette complication.

L. Mathieu et al.[33] ont rapporté dans leur série de 16 cas, un syndrome des loges traité par dermofasciotomies sur une fracture de jambe initialement fermée.

### 2.3 Complications vasculo-nerveuses :

Complications graves exposant à l'amputation du membre. Les facteurs favorisants sont :

- ✓ vascularisation particulière (superficielle, terminale) de certains segments,
- ✓ les lésions cutanées,
- ✓ traumatisme initial à haut énergie,
- ✓ lésions vasculaires antérieures au traumatisme.

La prise en charge fait appel à des soins locaux adéquats, réparation des lésions vasculo-nerveuses et le choix d'une ostéosynthèse non-agressive.

Dans notre série, nous avons noté deux cas d'ischémie, soit **0.7%** ayant nécessité une amputation mi-jambe secondaire.

**M.P. Habboushe[44]** a rapporté dans sa série de 340 cas un taux de complication vasculonerveuse de 1.2%.

### 2.4 Complications thromboemboliques :

Le décubitus, la décharge simple d'un membre, l'immobilisation plâtrée du membre inférieur sont des facteurs de risque de ces complications.

Nous n'avons relevé aucun cas symptomatique dans notre série, cela peut être en rapport avec la prévention de ce type de complication par l'héparinothérapie de bas poids moléculaire, le lever précoce et la mobilisation précoce.

**L. RIBAUT et al[32]** ont rapporté dans leur étude qui s'étalait sur 5 ans d'utilisation du FESSA la survenue d'une thrombose veineuse profonde chez un cas (2.5%)

### **2.5 Déplacement secondaire :**

Peut-être secondaire à une réduction initiale non-satisfaisante, une insuffisance de la technique d'ostéosynthèse, une comminution importante de la fracture ou une fragilité osseuse. Il est plus fréquent dans les fractures du pilon tibial qui sont particulièrement instables. Il impose des contrôles radiographiques précoces et itératifs.

Surtout, chez des patients indisciplinés, car le matériel utilisé dans les ostéosyntheses a une tenue mécanique, à peine suffisante pour maintenir les fragments entre eux, mais totalement incapable de supporter le poids du corps.

Si ce déplacement est précoce, la réduction et l'ostéosynthèse doivent être reprises si l'état cutané l'autorise. Si le diagnostic est tardif, un varus de plus de 5° ne doit pas être négligé et la déformation doit être réduite. Plusieurs techniques existent, selon l'importance de l'angulation et l'état cutané. Ce déplacement est peu étudié dans la littérature. Dans notre série, nous avons constaté **5 cas (1.6%)** cela peut être expliqué par l'instabilité et le manque de rigidité de ces types de montage et par la prédominance des fractures comminutives.

### **2.6 Nécrose cutanée**

C'est une complication cutanée grave, car elle complique surtout une fracture siégeant dans une zone à anatomie complexe et difficile à corriger (disposition superficielle et vascularisation terminale).

Différents facteurs peuvent favoriser la nécrose : l'œdème, les phlyctènes puis la rétraction des plans de couverture exposent à la nécrose cutanée qui favorise l'infection et met à nu le matériel et l'os, augmentant ainsi le risque de nécrose osseuse et par la suite la survenue de pseudarthrose, les techniques traumatisantes aggravent l'état cutané déjà fragilisé par la violence du traumatisme et finalement une voie d'abord mal choisie peut être à l'origine de cette complication.

Le traitement fait appel soit à des soins locaux adéquats permettant la cicatrisation dirigée ou préparant une éventuelle couverture cutanée, soit par greffe de peau ou par des lambeaux musculaires, fascio-cutanés ou des lambeaux libres. Dans notre série, les cas de nécrose cutanée ont été traités par des soins locaux et greffe de peau.

**Mekaddar et Marhoum[38]** ont rapporté dans leur série de 66 cas un taux de nécrose cutanée de 9%. Dans notre série, nous avons objectivé 3% de nécroses cutanées.

### **3. Complications tardives**

#### **3.1 Pseudarthrose :**

On parle de pseudarthrose quand il persiste une mobilité inter fragmentaire et qu'il est avéré que le traitement institué initialement n'amènera pas à la consolidation dans le délai théorique.

Le délai de consolidation varie selon le site fracturaire, le type de fracture et le traitement initialement mis en œuvre.

Le taux de pseudarthrose est lié à la gravité des lésions initiales et du type de montage qu'exerce des conditions mécaniques inappropriées à la consolidation, une mise en charge précoce juste avant ou après la mise en évidence du cal radiologique est un facteur important qui influence la formation du cal osseux et la consolidation [62]

Plusieurs facteurs favorisent la survenue de cette complication :

- ✓ Le vide osseux laissé après la réduction et la précarité de la vascularisation diaphysaire sont les deux facteurs primordiaux,
- ✓ L'ouverture cutanée est également incriminée comme facteur de risque quel que soit le type du traitement,
- ✓ Le traitement par fixateur externe est considéré dans la littérature comme facteur favorisant de cette complication. Mais à notre sens, il s'agit plutôt d'un biais de sélection, vu que ce type de traitement est le plus souvent utilisé chez des

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

patients aux conditions locales défavorables elles-mêmes responsables de cette pseudarthrose.

L'aspect clinique d'une pseudarthrose est variable allant d'une mobilité importante dans le foyer à une simple douleur mécanique à la mise en charge ou à la mobilisation du segment.

La pseudarthrose septique engage le pronostic fonctionnel. Son traitement est difficile, il fait appel à une antibiothérapie prolongée, adaptée aux germes et à des gestes locaux comme l'évacuation de l'abcès, l'ablation du matériel et des séquestres osseux avec recours également à la couverture cutanée.

Dans notre série, nous avons relevé 24 cas de pseudarthroses, soit 8%.

**Tableau XXVI : Taux de pseudarthrose dans la littérature**

Auteurs	Taux de pseudarthrose (%)
KORTI .F [16]	3
L. RIBAUT et al[32]	10.2
Monka et al [36]	13.1
B. J. O'Neill et al[37]	7.35
Mekaddar et Marhoum[38]	12
N. H. Kim et al [41]	30.4
R.V. Holinirina[42]	12.5
Cannon et al [46]	10
Notre série	8

### **3.2 Cal vicieux :**

Le cal vicieux traduit une consolidation dans une position vicieuse. Il se manifeste surtout en valgus et en varus. Cette complication a presque toujours pour origine une erreur thérapeutique, qu'il s'agisse d'un défaut de réduction ou d'une mise en charge trop précoce, mais certains cals vicieux sont pratiquement inévitables après des fractures comminutives malgré une ostéosynthèse parfaite.

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

Le pronostic dépend du siège et de la tolérance du cal. S'il est articulaire, l'évolution vers l'arthrose est inévitable, mais s'il est extra-articulaire et distal, il peut être longtemps bien toléré, une intervention ne sera envisagée qu'en cas de limitation fonctionnelle douloureuse et pré-arthrose évolutive.

Dans notre série, nous avons trouvé un taux de 4% de cals vicieux.

**Tableau XXVII : Taux de cal vicieux dans littérature**

Auteurs	Taux de cal vicieux (%)
L. RIBAULT et al[32]	12.8
Monka et al [36]	15.7
N. H. Kim et al [41]	8.2
R.V. Holinirina[42]	4.17
Notre série	4

### **3.3 Le syndrome algodystrophique :**

L'algodystrophie est une affection polymorphe assez fréquente souvent méconnue car atypique ou incomplète. Elle a des conséquences graves sur le plan fonctionnel, car elle empêche ou gêne considérablement les mouvements et peut laisser des articulations enraidies définitivement.

Elle peut être primitive, liée au terrain anxieux et neurotonique ou secondaire à un traumatisme ou iatrogène (prise barbiturique, antibacillaire).

Le meilleur traitement reste le traitement préventif qui est basé sur la réduction des temps d'immobilisation, l'absence d'agressivité de la kinésithérapie, la lutte contre la douleur fait appel à différentes thérapeutiques (paracétamol, calcitonine, corticoïdes...).

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

Le taux d'algodystrophies a été de **4%** dans notre étude.

### **3.4 Raideur :**

Le développement d'une raideur est une préoccupation immédiate et constante. Les causes essentielles en sont les modifications du profil articulaire par défaut de réduction d'une part et le développement d'adhérences et de rétraction musculo-tendineuses d'autre part.

Le premier traitement préventif est la mobilisation immédiate, autorisée par la qualité de la réduction et la solidité de l'ostéosynthèse. Lorsque la mobilité ne progresse pas malgré une reconstruction articulaire satisfaisante et une rééducation bien conduite, une mobilisation sous anesthésie les premiers jours permet d'obtenir des gains d'amplitudes notables sans douleur. La mobilisation doit être douce évitant les déplacements secondaires ou les lésions cartilagineuses. Une fois la raideur constituée, les risques de la mobilisation doivent lui faire préférer une arthrolyse chirurgicale ou sous arthroscopie.

Dans notre série la raideur était présente avec un taux de 5.6%.

**Tableau XXVIII: Taux de raideur dans littérature**

<b>Auteurs</b>	<b>Taux de raideur (%)</b>
L. RIBault et al[32]	15.3
A.A.Tsiory[35]	22.22
N. H. Kim et al [41]	6.9
R.V. Holinirina[42]	20.83
Notre série	5.6

## **IX. Analyse des résultats:**

### **1. Recul :**

Le recul moyen dans notre série est de 15 mois, avec des extrêmes allant de 4 mois à 36 mois.

**Tableau XXIX: Répartition des reculs selon la littérature :**

<b>Auteurs</b>	<b>Recul moyen (mois)</b>
KORTI .F [16]	24 mois
L. Mathieu et al.[31]	4.4 mois
L. Mathieu et al.[33]	19 mois
A.A.Tsiory[35]	18 mois
Monka et al [36]	6 mois
N. H. Kim et al [41]	24 mois
R.V. Holinirina[42]	18 mois
Notre série	15 mois

### **2. Résultats globaux :**

Nos résultats ont été évalués sur les critères de STEWART et HUNDELY pour le membre supérieur et les critères de VIVE pour le membre inférieur avec un taux de résultats très bon et bon à 74.94%.

**Tableau XXX: Résultats fonctionnelles globaux selon la littérature**

Auteurs	Très bon(%)	Bon(%)	Moyen(%)	Mauvais(%)
KORTI .F [16]	33.33	39.44	20.55	6.66
L. Mathieu et al.[31]	48.2		11.2	11.2
Monka et al [36]	29	14	23	34
Shabir et al [40]	32.2	42.8	21.5	3.5
MOULOUD [43]	-----	67.74	22.58	9.68
Notre série	39.82	35.12	18.04	7.82

- **Pavolini et al [15]** ont présenté dans leur étude sur le fixateur d'Ilizarov en traumatologie des résultats selon le segment anatomique qui sont de 71.1% d'excellents et bons résultats pour la jambe et le pilon tibial, quant au fémur le taux était de 72% d'excellents +bons résultats, 19% de moyens résultats et 9% de mauvais résultats.
- **L. Mathieu et al.[31]** ont obtenu dans leur étude prospective observationnelle à propos de 27 cas des résultats satisfaisant dans 48.2% des cas, au membre inférieur les résultats fonctionnels étaient souvent altérés par raideur articulaire.
- **A.A.Tsiory[35]** a mené son étude rétrospective sur fixateur externe et plaie par balle qui a montré une évolution favorable dans 77,78% des cas.
- **Shabir et al [40]** ont évalué leurs résultats à propos de 28 cas par deux scores Dendrinos et ASAMI.

Selon les critères de Dendrinos, il y avait 15 résultats excellents, 12 bons et un résultat juste, détaillé comme suite selon le segment intéressé: les résultats fémoraux étaient 3 excellents et 9 bons. Les résultats tibiaux étaient 12 excellents 3 bons et un résultat juste.

Pour les critères ASAMI, il y avait 9 résultats excellents, 12 résultats bons, 6 résultats moyens et un résultat médiocre, les résultats fémoraux correspondants comptaient 3

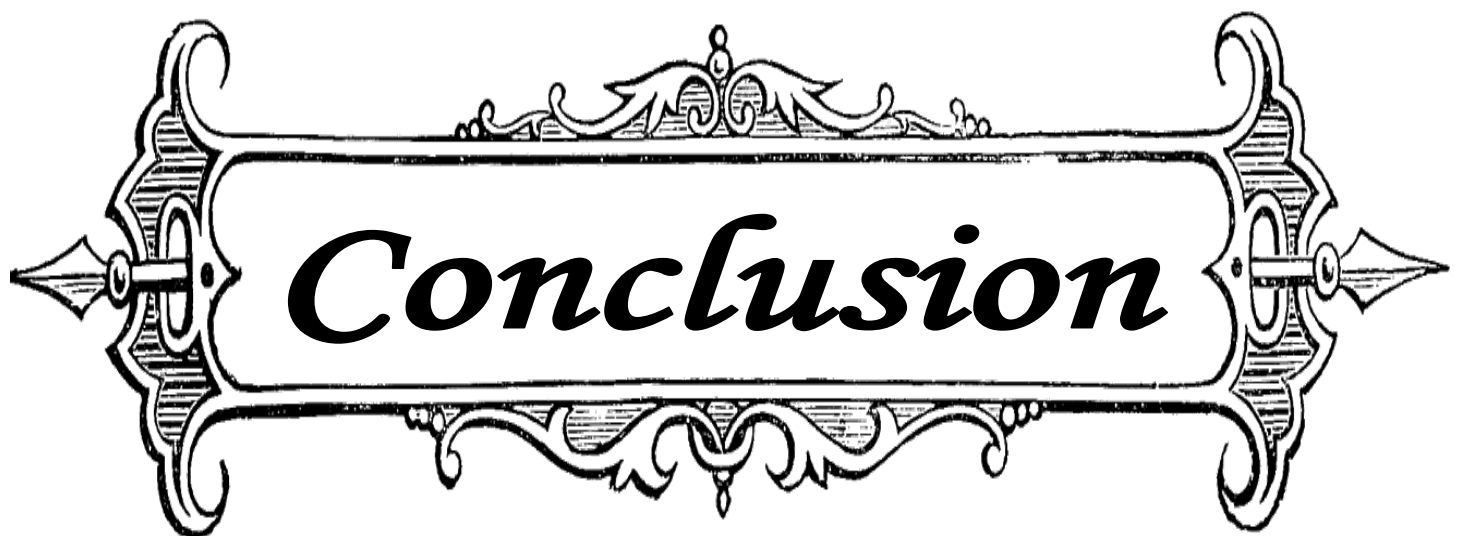
excellents, 7 bons et un mauvais résultat, les résultats du tibia comprenaient 9 résultats excellents, 5 bons et 2 résultats équitables.

**MOULOUD [43]**a obtenu dans son étude rétrospective sur une population hétérogène du fait de la variété des indications et des affections de chaque indication à propos de 47 cas des résultats satisfaisants dans 90.32% des cas.

### **X. Recommandations :**

Certaines mesures préventives doivent être instaurées pour l'amélioration de la qualité des soins délivrés aux patients et pour la diminution du taux de morbidité, de ce fait à la fin de notre travail, nous pouvons proposer:

- L'amélioration de la qualité du réseau routier avec une rigueur dans l'application du code de la route par les autorités afin de réduire le taux des AVP.
- L'amélioration des mesures de sécurité au niveau des lieux de travail afin d'éviter les accidents de travail.
- L'amélioration de la qualité de la prise en charge des patients au milieu des urgences avec respect des mesures d'asepsie au niveau des blocs-portes pour éviter le problème de l'infection postopératoire.
- La disponibilité du matériel d'ostéosynthèse aux urgences afin de ne pas retarder le délai de la prise en charge.
- Le développement des centres de consultation pour un suivi correct de nos patients.



*Conclusion*

Depuis que MALGAIGNE a décrit le fixateur externe utilisé pour traiter une fracture de rotule, la fixation externe occupe une place primordiale dans les techniques de chirurgie orthopédique et traumatologique.

Elle a connu un développement progressif et de grands changements dans sa conception et son application.

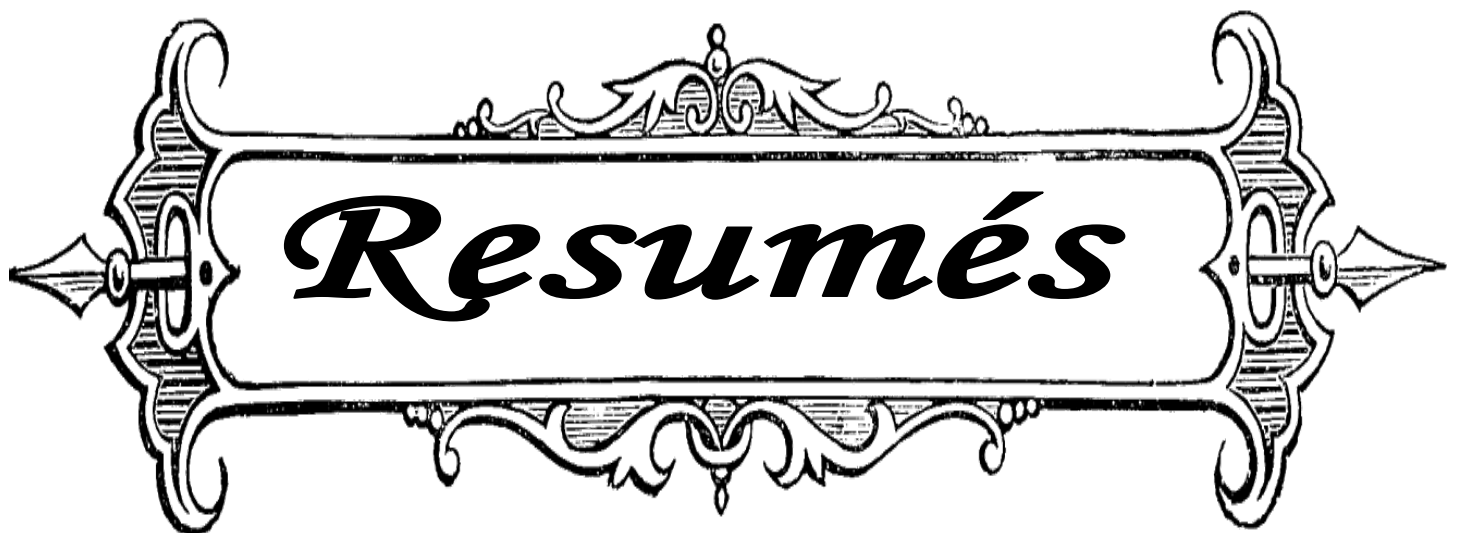
Il est de plus en plus utilisé du fait des résultats positifs donnés par ce matériel.

Autrefois considérée comme un outil de gestion des fractures, cette modalité a trouvé son chemin dans les domaines des ostéotomies correctives, de la prise en charge de Charcot, de l'allongement des membres, du traitement non syndiqué et de la correction des défauts d'alignement. Comme la fixation externe a évolué, de grandes améliorations dans les complications associées ont également eu lieu. Cela est attribué à la conception évolutive du cadre, à la stabilité accrue qui en découle et aux progrès dans les techniques d'insertion des broches et des fils.

**Paley et Herzenberg[63]** décrivent trois facteurs à considérer lors de l'évaluation de l'utilisation d'une fixation externe ou interne :

1. risque versus bénéfice de la méthode utilisée pour cette indication spécifique.
2. l'expérience du chirurgien avec la méthode spécifique.
3. capacité à traiter les complications potentielles de la chirurgie.

Il faut inclure également la tolérance psychologique, le respect de l'auto-traitement postopératoire et l'hygiène personnelle pour un résultat satisfaisant, mais l'ostéosynthèse par fixateur externe reste toujours un véritable compromis entre l'agressivité anatomique et la stabilité mécanique selon, A. LORATAT JACOB.



***Résumés***

### RESUME

**Introduction :** Le but de notre travail est d'évaluer l'intérêt de la fixation externe en pathologie traumatologique et d'analyser ses principales indications afin d'améliorer la prise en charge des patients admis pour un traumatisme des membres.

**Matériels et méthodes :** Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive étalée sur une période de 5 ans, allant du 1<sup>er</sup> janvier 2012 au 31 décembre 2016 et portant sur une série de 300 cas colligés et traités chirurgicalement par la technique de fixation externe au sein du service de traumatologie orthopédique B du CHU Mohammed VI de Marrakech.

Le dossier médical, la fiche du traitement et le registre d'hospitalisation, ont constitué la base de saisie des données épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et évolutives.

### Résultats :

- L'âge moyen des patients était de 38 ans avec des extrêmes allant de 17 ans à 77 ans.
- Le sexe-ratio était de 4,55.
- Les étiologies étaient dominées par les accidents de la voie publique (68.66%).
- Le côté droit était atteint dans 57% des cas et celui gauche dans 41% des cas.
- Les fractures ouvertes constituaient la principale indication de pose du fixateur externe (60,66%).
- Le fixateur externe type Hoffmann était le plus utilisé (58,4% des cas).
- L'évaluation fonctionnelle a fait appel aux critères de STEWART et HUNDELY et aux critères de VIVE.
- Les résultats étaient satisfaisants avec 74.94% de très bons et de bons résultats, 18.04% de moyens résultats et 7.82% de mauvais résultats.
- Les principales complications retrouvées étaient l'infection dans 24 cas, la pseudarthrose dans 24 cas, l'arthrose dans 21 cas, le cal vicieux dans 20 cas, la raideur dans 17 cas, l'algodystrophie dans 12 cas, le retard de consolidation dans 11 cas, la nécrose cutanée dans 7 cas, le déplacement secondaire dans 5 cas, le défaut d'axe dans 3 cas et le syndrome de loge dans 2 cas.

**Conclusion :** À la lumière de cette étude il ressort que la fixation externe n'a cessé d'évoluer et d'élargir ses indications, reste accompagnée par de nombreuses complications. Il reste encore des efforts à faire et des mesures préventives à instaurer pour

## **La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications**

réduire le taux de morbidité et améliorer la prise en charge des patients traumatisés des membres :

- L'amélioration de la qualité du réseau routier avec une rigueur dans l'application du code de la route par les autorités afin de réduire le taux des AVP.
- L'amélioration des mesures de sécurité au niveau des lieux de travail afin d'éviter les accidents de travail.
- L'amélioration de la qualité de la prise en charge des patients au milieu des urgences avec respect des mesures d'asepsie au niveau des blocs-portes pour éviter le problème de l'infection postopératoire.
- La disponibilité du matériel d'ostéosynthèse aux urgences afin de ne pas retarder le délai de la prise en charge.
- Le développement des centres de consultation pour un suivi correct de nos patients.

### SUMMARY

**Introduction:** The purpose of our work is to evaluate the interest of external fixation in traumatological pathology and to analyze its main indications in order to improve the management of patients admitted for limb trauma.

**Materials and methods:** This is a retrospective and descriptive study spread over a period of 5 years, from January 1, 2012 until December 31, 2016 and covering a series of 300 cases collected and treated surgically by the external fixation technique within the department of orthopedic traumatology B of the Mohammed VI CHU of Marrakech.

The medical file, the treatment sheet and the hospitalization register formed the basis for capturing epidemiological, clinical, therapeutic and evolutionary data.

#### **Results:**

- The average age of patients was 38 years old with extremes ranging from 17 to 77 years old.
- The sex ratio was 4,55.
- The etiologies were dominated by road accidents (68.66%).
- The right side was reached in 57% of cases and the left in 41% of cases.
- Open fractures were the main indication of the external fixator laying (60.66%).
- The external fixator type Hoffmann was the most used (58.4% of cases).
- Functional assessment appealed to STEWART and HUNDELY criteria and standards of VIVE.
- The results were satisfactory with 74.94% of excellent and good results, 18.04% of average results and 7.82% bad results.
- The main complications found were infection in 24 cases, pseudarthrosis in 24 cases, arthrosis in 21 cases, vicious callus in 20 cases, stiffness in 17 cases, algodystrophie in 12 cases, delayed consolidation in 11 cases, skin necrosis in 7 cases, secondary displacement in 5 cases, axis failure in 3 cases and compartment syndrome in 2 cases.

**Conclusion:** In the light of this study it is clear that external fixation has continued to evolve and expand its indications, still accompanied by many complications.

There are still efforts, and preventive measures to reduce morbidity and improve the care of trauma patients to members:

- Improving the quality of the road network with rigour in the application of the rules of the road by the authorities in order to reduce the rate of the accident public road.
- Improving security measures at workplace level in order to avoid workplace accidents.

## **La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications**

---

- Improving the quality of the care of patients in the midst of emergencies with respect to measures of asepsis at the block-level doors to avoid the problem of postoperative infection.
- The availability of osteosynthesis material on emergency equipment in order not to delay the period of support.
- The development of counseling centers for a correct follow-up of our patients.

## ملخص

**المقدمة:** الهدف من عملنا هو تقييم أهمية التثبيت الخارجي في علم أمراض الصدمات و تحليل أهم دواعي إستعمالها من أجل تحسين الرعاية الطبية للمرضى الذين تعرضوا لصدمة الأعضاء

**المواد والطرق:** هذه دراسة استعادية وصفية على مدى خمس سنوات , خلال الفترة الممتدة من 1 يناير 2012 إلى 31 دجنبر 2016 و تتضمن سلسلة من 300 حالة تم جمعها و معالجتها جراحيا بتقنية التثبيت الخارجي بمصلحة جراحة و تقويم العظام ب التابع للمركز الاستشفائي محمد السادس بمراكش .

شكّل الملف الطبي وورقة العلاج وسجل الاستشفاء الأساس لاستخلاص البيانات الوبائية والسرييرية والعلاجية والتطورية.

### النتائج:

- متوسط عمر المرضى هو 38 سنة، بحد أقصى يتراوح من 17 إلى 77 سنة .
- كانت نسبة الجنس 4.55
- كانت الأسباب المهيمنة ناتجة عن حوادث السير (68.66%).
- كانت الجهة اليمنى مصابة في 57% من الحالات و اليسرى في 41% من الحالات .
- كانت الكسور المفتوحة هي المؤشر الرئيسي لوضع جهاز التثبيت الخارجي (60.66%).
- كان جهاز التثبيت الخارجي من نوع Hoffmann الأكثر استخدامًا (58.4% من الحالات)
- استخدم التقييم الوظيفي لمعايير STEWART و HUNDELY ومعايير VIVE.
- كانت النتائج مرضية مع 74.94% من النتائج الجيدة والجيدة ، ومتوسط نتائج 18.04% و نتائج ضعيفة 7.82%.
- كانت المضاعفات الرئيسية التي تم اكتشافها هي التعفن في 24 حالة ، الفصال الكاذب في 24 حالة ، الفصال التنكسي في 21 حالة ، الانجبار المعيب في 20 حالة ، تصلب في 17 حالة ، الحثالمؤلم في 12 حالة ، تأخر الانجبار في 11 حالة ، نخر جلدي في 7 حالات ، نزوح ثانوي في 5 حالات ، إوجاج المحور في 3 حالات ومتلازمة لودج في 2 الحالات

### خاتمة:

في ضوء هذه الدراسة ، يبدو أن التثبيت الخارجي استمر في التطور وتوسيع مؤشراتته ، وظل مصحوبًا بالعديد من المضاعفات.

لا يزال هناك عمل يتعين القيام به، وتدابير وقائية للحد من الاعتلال وتحسين إدارة المرضى لا تزال هناك جهود، وتدابير وقائية للحد من الإصابة وتحسين الرعاية للمرضى المصابين بصدمة لأعضاء:

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

- تحسين جودة شبكة الطرق بتطبيق صارم لقانون السير من قبل السلطات لخفض معدل حوادث الطرق.
- تحسين تدابير السلامة على مستوى مكان العمل لتجنب حوادث الشغل.
- تحسين نوعية رعاية المرضى في خضم حالات الطوارئ مع احترام التدابير المعقمة على مستوى كتلة الباب لتجنب مشكلة العدوى بعد العملية الجراحية.
- توفر معدات العمل في المستعجلات حتى لا يتم تأخير الرعاية الطبية.
- تطوير مراكز الاستشارة للمتابعة الصحيحة لمرضاها.



*Annexes*

## Fiche d'exploitation

### La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : intérêts et indications

Nom et Prénom : ..... N . téléphone : .....

Age : ..... ans

Sexe : M :  ..... F :

Diagnostic : .....

NE : ..... DE : ..... DS : .....

Durée d'hospitalisation : .....

Profession : .....

Adresse : .....

Antécédents :

- Personnels : .....
- chirurgicaux : .....

Etiologie :

AVP :  ..... Chute :  ..... Agression :  ..... Accident Travail :  ..... Accident Sport :   
.....Autres : .....

Mécanisme : direct  .....

Indirect

Coté atteint : Droit  .....

Gauche  .....

Bilatéral

Membre Supérieur :  .....

Membre Inferieur :

Clinique :

- signes fonctionnels : .....
- Signes généraux : .....

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

- Lésions associées :

- Locorégionales :

a) Ouvertures cutanées : Non :

Oui :

(Selon Cauchoix et Duparc) : Type I  ..... Type II

.....Type III

b) Lésions Vasculaires : oui  ..... non

c) Lésions Nerveuses : oui  ..... non

d) Syndrome des loges : Oui  ..... Non

Autres : .....

- LESIONS À DISTANCE :

T. Crânien  ..... T. Abdominal  ..... T. Bassin  ..... T. Rachis  ..... T.  
Thoracique  ..... T. Facial.

Autres : .....

### BILAN RADIOLOGIQUE :

Incidences demandées : ..... Face :  ..... Profil :   
.....34 :

Autres : .....

Siege fracture : Epiphyse

Métaphyse

Diaphyse  : 1/3 supérieur  1/3 moyen  1/3 inférieur

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

---

Type fracture :

- simple : transversal  .....Spiroïde  ..... oblique court  ..... / long
- complexe : 3eme fragment  ..... bifocal  ..... comminutive

Déplacement : Non

Oui  : translation  .....chevauchement  .....angulation  .....rotation

TDM: .....

Autres : .....

### TRAITEMENT :

a) Traitement médical:

ATB  .....AINS  ..... ATG  ..... SAT  .....ANTICOAG  ..... ATTELLE  .....  
PLATREE  ..... PARAGE

AUTRES .....

b) Traitement chirurgical

Délai opératoire : .....

Type d'anesthésie : Générale  ..... Locorégionale

Ostéosynthèse externe : fixateur externe /Type :

Orthofix  .....Hoffmann  ..... Ilizarov  ..... Hybride  .....Lowcost  .....Minifixateur

Autres : .....

Segment(s) : pied  .....cheville  .....jambe  ..... genou  .....cuisse  ..... hanche

main  .....poignet  ..... avant-bras  ..... coude  .....bras  ..... EpauLe

## La fixation externe en pathologie de l'appareil locomoteur : Intérêts et Indications

Ostéosynthèse associé :

vissage  ..... broche  ..... plaque  ..... Cerclage  ..... enclouage  ..... agrafe

Autres gestes : Greffe osseuse  ..... Couverture cutanée  ..... Traitement ligamentaire -miniscales

c) Les soins post opératoire :

Médicaux : ATB  ..... ATG  ..... ANTICOAG  ..... AINS

Couverture cutanée : greffe peau mince  ..... greffe peau totale  ..... lambeau musculaire

Ablation du fixateur externe : .....

Traitement ultérieure : Non

Oui  : plâtre  ..... vissage  ..... plaque vissée  ..... broche  ..... clou

Autres : .....

Rééducation : Délai/ intervention : ..... Durée .....

Type : auto rééducation  ..... Rééducation assistée  .....

### COMPLICATIONS :

#### ▪ COMPLICATIONS IMMEDIATES :

Cutanées : Nécrose cutanée  ..... Mise à nu du matériel ou de l'os  ..... Désunion des sutures

Phlyctène  ..... Hématome postopératoire  ..... Vasculaires  ..... Nerveuses

▪ COMPLICATIONS SECONDAIRES:

Infectieuses  ..... Des parties molles  ..... Ostéite  ..... Arthrite  .....  
Thromboemboliques   
Déplacement secondaire  .....

▪ COMPLICATIONS TARDIVES :

Pseudarthrose  ..... Cals vicieux  ..... Retard de consolidation  ..... Raideur   
..... Arthrose  Syndrome algodystrophie  ..... Défaut d'axe

Traitement des complications :

6) EVOLUTION :

Critères de STEWART et HUNDELY : (membre supérieure)

- ❖ Très bon : douleur nulle, mobilité normale, bon alignement
- ❖ Bon : douleur nulle ou des changements de temps, raideur < 20°, angulation < 10°
- ❖ Moyen : douleur à l'effort ou à la fatigue, raideur entre 20° et 40°, angulation > 10°
- ❖ Mauvais : douleur permanente, raideur > 40°, pseudarthrose

Critères fonctionnels de VIVE : (membre inférieur)

- ❖ Très bon : restitution adintegrum , flexion du genou >120°
- ❖ Bon : marche normale, flexion ≥ 90°
- ❖ Moyen : douleur à l'effort, flexion comprise entre 60° et 90°
- ❖ Mauvais : douleur fréquente, flexion <60° ou défaut d'extension ≥15°

A decorative, ornate frame with intricate scrollwork and flourishes. The frame is horizontally oriented and features a central rectangular area with a white background. The word "Bibliographie" is written in a bold, black, serif font within this central area. The frame's design includes pointed ends and symmetrical, flowing lines that create a classic, elegant appearance.

***Bibliographie***

**1. Rigal S, Gunepin FX, Pradier JP.**

*Matériels d'ostéosynthèse. In: Masquelet AC, ed. Chirurgie orthopédique : Principes et généralités. Paris : Masson, 2004 : 205–206.*

**2. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L.**

*Dynamic axial fixation. IntOrthop 1986; 10: 95–99.*

**3. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L.**

*The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. J Bone Joint Surg 1984; 66: 538–545.*

**4. Lortat-Jacob A, Lelong P, Benoit J, Ramadier JO.**

*Stabilité expérimentale du fixateur externe de Hoffmann. Présentation d'un nouveau matériel. RevChirOrthop 1982; 68: 83–90.*

**5. Lortat-Jacob A, Boisrenoult P.**

*Techniques de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte. EncyclMédChir, Techniques Chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie, 1999; 44-020: 1–13.*

**6. STUART A. GREEN ,**

*Principles and Complications of External Skeletal Fixation, Chapter 7, SECTION ONE General Principles, p178*

**7. T. DAVID SISK, M.D.**

*External Fixation : Historic Review, Advantages, Disadvantages, Complications, and Indications , Clinical Orthopedics and Related Research , Number 180 November. 1983 , p: 19*

**8. Lesic A.R**

*Les aspects historiques du système et la possibilité de développer une fixation externe ,ACI /STRUČNI RAD , Vol. LV ,UDK 616.71-001.5-089.2(091) DOI:10.2298/ACI0804087L*

**9. Mertl.P**

*Fixation externe des fractures épiphysaires et métaphysaires des os longs du membre inférieur, Conférences d'enseignement 2009 / p 20*

**10. BakerM.J..OffutS.M**

*External fixation Indications and patient selection, Clinics in Podiatric Medicine and Surgery 20 (2003) 9–26*

**11. Hamdan KISSI,**

*LA METHODE D'ILIZAROV : TECHNIQUE – INDICATIONS – RESUETATS, Thèse de Doctorat en Sciences Médicales 2005, Faculté de Médecine TLEMEN Alger.*

**12. Paul G.W.**

*The history of external fixation , ClinPodiatr Med Surg 20 (2003) 1–8*

**13. Campbell DandKempsonG. E.**

*Which external fixation device? , Injury, 12.291–296, Injury: the British Journal of Accident Surgery Vol. 1 2/n 4*

**14. Judet R, Judet J**

*Remarques à propos des fixateurs externes dans le traitement des fractures ouvertes de la jambe. Mem.Acad.Chir. (paris).1958, 84,288.*

**15. Bernardo Pavolini, MerildoMaritato, Luca Turelli, and Michele D'Arienzo ,**

*The Ilizarov fixator in trauma: a 10 –year experienen, Journal of Orthopaedic Science (2000) 5:108–113*

**16. Dr KORTI Fouzi , Dr A.SAHI , Dr. M.RIFFI , Dr S.BENSAHLA – Pr H.KISSI ,**

*Fixation externe en traumatologie, 16ème congrès de la SACOT CHU Tlemcen [http://sacot-dz.com/upload/File/sacot\\_16c](http://sacot-dz.com/upload/File/sacot_16c)*

**17. Charnely J.**

*Positive pressure en arthrodesis of the knee joint.J.Bone joint surg, 1948, 30B, 478.*

**18. Betsy Kerr Hay & Claire Bo wesKaras,**

*External fixation: Option for fractures, AORN Journal, September 1981, Vol34, No 3*

**19. Hoff R.**

*Rotyles à os pour la réduction dirigée non sanglante des fractures ( ostéotaxis ). Helv.Med, Acta.1938, 5,844.*

**20. Vidal J.**

*External fixation yesterday, today and tomorrow.Clin, orthop, 1983, 180, 7–14.*

**21. Adriane Y.**

*L'implant fileté de fixations externes. Etude des caractéristiques d'insertion et d'ancrage, étude biomécanique, thèse d'agrégation de l'enseignement supérieur université libre de Bruxelles, 1993*

**22. Gazenave A, Meyrueis JP.**

*Technique de pose des fixateurs externes. In : Meyrueis JP, Merloz Péd. Fixation externe du squelette. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 58 Expansion scientifique française, 1998, 82-87.*

**23. Ilizarov . L**

*Résultats of clinical tests and experience obtained from the clinical use of the set of Ilizarov compression-distractor apparatus. Med. Export- Moscow, 1976, 3.*

**24. Afaf EL OUZZANI,**

*Fixateur externe de jambe : Adaptation Local, Thèse N° 58, Année 2007, FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE MARRAKECH*

**25. De Bastiani G. Aldeghri R, Renzi Brivio L**

*Fissatore esterno assiale. Chir. Organi. Mov. 1979, 65, 287-293.*

**26. Schuind F.**

*Technique de pose d'fixateur externe unilatéral des membres. EMC Techniques Chirurgicales Orthopédie-Traumatologie 2012;7(4):1-9[Article 44-020].*

**27. Bonnel F.**

*Codification du fixateur externe dans les traumatismes du bassin. Annal. Chir. 1979, 30, 131-134.*

**28. Lavaste F, Mekarnia A, Bissérie M, Lortat Jacob.**

*Etude comparative du comportement des fixateurs externes optimisation de leur rigidité en fonction des sollicitations imposées en service, lors de différentes postures, revue technobiomed 1982, 4, 225-226.*

**29. Bonnel F, Temoingt P, Micaleff JP**

*Etude biomécanique comparative des fixateurs externe (tibia et fémur). Rev. Chirurg. Orthop, 1983; 69: 367-370.*

**30. Meyrueis J.P, Mine J, Rochat G, Mayoudon JL Tripon F.**

*Etude mécanique comparative de fixateurs externes. Le modèle du service de santé des armées, rev, chir, orthop 1980, 66, 317-321.*

- 31. Mathieu L, Mottier F, Bertani A, Danis J, Rongi ras F, Chauvin F**  
*Traitement des fractures ouvertes des membres négligées en situation précaire : expérience du Service de santé des armées française au Tchad, Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 100 (2014) 580–585*
- 32. RIBAUT L, FAYE M, LATOUCHE J.C, BADIANE C, DIAGNE. A.L.**  
*BILAN DES 5 ANNEES D'UTILISATION DU FIXATEUR EXTERNE DU SERVICE DE SANTE DES ARMEES A L'HOPITAL PRINCIPAL DE DAKAR, Médecine d'Afrique Noire : 1991, 38 (6)*
- 33. Mathieu L, Bazile F, Barthélémy R, Duhamel P, Rigal S**  
*Chirurgie orthopédique de limitation des dégâts sur le champ de bataille : utilisation d'une fixation externe provisoire sur les blessés au combat, Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique (2011) 97, 825–833*
- 34. Francois Boillot & Patrick Herard ,**  
*External fixators and sudden-onset disasters: Médecins Sans Frontières experience,, International Orthopaedics (SICOT) DOI 10.1007/s00264-014-2344-8*
- 35. ANDRIAMALALA Aina Tsiory ,**  
*FIXATEURS EXTERNES ET PLAIES PAR BALLE : TRAITEMENT DEFINITIF DES FRACTURES OUVERTES, Thèse de Doctorat en Médecine, N : 8311, ANNEE : 2012 UNIVERSITE D'ANTANANARIVO FACULTE DE MEDECINE*
- 36. Monka Ml, Mboutol Mandavo , Zengui , Moyikoua Al,**  
*Traitement par fixateur externe des fractures ouvertes des membres   Brazzaville, Health Sciences and Diseases: Vol 18 (1) January - February - March 2017 Available at www.hsd-fmsb.org*
- 37. O'Neill B. J. • Fox C. M. • Molloy A. P. • O'hEireamhoin S. • Moore D. P**  
*The use of circular external fixators in the management of lower limb trauma in Dublin: a single surgeon's 20-year experience, Ir J Med Sci DOI 10.1007/s11845-014-1240-y*
- 38. Mekaddarnassima & Marhoum mohmedakram ,**  
*FIXATION EXTERNE. ETUDE RETROSPECTIVE SUR 2 ANS (2009–2010), Mémoire fin d'étude, SERVICE TRAUMATOLOGIE – ORTHOPEDIE CHU Tlemcen Algérie*
- 39. HOSSNALLY ROSSNALLY Erminio Esposito,**  
*PRISE EN CHARGE DES FRACTURES DES MEMBRES : ETAT DES LIEUX AUX CHU DE TOAMASINA, Thèse de Doctorat en Médecine N  8951 ANNEE : 2017 UNIVERSITE D'ANTANANARIVO FACULTE DE MEDECINE*

- 40. Shabir Ahmed Dhar , Mohammed Farooq Butt, Anwar Hussain, Mohammed Ramzan Mir, Manzoor Ahmed Halwai, Altaf Ahmed Kawoosa,**  
*Management of lower limb fractures in polytrauma patients with delayed referral in a mass disaster: The role of the Ilizarov method in conversion osteosynthesis, Injury, Int. J. Care Injured (2008) 39, 947–951*
- 41. Kim N. H, Hahn S. B, Park H. W, and Yang I. H**  
*The Orthofix external fixator for fractures of long bones, International Orthopedics (SICOT) (1994) 18: 42–46*
- 42. RANDRIAMBOLOLONA Veromboahangy Holinirina ,**  
*BILAN DES TROIS ANNEES D'UTILISATION DES FIXATEURS EXTERNES A L'HOPITAL JOSEPH RAVOAHANGY ANDRIANAVALONA, Mémoire de Diplôme d'Etudes de Formations Spécialisées en Chirurgie Générale N° 190, Année 2010*
- 43. AitHaddou MOULOUD Malika,**  
*La Fixation Externe En Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (A propos de 47 cas) THESE Doctorat en Médecine, N° 224 Année 2002, FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE RABAT*
- 44. Habboushe M. P**  
*Al-Rasheed Military Hospital external fixation system for compound missile wounds of bone, Injury (1984) 15,3 88–389*
- 45. MOYIKOUA A, NGATSE-OKO, BOUITY-BUANG, ONDZOTO J.M, KAYA J.M, PENA-PITRA B**  
*RESULTATS DU TRAITEMENT INITIAL DES FRACTURES OUVERTES RECENTES DES MEMBRES A propos de 150 cas traités au C.H.U. de Brazzaville, Médecine d'Afrique Noire : 1992, 39 (11)*
- 46. Cannon S. R, Taylor A. R, and Lynch A. R**  
*Simple external fixation of open and complicated fractures, Injury: the British Journal of Accident Surgery (1985) Vol. 16/No. 6, 367–370*
- 47. Syed Awais & Ayesha Saeed & Asad Ch ,**  
*Use of external fixators for damage-control orthopaedics in natural disasters like the 2005 Pakistan earthquake , International Orthopaedics (SICOT) (2014) 38:1563–1568 DOI 10.1007/s00264-014-2436-5*
- 48. Cauchoix J, Duparc J, Boulez P.**  
*Traitement des fractures ouvertes de jambe. Mém Acad chir 1957; 6 : 811 – 822*

**49. White T. O et al**

« *The results of early primary open reduction and internal fixation for treatment of OTA 43.C-type tibial pilon fractures: a cohort study* », *J. Orthop. Trauma*, vol. 24, no 12, p. 758-763, déc. 2010.

**50. Gardner TN, Evans M**

*Relative stiffness, transverse displacement and dynamization in comparable external fixators*, *Clin Biomech* 1992; 7: 231-239.

**51. Fragnière & Chevalley F**

*Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur. Traitement orthopédique ; modalité, traction et fixateur externe*. 1997, vol 83, p 72-74.

**52. Dr. Anthony Goldberg et Dr. Jhon Scott ,**

*Fixation Externe Orthofix : Principes de base*, *Orthopedics International /PM 010 F1 AB-10/11*

**53. Wynn-Jones C.H**

*Wrinkle Corner (p. 329) , Injury*, 9, 261

**54. Charnley J.**

*Compression arthrodeses of the ankle and shoulder*. *J Bone Joint Surg* 1951;33B: 180-91.

**55. Adery J.**

*Fixateur externe d' Hoffmann couplé en cadre. Etude biomécanique dans les fractures de la jambe*. Thèse de médecine (Montpellier. Paris. Gead) 1970

**56. Fernandez Deil Oca AA**

*External fixation of fractures with a new frame in managing patients with multiple traumas*. *J. Trauma*. 1992, 32, 166-173.

**57. Chevalley F, Amsutz CH**

*Bally A Analyse expérimentale de la fixation externe des fracas du fémur*. *Rev. Chir. Orthop* 1992, 78, 423-429.

**58. Canadell J. Sober el aumento de versatilisal Y**

*complication de las posibilidades de un fijador externo unilatéral en traumatología y ortopedia*. *Rev. Orthop. Trauma*. 1986,30, 477-480.

**59. Green SA**

*Complications of external skeletal fixation. ClinOrthop, 1983; 293:28-36.*

**60. CABROL E, LEFEVRE C, LENEN D, RIOT O.**

*Complications des fractures. Encycl. Méd. Chir. App locomoteur, 1990 : 14031-A-80, 14 p.*

**61. MENETREYJ, PETER R***Syndrome de loge aigu de jambe post traumatique. Rev. Chir. Orthop, 1998 : 84-3 : 16 p.*

**62. KenwrightJ**

*The Principles of Use of External Fixation. Current Orthop 1992, 6, 214-219*

**63. Paley D, Herzenberg JE.**

*Applications of external fixation to foot and ankle reconstruction. In: Myerson M, editor. Foot and ankle disorders, vol 2 1984. p. 131-8;34:1135-88. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 1135-88.*

**64. Ehlinger M. Adam P et Bonnomet F**

*Arthrodèse tibiotaliennne à foyer ouvert Encyclopédie médicochirurgicale 2011, Volume 6, Numéro 2, Pages 1-12*

# قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذل وسعي في انقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي الطبية للقريب والبعيد،

للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة الطبية

متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانيتي، نقيّة مما يُشِينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد

أطروحة رقم 111

سنة 2018

# التثبيت الخارجي في أمراض الجهاز العضلي الهيكلي: الأهمية و دواعي الإستعمال

## الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2018/04/17

من طرف

السيد: محمد أكسار

المزداد في 13 غشت 1988 بتارودانت

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

## الكلمات الأساسية:

التثبيت الخارجي – الجهاز العضلي الهيكلي

## اللجنة

الرئيس

ي.ناجب

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل.

المشرف

ح.سعيد

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل.

ع.عسكري

السيد

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل.

الحكام

ت.أبو الحسن

السيد

أستاذ مبرز في الإنعاش والتخدير.