

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE  
FES



Année 2014

Thèse N° 041/14

**LES COMPLICATIONS DE L'EMBROCHAGE CENTROMEDULLAIRE  
ELASTIQUE STABLE DANS LE TRAITEMENT DES FRACTURES  
DE LA DIAPHYSE FEMORALE CHEZ L'ENFANT  
EXPERIENCE DU CENTRE HOSPITALIER REGIONAL DE OUJDA  
(A propos de 15 cas)**

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 22/04/2014

PAR

**Mr. JABI RACHID**

Né le 29 Février 1988 à el Laayoun

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

**MOTS-CLES :**

Complications - Fracture - diaphyse - Femure - Embrochage - Enfant

**JURY**

M. AFIFI MY ABDERRAHMANE.....	PRESIDENT
Professeur de Chirurgie pédiatrique	
M. BELAHCEN MOHAMED.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. KHATTALA KHALID.....	} JUGES
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. ARROUD MOUNIR.....	
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	

# PLAN

INTRODUCTION .....	6
RAPPEL ANATOMIQUE .....	9
A- Le fémur .....	10
B- Cartilage de croissance .....	10
1. Le développement de l'extrémité supérieur du fémur .....	11
2. Le développement de l'extrémité inférieur du fémur .....	12
PARTICULARITES DES FRACTURES CHEZ L'ENFANT .....	16
1. La croissance osseuse .....	18
2. La consolidation des fractures chez l'enfant .....	19
CONSOLIDATION ET ECMES .....	22
1. Introduction .....	23
2. Sur le plan vasculaire .....	23
3. Sur le plan biologique .....	23
BASES BIOMECANIQUES .....	25
A-Biomécanique du fémur sain: .....	26
1-Dans le plan frontal: .....	26
2-Dans le plan sagittal .....	29
B-Biomécanique du fémur encloué .....	30
LES IMPLANTS ET MATERIEL ANCILLAIRE SPECIFIQUE .....	36
A-Implants: .....	37
1-L'élasticité .....	37
2-Broches béquillée et mousse .....	37
3-Diamètres des broches .....	38
4-Longueur des broches. ....	39
5-Cintrage des implants .....	39

B-Matériel ancillaire spécifique .....	40
TECHNIQUE OPERATOIRE.....	42
A-généralités .....	43
B-principes techniques .....	44
1- Introduction des broches et guidage dans le canal médullaire .....	44
2- Le franchissement du foyer .....	46
3-Terminer l'embrochage .....	47
4-Les corrections d'axe .....	48
5- La section des broches .....	48
C-Application de la technique opératoire sur les fractures diaphysaire du fémur .....	49
Technique de l'embrochage ascendant .....	49
a-Analgésie préopératoire .....	49
b-Installation .....	50
c- Introduction des broches .....	51
d-Derniers réglages .....	52
e-Soins postopératoires immédiats .....	53
Technique de l'embrochage descendant .....	62
COMPLICATIONS.....	66
MATERIEL ET METHODES. ....	77
A-Présentation de la série .....	78
B-Méthode d'étude .....	79
Constitution d'une fiche-type .....	79
RESULTATS .....	82
A- Les patients .....	83
1-Sexe .....	83

2-Age .....	84
B-Accident causal .....	85
C-Localisation et type des fractures .....	86
1-Côté atteint .....	86
2-Localisation des fractures .....	86
3-Trait de fracture .....	86
4-Caractère ouvert ou fermé de la fracture .....	87
D-Lésions associées .....	87
E- Prise en charge thérapeutique .....	88
1-Délai de chirurgie .....	88
2-Technique opératoire .....	88
F-Suites opératoires .....	92
1-Immobilisation complémentaire .....	92
2-Vérticalisation et reprise de l'appui .....	92
3-Durée de l'hospitalisation .....	92
4-Suivi .....	92
G-Complications précoces .....	93
1-Incidents per-opératoires .....	93
2-Complications générales .....	93
3-Complications infectieuses .....	93
4-Extériorisation de broches .....	93

H-Complications à moyen terme .....	94
1-cals vicieux .....	94
2-la raideur du genou .....	94
3-la pseudarthrose.....	94
4-l'inégalité de longueur des membres inférieurs .....	94
DISCUSSION .....	95
Introduction .....	96
Indications de l'ECMES .....	96
Localisation et type de fractures .....	97
Lésions associées .....	98
Le choix du montage.....	99
Le choix des broches .....	104
L'ouverture du foyer .....	104
L'immobilisation complémentaire .....	104
La reprise de la marche .....	105
L'ablation des broches .....	105
Discussion des complications .....	106
CONCLUSION .....	113
RESUME .....	115
REFERENCES.....	121

## ABREVIATIONS

AVP	: accident de la voie public
BMP	: bone morphogenetic protein
CHR	: centre hospitalier regional
CRP	: protéine C réactive
ECMES	: embrochage centromédullaire élastique stable
FIG	: figure
VS	: vitesse de sedimentation
USI	: unite de soins intensifs



# INTRODUCTION

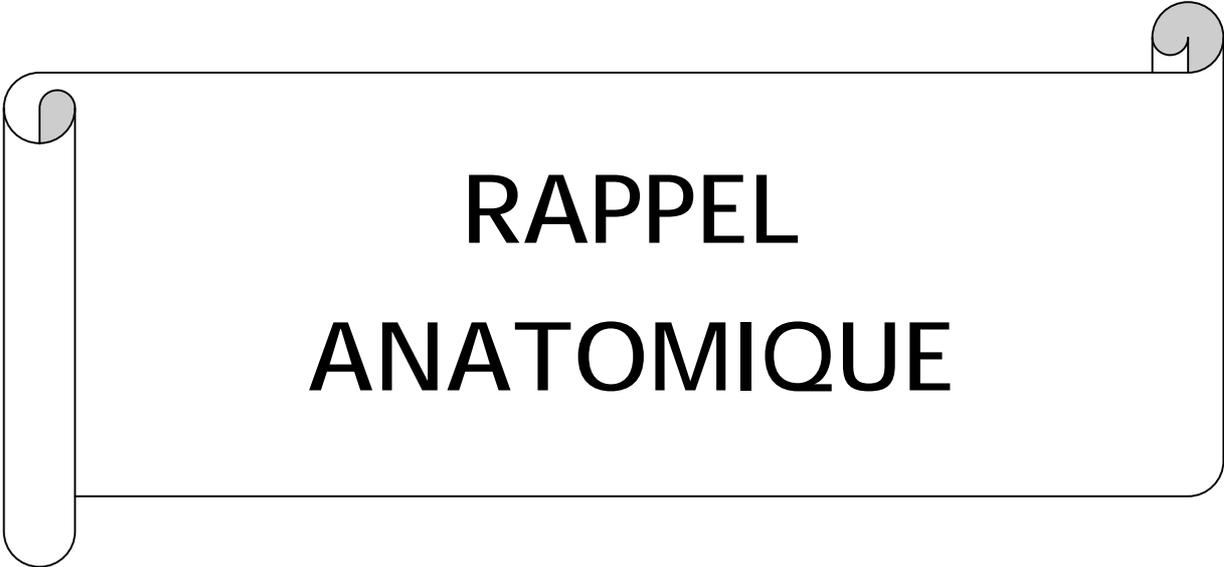
La traumatologie pédiatrique tire sa spécificité, d'une part des lésions traumatiques particulières à l'enfant, d'autre part du fait qu'elle étudie les lésions d'un os en croissance, ce qui nécessite de prévoir l'évolution à long terme.

Les fractures du fémur et surtout celles diaphysaires demeurent des lésions traumatiques fréquentes chez l'enfant. Elles représentent, selon les auteurs, de 4 à 12% des lésions traumatiques ostéo-articulaires de l'enfant (1). Elles sont habituellement la conséquence d'un traumatisme violent. Elles sont réputées bénignes car l'os jeune consolide rapidement et la croissance permet le remodelage de beaucoup de cals vicieux (2), ce qui leur donne un excellent pronostic.

Chez l'enfant, le fémur a suffisamment de caractères particuliers tels que : l'élasticité, l'épaisseur et la solidité du périoste ainsi que sa plus grande activité ostéogénique et l'activité du cartilage de conjugaison avec sa capacité de remodelage. Ceci pousse la plupart des auteurs à donner la préférence au traitement orthopédique, mais la chirurgie garde sa place (3).

Parmi les moyens chirurgicaux: l'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) qui désigne un procédé d'ostéosynthèse par broches élastiques centromédullaires. Cette méthode a bénéficié des avantages biologiques (respect de la vascularisation du périoste) et mécaniques, ce qui fait de cette technique une méthode chirurgicale particulièrement adaptée aux fractures de la diaphyse fémorale chez l'enfant. Pourtant plusieurs complications surviennent après cette technique chirurgicale.

Dans ce travail nous rapportons l'expérience du service de chirurgie pédiatrique du centre hospitalier régional ELFARABI Oujda concernant le traitement des fractures diaphysaires du fémur chez l'enfant par l'ECMES. Nous allons analyser nos résultats et les comparer avec ceux de la littérature avec une analyse particulière des complications.



**RAPPEL  
ANATOMIQUE**

## A-LE FEMUR

Le fémur est un os long. Il se compose d'une diaphyse, d'une métaphyse, de deux épiphyses et d'un col qui unit l'extrémité supérieure à la diaphyse. L'épiphyse supérieure du fémur a la forme de 2/3 de sphère s'emboîtant dans la cavité cotyloïde.

En situation proximale, on trouve deux reliefs osseux: le grand et le petit trochanter, permettant l'insertion des muscles chargés de la rotation de l'os sur son axe. Les épiphyses sont munies de trous nourriciers pour le passage des vaisseaux sanguins.

Plus bas, la ligne âpre permet également l'insertion d'autres muscles, dont le muscle grand fessier et le muscle biceps fémoral. Distalement, on trouve deux condyles (un médial et un latéral) et une fosse formant une articulation trochléarthrose avec le tibia et la rotule (fig 1) (4).

## B -CARTILAGE DE CROISSANCE

Le cartilage de croissance intervient, au cours de l'enfance et de l'adolescence, dans la croissance en longueur des os longs.

L'ossification endochondrale (Fig 2) est un processus complexe imparfaitement connu, intervenant chez le fœtus et tout au long de la croissance.

Jusqu'à l'âge adulte, la croissance en longueur des os s'effectue grâce à la prolifération du cartilage de conjugaison suivie d'une ossification endochondrale(5)

## 1. Le développement de l'extrémité supérieure du fémur

A la naissance, la maquette cartilagineuse de l'extrémité supérieure du fémur comprend trois zones qui vont se différencier:

1. Deux noyaux de taille et de potentialité différentes: le noyau épiphysaire céphalique et le noyau du grand trochanter.
2. Le cartilage de croissance avec trois composantes, trochantérienne, cervicale et céphalique.
3. Un noyau, plus petit, interne, le petit trochanter.

Le front d'ossification physaire fémoral supérieur a un potentiel de croissance différent selon le point considéré: élevé dans la portion céphalique, plus lent ailleurs.

Cette différence a pour conséquence d'allonger le col fémoral et de séparer rapidement la région céphalique du massif trochantérien. De plus, le cartilage de croissance céphalique assurera 30% de la croissance en longueur de l'ensemble du fémur.

Toute atteinte partielle du cartilage cervico-céphalique retentira sur la morphologie (par exemple, coxa valga si atteinte de la partie trochantérienne, coxa vara et raccourcissement si atteinte de la partie céphalique) (6, 7).

Le noyau épiphysaire s'ossifie durant les six premiers mois, plus précocement chez la fille. L'ossification est présente chez 50 % des enfants à 4 mois, 90 % à 7 mois (8, 9) et peut être asymétrique (30% des enfants entre 3 et 6 mois). Ce noyau est d'abord sphérique, à croissance excentrique. Au-delà de l'âge d'un an, sa forme

devient hémisphérique. Une fragmentation et/ou une irrégularité des contours sont possibles, mais non pathologiques.

L'ossification du col fémoral est, à la naissance, en maille. La configuration en arche, de type adulte, apparaît vers l'âge de 18 mois en relation avec le développement de la station debout et de la marche (10). L'ossification des noyaux trochantériens débute vers 3,5 - 4 ans pour le grand trochanter et vers 8,5 - 9 ans pour le petit trochanter.

Une mention particulière doit être faite de la vascularisation de l'extrémité supérieure du fémur. Les seuls éléments de certitude résident en la grande fragilité de la vascularisation, en la prédominance de l'artère circonflexe postérieure pour la vascularisation de la tête et la participation du réseau de l'artère circonflexe antérieure à la vascularisation de la métaphyse.

## 2. Le développement de l'extrémité inférieure du fémur

L'extrémité inférieure du fémur est formée de tissus spongieux dont les travées osseuses sont transversales, d'un condyle à l'autre, et verticales, perpendiculaires aux surfaces articulaires.

Le pont épiphysaire inférieur ou inter condylien apparaît au centre du cartilage fémoral au milieu du 9<sup>ème</sup> mois intra utérin. Dans la plupart des cas, il peut donc déterminer l'âge du fœtus, sur la radiographie faite à la fin de la grossesse.

La physe inférieure atteint son développement complet vers 10 ans. Elle assure 70% (Fig 3) de la croissance en longueur de l'ensemble du fémur et se soude à la diaphyse entre 18 et 20 ans.

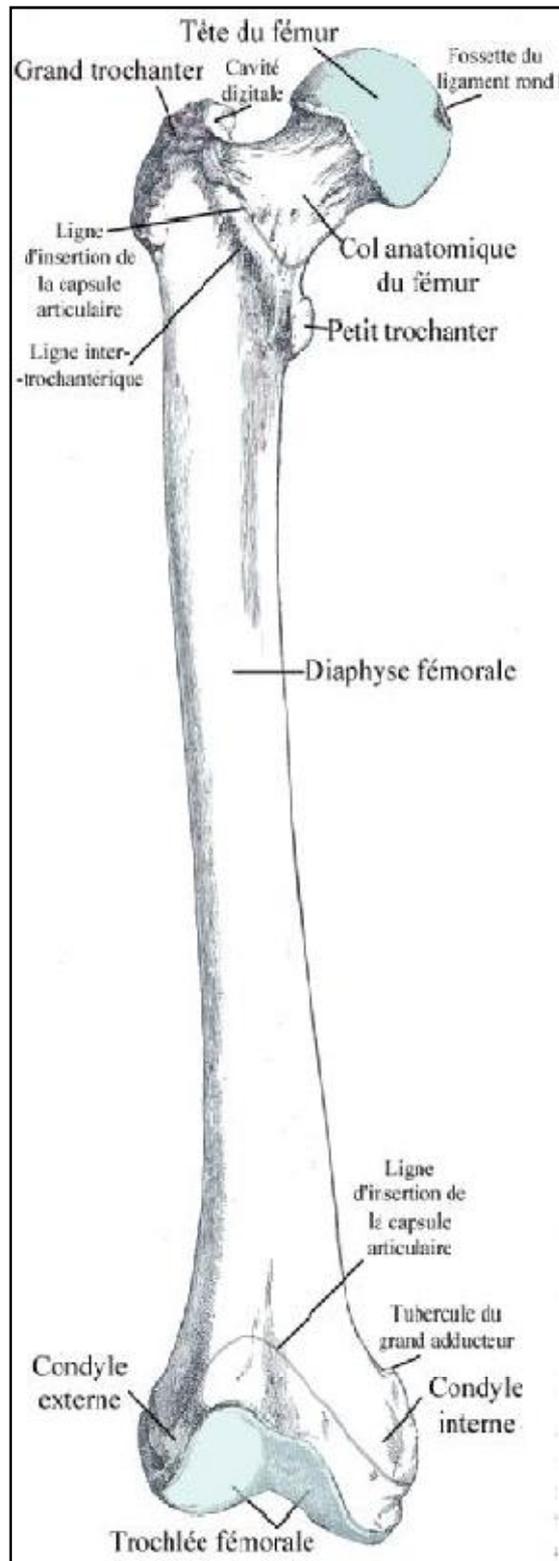


Figure 1 : vue antérieure du fémur (4)

## OSSIFICATION ENDOCHONDRALE

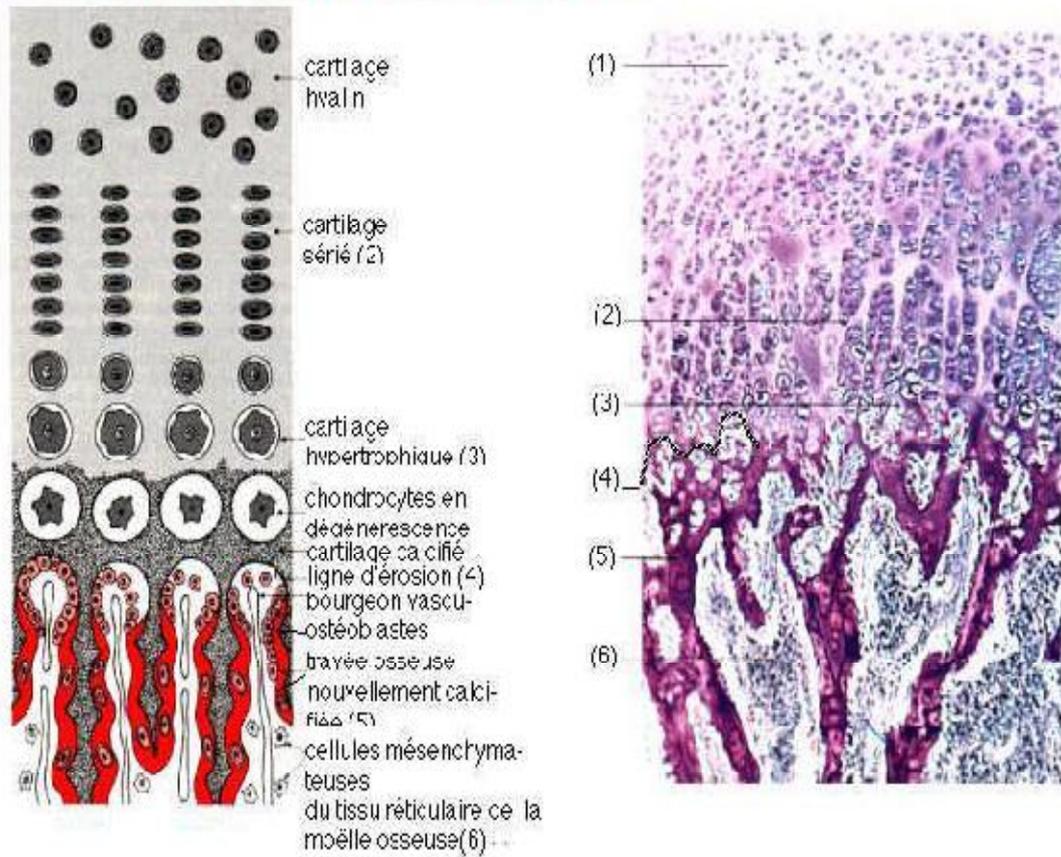


Figure 2: L'ossification endochondrale(20)

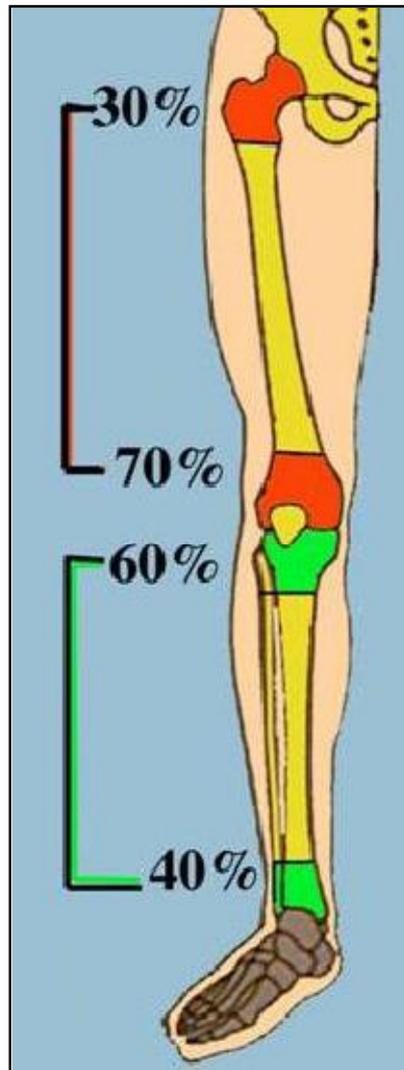


Figure 3 : potentiel de croissance des différentes physes du membre inférieur (11)



**PARTICULARITIES  
DES FRACTURES CHEZ  
L'ENFANT**

## Phénomènes Vasculaires

La situation vasculaire de l'os diaphysaire en croissance a été décrite par TRUETA (12 ; 13). Le débit sanguin osseux cortical est deux fois plus élevé chez l'enfant que chez l'adulte : les vascularisations périostée et centromédullaire sont beaucoup plus importantes.

Cette vascularisation est nécessaire pour le métabolisme osseux et le remodelage, mais également pour l'activité hématopoïétique centromédullaire et l'érosion du cartilage hypertrophique de la plaque de croissance.

Aussi cette vascularisation est étroitement régulée et ajustée aux besoins. (12; 13). Lors d'une fracture, une réponse vasculaire périostique et centromédullaire fonctionne comme un mécanisme homéostatique apportant au foyer de fracture les éléments nécessaires à la consolidation.

La fracture entraîne une hyperémie localisée pouvant atteindre jusqu'à huit fois le niveau normal. (12 ; 13).

## Importance du périoste

Le périoste de l'enfant est très actif et résistant. Il permet la formation d'un cal périosté, ou « cal externe » de MAC KIBBIN (14) très précoce, englobant et immobilisant rapidement le foyer de fracture quelle que soit la position des extrémités osseuses. Son respect conditionne la qualité de la réponse vasculaire, donc ostéogénique, et la rapidité de la formation du cal.

## 1- Croissance osseuse :

La croissance est l'augmentation de la masse de matière vivante qui accompagne le développement de l'individu depuis la conception. C'est la manifestation la plus générale de la vie.

\* L'os de l'enfant est un os en croissance. Celle-ci se fait à deux niveaux : en longueur à partir du cartilage de croissance et en largeur par le périoste.

\* La croissance en longueur, déterminée par les cartilages de conjugaison n'est pas identique pour tous les segments osseux car les cartilages de croissance n'ont pas tous la même activité.

Celle-ci est maximale « près du genou et loin du coude ». Le cartilage fémoral inférieur (près du genou) est responsable de 70% de la croissance du fémur contre 30% pour le cartilage fémoral supérieur.

\* La croissance en largeur de l'os est liée au périoste. Celui-ci est beaucoup plus épais et résistant que chez l'adulte, permettant d'absorber une partie des forces appliquées à l'os et d'éviter ainsi bon nombre de fractures.

Ce périoste très épais permet même à de petits enfants de marcher (avec une boiterie) alors qu'ils ont une fracture sous périostée fémorale ou tibiale. De plus le périoste produit du cal plus rapidement et en plus grande quantité que chez l'adulte. Ce périoste doit être respecté en évitant les dépériostages étendus lors de l'abord chirurgical d'une fracture.

## 2- Rappel sur la consolidation osseuse chez l'enfant

La consolidation d'une fracture est la seule « cicatrisation » qui aboutit à une restitution ad integrum du tissu lésé. (12 ; 13)

Elle résulte d'une succession de phénomènes histologiques et histochimiques intriqués, qui peuvent être artificiellement scindés en quatre phases :

### a) -Phase Inflammatoire

Les vaisseaux sanguins locaux sont rompus par la fracture, et un hématome se forme entre les fragments osseux. Les vaisseaux se thrombosent près de la ligne de fracture. Les plaquettes agrégées et les leucocytes libèrent des enzymes protéolytiques qui activent le système du complément. Les cellules inflammatoires sont attirées vers le foyer de fracture par un chimiotactisme influencé notamment par la vitamine A et la Cortisone (12 ; 13).

### b) -Cal Mou

La thrombine active les macrophages qui libèrent une substance favorisant la prolifération de fibroblastes au sein de l'hématome et leur différenciation en chondrocytes.

Dans le même temps, les cellules ostéogéniques du périoste commencent à proliférer et à former de nouveaux ostéoblastes. Fibroblastes et ostéoblastes, sous l'influence de l'hypoxie et de l'acidité, en présence d'acide lactique et de vitamine C, commencent à produire du collagène, initialement de type I et IV.

Parallèlement, les extrémités osseuses dévitalisées et nécrosées commencent à être résorbées par des ostéoclastes. Cette activité ostéoclastique est stimulée par

la vitamine D, les prostaglandines, et un facteur d'activation libéré par des lymphocytes activés. Les cellules médullaires participent également à cette résorption osseuse.

Les facteurs induisant la formation des cellules précurseurs ostéogéniques dans les tissus mous sont nombreux. Ils sont chimiques comme le facteur de couplage ostéoclaste-ostéoblaste, la B.M.P (Bone Morphogénétique Protein), et l'hypoxie relative (baisse de la pression partielle en oxygène) ; ou biophysiques (la surface du cal est initialement électronégative).

#### c) -Cal Dur

La minéralisation commence soit aux extrémités du cal cartilagineux, soit en périphérie; elle se poursuit pour envahir tout le cal mou en un véritable front de calcification.

Cette minéralisation est sous l'étroite dépendance de la vitamine D et de l'ostéocalcine (Bone GLA Protein) qui favorise la sortie du calcium des mitochondries cellulaires dans des conditions d'hypoxie et d'acidité est également nécessaire.

L'os formé est de type lamellaire.

#### d) -Remodelage

Le remodelage commence lors de la phase finale de la consolidation, il est particulier chez l'enfant car il dure des années pendant la croissance.

Ce remodelage est en particulier capable de « gommer » des imperfections de réduction après fracture, expliquant la tolérance en ortho -pédiatrie de certains cals vicieux.

Le remodelage osseux est fonction de l'âge de l'enfant (il est d'autant plus important que celui-ci est jeune), du siège de la fracture (il est d'autant plus rapide que son siège est proche d'un cartilage de croissance actif), de l'importance et de l'orientation du cal vicieux (pas de correction des cals rotatoires).

Il débute dès le début de la cicatrisation osseuse. Il résulte de l'activité couplée des ostéoclastes et des ostéoblastes. Il suit les lois de WOLFF (13), les ostéons ayant tendance à s'orienter parallèlement aux contraintes maximales et à se multiplier dans les zones de concentration des contraintes.

Progressivement, l'os lamellaire, fragile, est remplacé par de l'os cortical haversien, tandis que le volume du cal décroît.



# **CONSOLIDATION ET ECMES**

## 1-Introduction :

Au cours de l'ECMES , l'instabilité relative obtenue par un embrochage centromédullaire semi rigide ou souple, stimule la formation du cal périoste.

La comparaison entre l'os soumis à une charge intermittente et l'os soumis à une charge constante en compression ne montre pas de différence notable dans les premières étapes de la cicatrisation, par contre après 6 semaines la résistance à la torsion et la quantité d'énergie absorbée sont supérieures dans l'os soumis à une charge cyclique(22).L'instabilité rotationnelle semble n'agir comme facteur négatif qu'au tout début de la formation du cal.

## 2-Sur le plan vasculaire :

L'ECMES va perturber le système vasculaire médullaire et aboutir à une dévascularisation d'une partie du cortex diaphysaire. La revascularisation va être favorisée par la stabilité du montage(23).

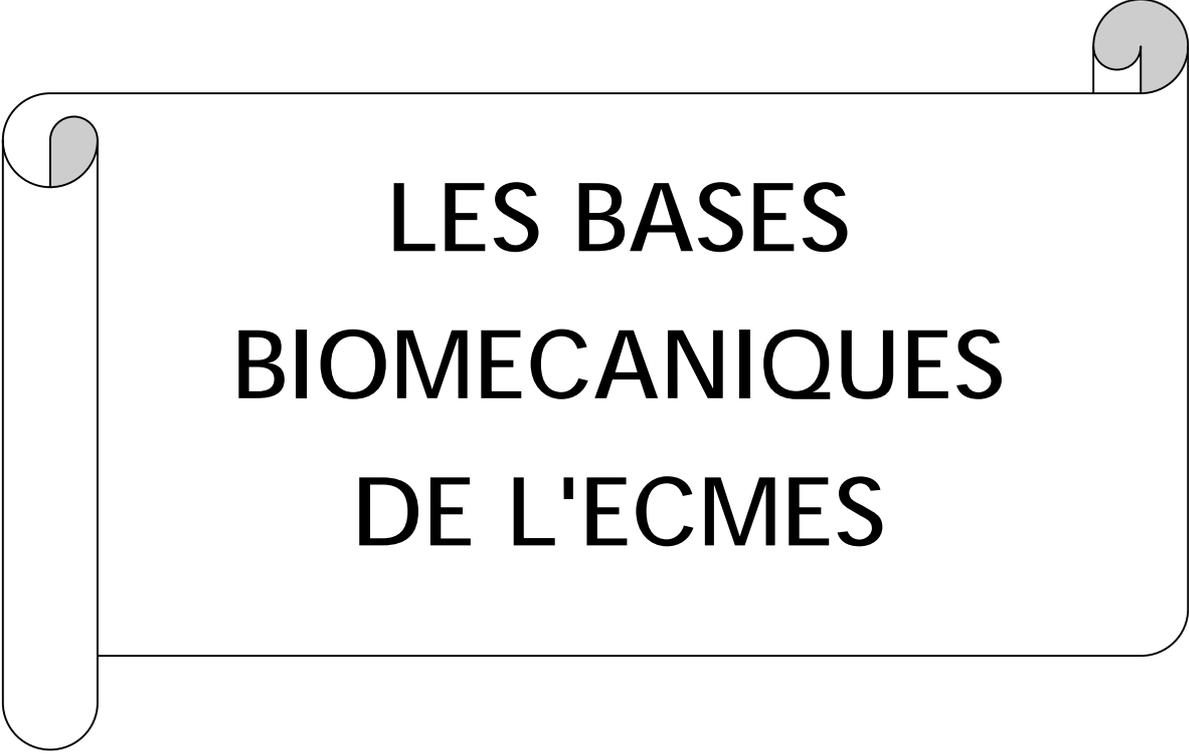
## 3-Sur le plan biologique :

Les modifications biologiques secondaires à l'ECMES sont en relation directe avec l'état biomécanique du site fracturaire, la formation de l'os est dépendante de la flexibilité du montage. Plus le système est flexible plus la quantité du tissu fibreux augmente.

Donc le respect du périoste, conditionne la qualité de la réponse vasculaire et donc la réponse ostéogénique, la rapidité de la formation du cal et la remise en charge. Un enclouage à distance n'influence pas directement ces éléments et laisse intact le potentiel de la différenciation cellulaire locale.(23,22,24).

La consolidation osseuse dans l'ECMES est assurée par un premier tissu fibreux sur le quel s'appuient des travées formant un cal périoste externe. Le stade intermédiaire cartilagineux n'est pas obligatoire et il est même fréquemment absent. Dans un deuxième temps apparaît le cal endosté et une ossification médullaire guidée le long des broches de la synthèse. L'union des corticales est enfin assurée par des petites travées osseuses qui différencient cette consolidation du classique cal cortical de remodelage(27).

L'intérêt de l'ECMES est donc d'assurer la consolidation osseuse de façon extrêmement rapide ;tout en préservant la perméabilité médullaire par la présence des broches, facteur limitant le risque de fracture itérative à moyen terme(25).



**LES BASES  
BIOMECHANIQUES  
DE L'ECMES**

La biomécanique de l'ostéosynthèse par broches élastiques en arcs sécants a fait l'objet de deux types d'études:

- Etudes expérimentales:
- De PAKNOVICH (13, 31,32) sur des fémurs de cadavres.
- De FRICA (13,31) surtout, sur des modèles de fémur en polyester dont les lignes de tension superficielles ont été analysées par photoélasticité, en utilisant des vernis photo-élastiques observés en lumière polarisée, et par des jauges de contraintes collées.
- Etudes théoriques de FRICA (13, 17, 21, 31), utilisant la méthode de l'élément fini appliquée au modèle spatial, et de LIGIER et METAIZEAU (13,17, 18, 33).

## A-BIOMECHANIQUE DU FEMUR SAIN :

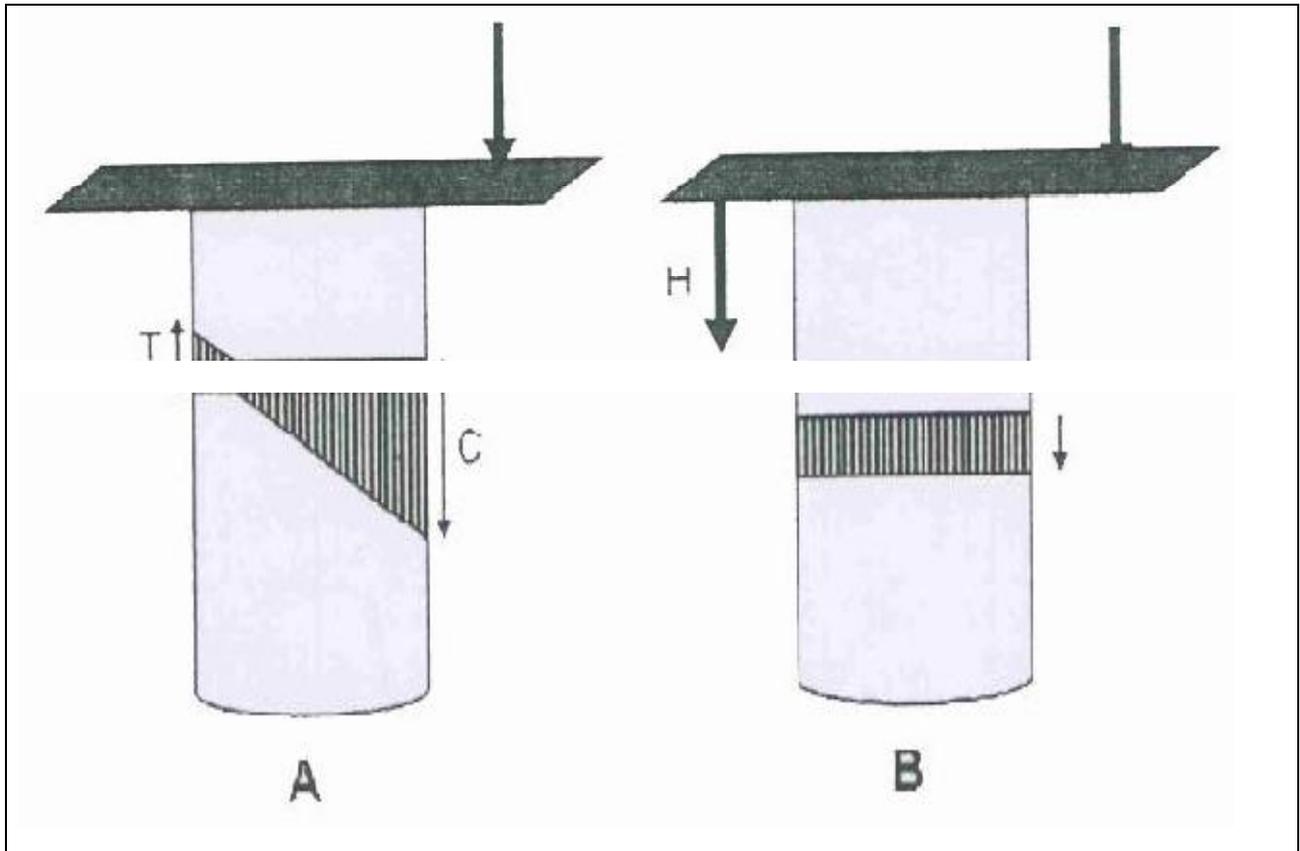
Le fémur constitue dans toutes les conditions statiques, uni ou bipodales ou lors de la phase d'appui unilatéral de la marche, une colonne de soutènement soumise à une charge asymétrique.

### 1-Dans le plan frontal:

Selon PAUWELS (13), le fémur et son environnement musculaire peuvent être comparés à une grue. Celle-ci tend à s'incurver sous l'effet d'une charge asymétrique appliquée à l'extrémité de sa traverse; des forces de compression apparaissent dans la colonne de côté de la charge, tandis que des forces de traction apparaissent du côté opposé (figure 3A).

L'adjonction d'un hauban sur la traverse de la grue du coté opposée à la charge permet d'uniformiser ces contraintes (figure3B).

Le fascia latta joue ce rôle de hauban pour le fémur.



*Figure 3 : Les contraintes créées par une charge asymétrique selon PAUWELS*

*A: Les forces de compression(C) et les forces de traction(T)*

*B: Répartition des charges par un hauban(H)*

PAUWELS démontre que la quantité du métal nécessaire à la construction d'une grue soumise à un poids  $k$  peut être diminuée si la forme de la grue est modifiée. Il peut ainsi définir une forme optimale, en Y (figure 4).

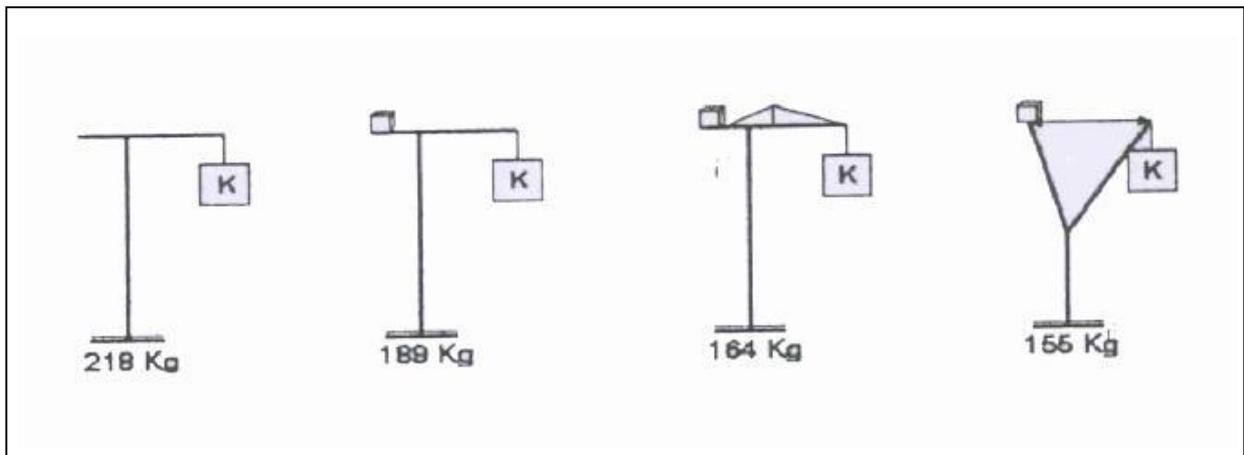


Figure 4: Etude de PAUWELS du poids d'une grue nécessaire pour porter une charge K.

FRICA précise que cette forme est celle que prennent les extrémités supérieures des broches lors d'un embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) dans la tête fémorale et le massif trochantérien (figure 5) (13, 17, 18, 21).

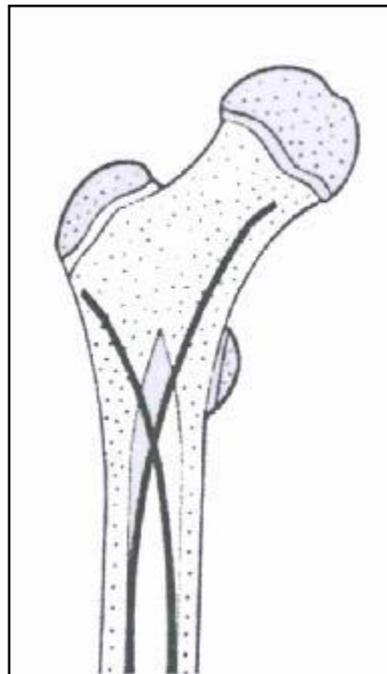
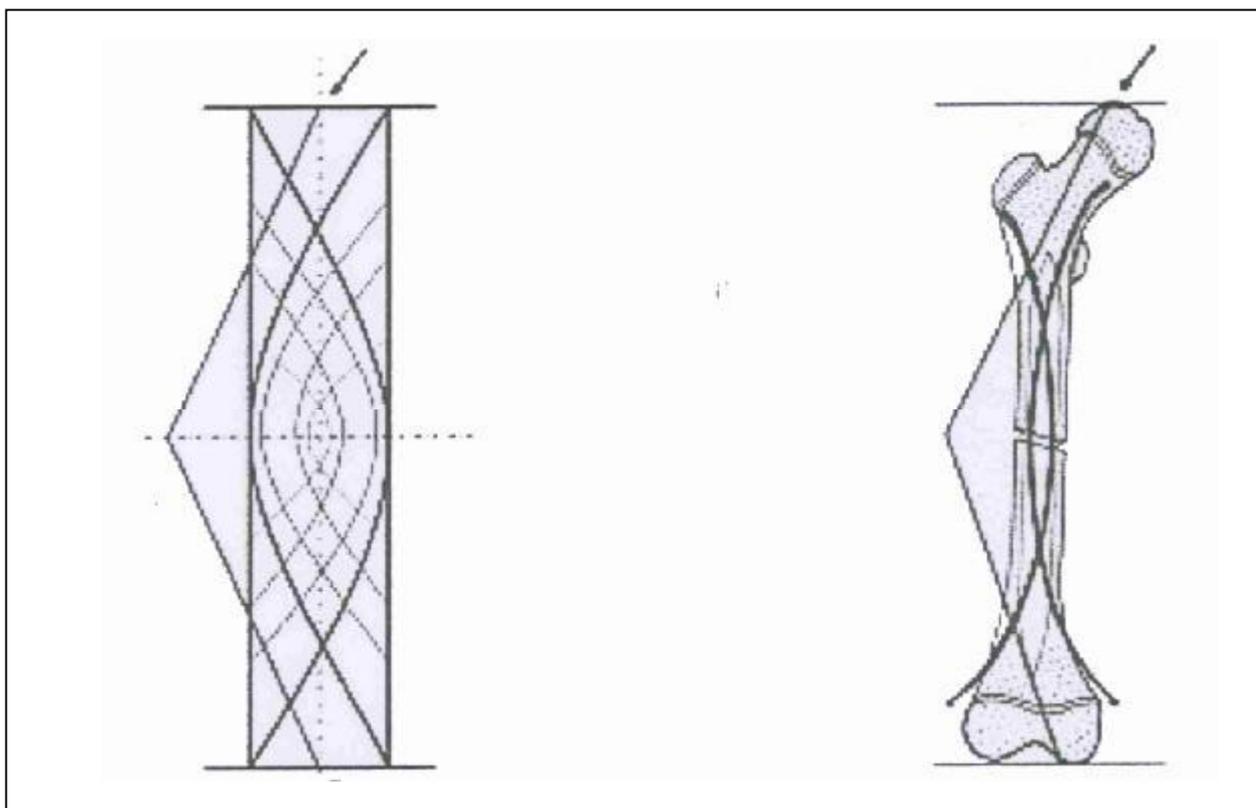


Figure 5: Montage à arcs Sécants dans le massif Cervico-trochantérien.

Les techniques de photoélasticité confirment que les trajectoires des forces de compression subies par le fémur sont superposables à la structure trabéculaire ogivale de celui-ci. En effet, c'est cette même disposition que prennent dans l'os les broches en arcs sécants (figure6).



*Figure 6: Trajectoire des lignes de force en photoélasticité(D'après FRICA).*

## 2-Dans le plan sagittal:

Le fémur présente une courbure sagittal qu'il faut respecter lors d'une ostéosynthèse, ceci est possible avec une ostéosynthèse à clou élastiques, contrairement à certaines ostéosynthèses rigide, notamment par clou de kuntscher.

Les techniques de photoélasticité montrent que, sur un fémur de profil, les forces sont parallèles et suivent la courbure sagittale de l'os. C'est la même disposition que prennent les broches d'embrochage élastique stable.

Ce qui fait que le montage des broches élastiques en arcs sécants est parfaitement adapté aux contraintes physiologiques du fémur.

## **B-COMPORTEMENT MECANIQUE DU FEMUR ENCLOUE:**

Lors d'un embrochage centromédullaire élastique stable, chacune des deux broches montées en arcs sécants comporte au moins trois points d'appui avec l'os, un point d'appui à chaque extrémité, et un point d'appui au sommet de la courbure de la broche, situé au niveau du foyer fracturaire.

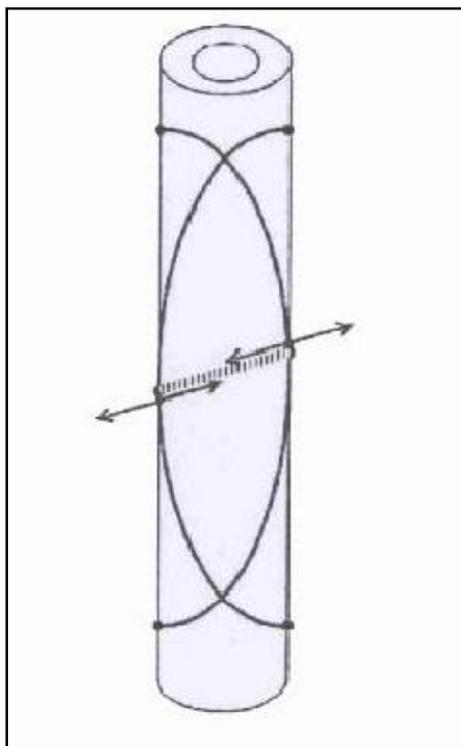
Au repos, si les deux broches sont symétriques, les forces appliquées à l'os en ces points s'annulent réciproquement. Si cet équilibre est rompu pendant la contraction passagère de certains muscles, ou pendant l'appui lors de la marche, le foyer de fracture tend à s'ouvrir en dehors.

L'arc à sommet interne subit une déformation visant à réduire sa courbure, et se trouve par conséquent en état de tension, par contre son opposé se détend en fermant sa courbure.

Pour les valeurs physiologiques de forces d'inclinaison, le domaine d'élasticité des broches n'est pas dépassé, et le montage tend toujours à reprendre sa position d'équilibre d'après FRICA, PANKOVICH (13, 17, 18, 21, 31).

Selon les principes de SARMIENTO (13), les parties molles et surtout les haubans musculaires favorisent en permanence le retour à cette position d'équilibre.

Au niveau du foyer de fracture, les forces de cisaillement sont annulées par les forces d'appui exercées par les sommets des arcs élastiques. (figure7).



*Figure 7: La résistance des sommets des arcs élastiques aux Forces de cisaillement  
(D'après METAIZEAU).*

Donc, les broches élastiques autorisent des mouvements de faible amplitude qui se traduisent au niveau du foyer par l'apparition des contraintes en compression dans la concavité du déplacement et de traction dans sa convexité.

Selon FRICA (13 ,17,18, 21, 31), la stabilité en rotation de l'embrochage élastique stable assurée par sa forme en clepsydre serait, supérieure à celle des autres ostéosynthèses centromédullaires, notamment le clou de kuntscher.

Pour LIGIER (13 ,17,18, 21, 34), la persistance d'une élasticité du montage en rotation, permettant, l'action des haubans musculaires et le retour à un équilibre physiologique.

Donc, deux broches disposées en arcs sécants minimisent les forces d'inclinaison, de rotation et de cisaillement, appliquées au foyer de fracture, tout en favorisant des contraintes en compression et traction

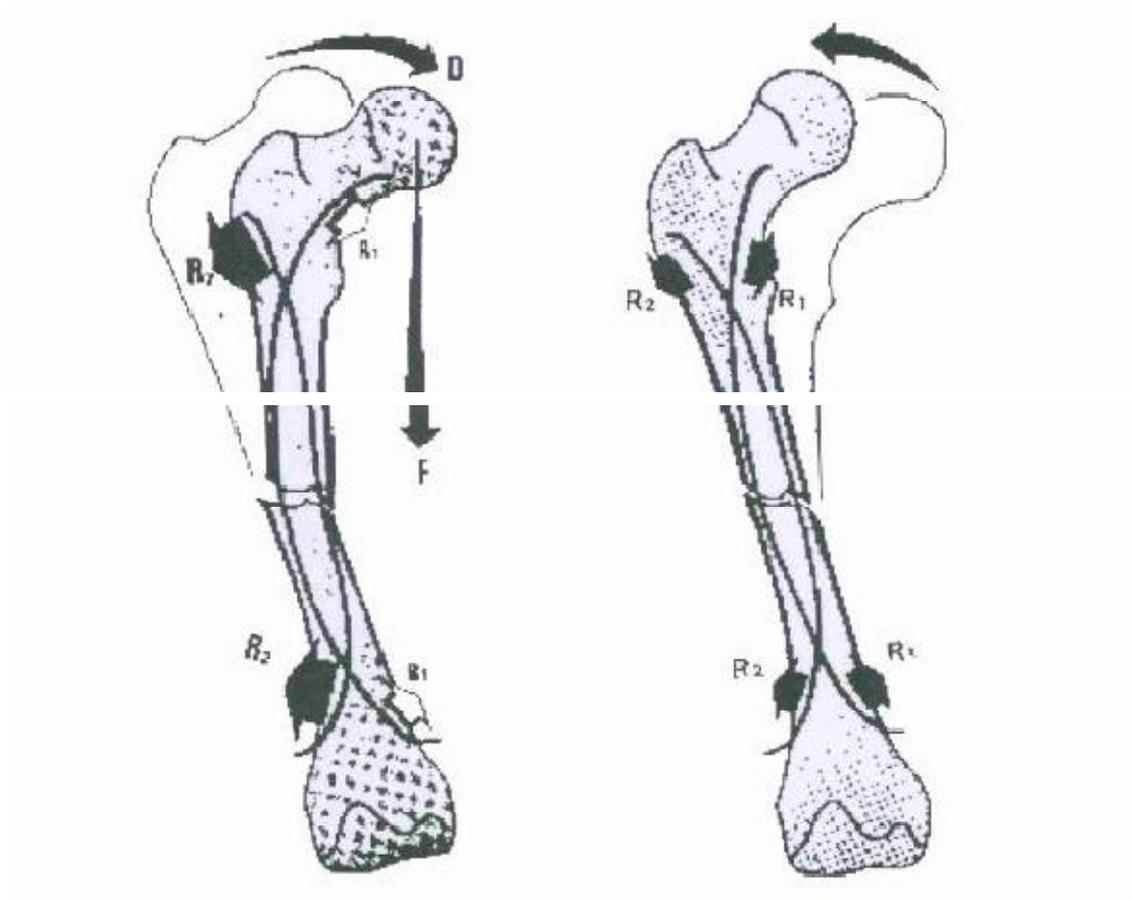


Figure 8

Figure 9

Figure 8 : Une force occasionnelle F imprime au montage un déplacement D

La broche à convexité interne se rapproche de sa courbure initiale, sa force de rappel R1 diminue. La broche à convexité externe s'éloigne de sa courbure initiale, sa force rappel R2 augmente. L'équilibre est obtenue lorsque  $R_2 = R_1 + F$ .

Figure 9: La force a disparu. R2 qui était supérieur à R1 diminue en ramenant le montage vers sa position initiale. Lorsque R2=R1, l'équilibre est retrouvé.

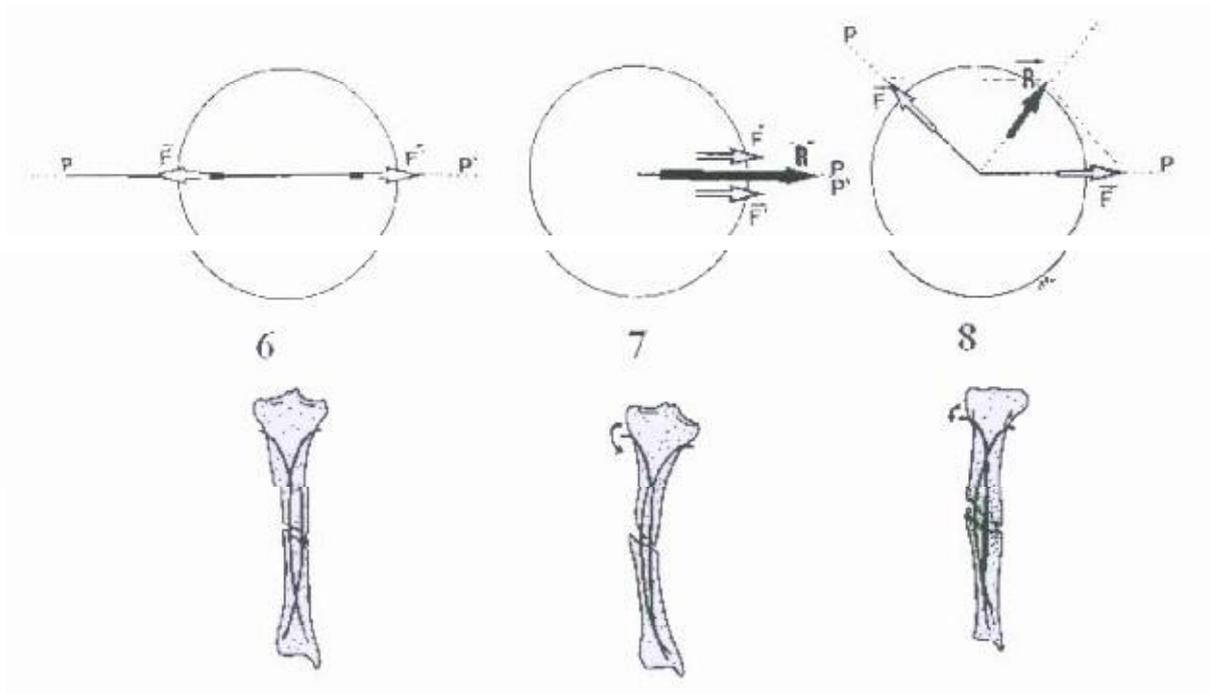


Figure10

Figure11

Figure12

PP': Plans de courbure des broches.

FF': Force développée par chaque broche.

R': Force de rappel résultante développée par le montage.

*Figure 10: Montage en double arcs sécants.*

*Les plans de courbures sont confondues, les forces F et F' sont opposées, le montage est équilibré, la résultante de ces force est nulle.*

*Figure 11: La courbure d'une des broches a été inversée ; Les plans de courbure sont confondu F et F ' sont de même sens, leur résultante R' incurve le montage dans le plan PP'.*

Figure 12: La courbure d'une des broches a été modifiée: les plans de courbures  $P P'$  sont différentes, la résultante  $R$  est la somme vectorielle de  $F$  et  $F'$ , elle a incurvé le montage.

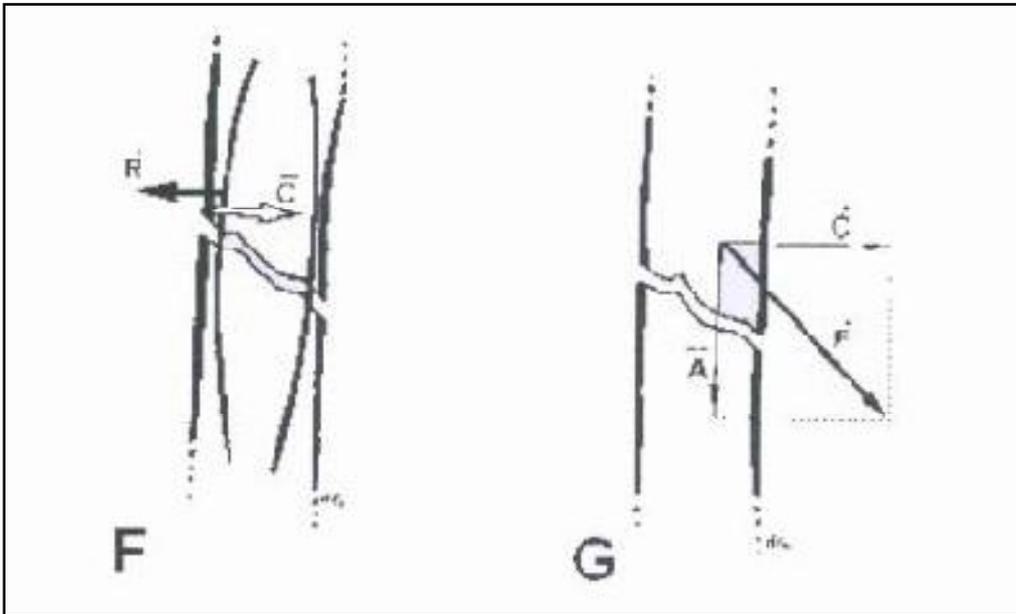


Figure13

Figure14

Figure 13: Toute force  $C$  perpendiculaire à l'axe de la diaphyse donc des broches, suscite de la part de l'ostéosynthèse une réaction  $R$  s'opposant à un déplacement en cisaillement.

Figure 14: Toute force  $F$  avoisinant un foyer de fracture peut être divisée en deux composantes:

$C$ : perpendiculaire à l'os est annulée par le montage.

$A$ : parallèle à la diaphyse, persiste l'élasticité et le faible calibre du matériel permettant à l'os de coulisser le long de son axe.

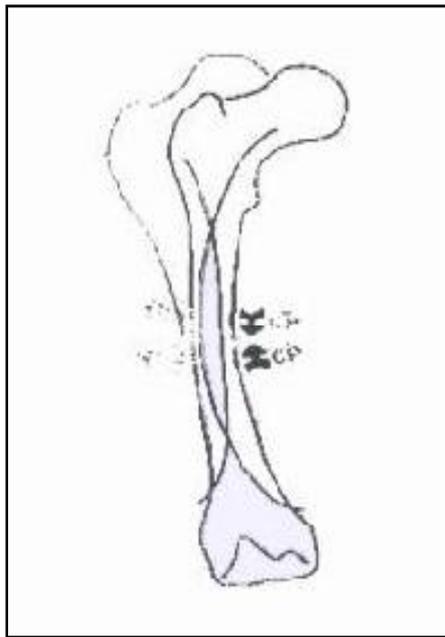


Figure15

*Figure 15: Un montage de type ECMES canalise les forces pour les orienter parallèlement à l'axe de la diaphyse. Une angulation du foyer provoque l'apparition de forces de compression  $C_p$  dans la concavité du mouvement et de forces de traction  $T$  dans la convexité.*

A decorative graphic of a scroll with a black outline and grey shading on the top and bottom edges, framing the text.

# **LES IMPLANTS ET MATERIEL ANCILLAIRE SPECIFIQUE**

## A-LES IMPLANTS:

### 1- L'élasticité:

Les implants sont des broches ou des clous fins dont la propriété essentielle est l'élasticité. La force appliquée en un point quelconque d'une broche provoque au niveau de celle-ci une déformation mais apparaît simultanément une réaction qui tend à s'opposer à la contrainte et à ramener le métal dans sa position primitive.

Cette force de rappel est d'autant plus élevée que la déformation imposée à celui-ci est plus importante, cependant au-delà de la limite d'élasticité du métal la broche ne revient jamais à la position initial (26), en effet la forme prise par l'implant dans l'os, visible sur les radiographies n'est qu'apparente. La force de redressement de la broche étant le garant du maintien de la réduction de la fracture. Le meilleur métal disponible sur le marché est le Titane, son seuil de plasticité dépasse avantageusement l'acier.

Certes de nombreux ECMES réalisés avec des broches en Inox (acier) offrent un excellent résultat, mais chaque chirurgien a en mémoire des embrochages où les broches se comportent comme de véritables spaghettis et perdent toute possibilité d'orientation souhaitée de leur extrémité. Certains alliages ne correspondent pas aux critères requis d'élasticité (26,35).

### 2-Broche béquillée et mousse:

La majorité des broches disponibles sur le marché sont pré-béquillées de façon "intelligente", mais sont reproductibles par le chirurgien sur des broches livrées rectilignes. La courbure a pour objectif de faciliter le glissement de la broche contre la corticale opposée à l'orifice d'entrée et de lui permettre de gagner le canal

médullaire. Parfois cette courbure peut être accentuée ou diminuée par le chirurgien afin de s'adapter à certaines situations anatomiques particulières (19).

La longueur de l'extrémité recourbée ne doit pas dépasser en longueur projetée orthogonale le diamètre minimal endomédullaire de l'os synthésé au risque de s'enclaver sans progression possible dans le canal. Si celui-ci est particulièrement étroit il convient de raccourcir l'extrémité de la broche de quelques millimètres.

### 3-Diamètre des broches :

Le diamètre des broches représente environ le tiers de celui du canal médullaire mesuré sur la radiographie standard. Leur pointe est béquillée sur 5 à 7mm. Puis la broche est globalement cintrée de façon à représenter un demi-cercle. Mais il est également possible d'introduire une broche rectiligne, en la couplant de proche en proche.

Si une règle mathématique peut être définie, le diamètre des broches va correspondre à 0,4 multiplié par le diamètre endomédullaire .

$$\text{Diamètre de la broche} = 0,4 * \text{diamètre endomédullaire}$$

Quelques adaptations individuelles sont autorisées mais l'expérience prouve qu'en cas d'hésitation, un plus gros diamètre est préférable à un plus petit qui risquerait d'aboutir à une déformation plastique des implants insuffisamment résistants (36).

#### 4-Longueur des broches :

La majorité des implants disponibles nécessitent une recoupe avant la fermeture cutanée, L'aspect agressif de la coupe conduit souvent à des irritations sous cutanées et cutanées et ont poussé certains chirurgiens à utiliser des capuchons de protection. Une autre solution reste l'utilisation de broches de longueur définie dont l'extrémité sous-cutanée arrondie est atraumatique.

La bonne longueur calculée sur l'os controlatéral correspond au plus à la distance séparant les deux physes de croissance proximale et distale, la physe proximale étant celle du grand tranchanter pour le fémur. Outre l'avantage mentionné, la facilité d'ablation du matériel est améliorée grâce à la partie préhensile de l'implant.

En revanche le stock de clous disponibles doit être augmenté, la longueur doit être précise, et la rotation de la broche n'est plus possible en fin d'impaction au risque de rompre son extrémité.

#### 5-Cintrage des implants:

C'est dans le cintrage des broches que s'exprime le talent du traumatologue pédiatre. En effet la technique chirurgicale ne consiste pas à introduire dans l'os un clou d'alignement mais bel et bien à assurer une force de correction intra osseuse.

Pour se faire, le maximum du cintrage doit se situer en regard du foyer de fracture, les deux broches se faisant face à face et se croisant au-dessus et au-dessous du foyer comme deux arcs sécants. Le cintrage de la broche est donc façonné à la main par le chirurgien d'un rayon de courbure angulaire d'environ 40°

adapté au niveau de la fracture. Le cintrage simultané des deux broches permet d'obtenir un équilibre optimal.

Certaines broches disposent d'une pointe aplatie présentant un côté tranchant et un côté mousse. En cintrant leurs pointes de sorte que la convexité corresponde au bord tranchant, sera possible de mieux pénétrer dans le spongieux métaphysaire très dense de l'enfant, pour obtenir un bon contrôle de la rotation (fractures transversales). Si la convexité est mousse, la pénétration dans le spongieux sera impossible, empêchant le télescopage des fragments (fractures obliques, spiroïdes et comminutives) (26,36).

## B-MATERIEL ANCILLAIRE SPECIFIQUE

Le matériel ancillaire de pose des implants est relativement simple mais doit être particulièrement adapté, surtout lorsqu'il s'agit de poser des broches de faible diamètre :

- Un cintreur de broches: cet instrument est optionnel dans la mesure où les broches peuvent être facilement cintrées à la main, En revanche une pince solide permet de créer ou de modifier le béquillage.
- Une poignée en T dite américaine : elle doit permettre les mouvements de rotation de la broche afin de la faire progresser dans le canal médullaire et de parfaire la réduction. La poignée ne doit pas glisser sur la broche.
- Un marteau: il est utilisé lors du passage du foyer de fracture, la pointe de la broche étant parfaitement orientée vers le fragment opposé. En effet la rotation de la poignée en T pousserait le plus souvent la broche dans les parties molles. En revanche, assurer la progression intracanalair à l'aide du marteau risquerait de s'exposer à des blocages des broches à l'intérieur de

l'os voire à des perforations corticales. L'impaction finale de l'implant est également assurée à l'aide du marteau (33).

- Une coupe broche: l'idéal est de se procurer un coupe broche de type guillotine permettant d'éliminer toutes les aspérités de la tranche de section afin d'obtenir une coupe plutôt mousse atraumatique sous la peau (26,35).
- Un impacteur : il a pour rôle de pousser la broche de façon à maintenir une portion extra osseuse suffisamment longue pour faciliter l'ablation du matériel, mais pas trop longue pour éviter l'irritation sous-cutanée. En aucun cas cet impacteur ne peut être utilisé pour tourner la broche (32,37).



# **TECHNIQUE OPERATOIRE**

# TECHNIQUE OPERATOIRE AU COURS DE L'ECMES:

L'idéal est d'obtenir en fin d'intervention, deux broches disposées en arcs sécants dont les courbures sont opposées et dont la flèche des courbures est située au niveau du foyer de fracture, ainsi les broches se croisent au dessus et au dessous de la fracture.

## A-GENERALITES :

L'installation du patient dépend du site de la fracture, ainsi le membre traumatisé est préparé de façon stérile.

Selon le type d'embrochage choisi, l'incision cutanée est volontiers située en regard d'une métaphyse, c'est-à-dire à distance de la plaque de croissance. La perforation du cortex osseux est réalisée à la pointe carrée dirigée obliquement vers le foyer de fracture.

La broche montée sur la poignée en T est poussée progressivement dans le canal médullaire grâce à des mouvements de rotation alternatifs. Lorsque l'extrémité de la broche parvient au foyer de fracture il convient de l'orienter parfaitement de face et de profil vers le fragment opposé, de réduire la fracture, de la contrôler par la radioscopie de face et de profil et de pousser la broche à l'aide du marteau.

Une deuxième broche est montée de façon identique. La rotation de la première broche modifie la réduction de la fracture et peut aider le passage de la deuxième.

Les deux broches sont donc poussées dans la métaphyse opposée, et elles sont éventuellement tournées sur elles-mêmes afin d'obtenir une réduction parfaite de la fracture. Le foyer de fracture doit être impacté.

Au niveau de l'incision, les broches sont recourbées à environ 70° avant d'être sectionnées. Elles peuvent être repoussées modérément à l'intérieur du canal médullaire tout en conservant une portion extra osseuse suffisamment longue pour faciliter leur ablation.

## B- PRINCIPES TECHNIQUE :

Un certain nombre de gestes, de détails et de manœuvres sont communs quelque soit le type de fracture ou sa localisation(26,35).

### 1-Introduction des broches et guidage dans le canal médullaire:

L'incision cutanée débute à l'aplomb exact du futur point d'entrée, puis se prolonge en s'écartant du trait de fracture.

Les parties molles sont dissociées aux ciseaux perpendiculairement à la surface cutanée, en réalisant un chemin le plus direct possible vers l'os au travers du muscle. Une fois en contact avec la corticale la pointe des ciseaux recherche le sommet de la convexité.

La pointe carrée reprend alors le trajet ainsi créé, pour forer le trou d'entrée de la broche, d'abord perpendiculairement à l'os, puis progressivement, l'instrument est incliné pour que son trajet se rapproche le plus possible de l'axe de la diaphyse.

En effet:

- L'orifice doit se situer exactement à l'aplomb de l'extrémité proximale de l'incision, et au sommet de la convexité de la surface osseuse; ces repères sont faciles à retrouver.
- Il faut éviter de créer une importante chambre de décollement dans laquelle la broche risque de s'égarer.
- La pointe de la broche doit être présentée perpendiculairement au plan osseux, puis réorientée vers le haut une fois la corticale franchie.
- Amener le pointe parallèlement à la corticale, exclut toute possibilité de pouvoir pénétrer dans l'os.
- La pointe béquillée vient s'appuyer sur la corticale opposée sur laquelle elle glisse pour progresser vers le haut. La broche est poussée soit au marteau, soit à la main au moyen d'une poignée américaine en lui imprimant des mouvements de rotation axiale alternatifs.

### Problèmes techniques:

- La broche se plante dans la corticale opposée si sa pointe n'est pas assez béquillée ou si l'orifice n'est pas assez incliné.
- La broche ne coulisse pas si l'orifice d'entrée insuffisamment incliné fait une chicane, s'il n'est pas assez large, ou si elle n'est pas suffisamment cintrée.

## 2- Le franchissement du foyer:

- L'impossibilité de faire progresser la broche, problème fréquent, est due à plusieurs erreurs techniques.
- A fin de franchir aisément le foyer, il est préférable d'introduire en premier la broche qui se présentera naturellement en face du canal médullaire du second fragment.
- La progression est suspendue lorsque la pointe se trouve à quelques millimètres du trait de fracture, un contrôle scopique est effectué de face et de profil, de façon à vérifier qu'elle se présente bien en face du canal médullaire post-fracture.
- Si cela n'est pas le cas, elle doit être réorientée par torsion axiale, elle est ensuite poussée 3 à 4 cm au-delà du foyer de fracture.
- La deuxième broche peut maintenant être introduite. En regard de l'abord du foyer, sa pointe risque de sortir du canal médullaire, elle devra donc être réorientée par une rotation axiale de 180°, qui lui donnera une direction sensiblement identique à la précédente dont elle devra suivre la route.
- Une fois la fracture franchie, la deuxième broche sera à nouveau orientée par une rotation axiale de 180°, de façon à reprendre son trajet initial. Il faut prendre garde à effectuer cette manœuvre exactement en sens inverse de la précédente pour éviter d'enrouler la deuxième broche autour de la première.
- Les deux broches sont maintenant poussées le plus loin possible, mais sans entrer dans le spongieux métaphysaire. Tandis que la fracture est maintenue réduite le mieux possible par action sur la table orthopédique et manœuvres externes, les deux broches sont fichées dans le spongieux métaphysaire.

## Problèmes techniques:

La réduction est très partielle, la pointe de la broche ne se présente pas en face de la communication entre les canaux médullaire pré et post fracturaires. Par petits mouvements de rotation axiale de quelques degrés à chaque fois, la position de la pointe de la broche est modifiée, et contrôlée à chaque étape jusqu'à ce que, de face et de profil son orientation soit parfaite, elle peut être alors poussée au travers du foyer.

### 3- Terminer l'embrochage:

Dans le plan frontal, une anomalie axiale sera corrigée en inversant la direction de la broche parallèle au défaut de façon à ce que sa convexité vienne s'opposer à l'angulation du foyer.

Par exemple, s'il persiste un varus, la broche interne varisante, retournée de 180°, inverse sa force de rappel et devient valgisante.

Dans le plan sagittal, ce sont les deux broches qui seront réorientées en restant symétriques par rapport à l'axe de l'os.

La fin de l'intervention est très importante car elle va permettre de fixer la correction. Mal réalisée, elle risque de maintenir un défaut, ou de laisser une trop grande instabilité.

#### 4- Les corrections d'axes:

Lorsque les broches sont convenablement positionnées, il arrive, qu'un défaut de correction persiste, généralement celui-ci n'est pas très important, et il peut être corrigé par manipulation endo-médullaires.

#### 5- La section des broches:

- Une fois le montage terminé, les broches doivent être coupées suffisamment courtes pour ne pas irriter la peau, mais également pas trop rasés afin de pouvoir les saisir facilement lors de leur ablation. Il ya là un juste milieu qui n'est pas toujours évident de trouver.
- Les broches sont habituellement coudées à angle droit au niveau de l'orifice d'entrée, coupées, puis au moyen d'un poussoir, l'angle crée est repoussé dans la métaphyse, assurant ainsi un appui sur la corticale qui empêche la migration de broche, et l'impaction dans le foyer.

#### **Problèmes techniques:**

Les défauts de réduction, ou une trop grande instabilité sont les principaux problèmes rencontrés, en voici les principales causes:

- Broches de trop petit calibre, ou de calibres différents.
- Broches insuffisamment cintrées, ou cintrage asymétrique.
- Points d'entrée trop proches du foyer de fracture, ou situés à des niveaux différents.
- Broches enroulés l'une autour de l'autre.
- Mauvaise orientation des pointes des broches.

## C-APPLICATION DE LA TECHNIQUE OPERATOIRE SUR LES FRACTURES DIAPHYSAIRE DU FEMUR :

Le type de montage doit être déterminé avant l'installation du patient, ascendant pour les fractures situées au-dessus du 1/4 inférieur, descendant pour les fractures du 1/4 inférieur (26,32,35,38).

### TECHNIQUE DE L'EMBROCHAGE ASCENDANT

Pour le fémur, le plus classique est dit "montage bipolaire ascendant" ou rétrograde.

a-Analgésie préopératoire: Le bloc crural

Les racines nerveuses issues de L2 L3 se réunissent pour former le nerf crural, traversent le psoas et rejoignent l'artère et la veine fémorales qui émergent dans une gaine commune sous l'arcade crurale; L'injection, à ce niveau, d'un anesthésique local entraîne un bloc réversible de la conduction périphérique constituant l'anesthésie locorégionale. Il est recommandé en analgésie préopératoire pour les fractures de la diaphyse fémorale et les fractures du 1/3 inférieur du fémur.

Les solutions anesthésiques utilisées sont la Lidocaine 2 % + la bupivacaine 0,5% ; les posologies chez l'enfant sont 2 mg /kg (0,1ml/kg) de Lidocaine 2% + 2mg/kg (0,2ml/kg) de bupivacaine 0,5%. Le délai d'action est de cinq à 15 minutes et la durée d'action est de six à 10 heures.

#### b-Installation:

Il est difficile d'installer un enfant sur une table orthopédique. La meilleure solution pour pouvoir appliquer une traction efficace consiste à ne pas utiliser les chaussures, et à fixer le pied et la jambe sur la semelle de traction à la manière d'une traction collée.

Le pied, emballé dans un bandage compressif assez serré, est fixé sur la semelle au moyen de bandes adhésives inextensibles. Puis deux autres bandes larges passant sous la semelle sont fixées de part et d'autre de la jambe.

La disposition sur la table orthopédique doit permettre d'obtenir un contrôle radiologique per-opérateur de face et de profil, avec un ou deux amplificateurs de brillance (36,39).

Sous traction, il faut chercher à obtenir une réduction stable, ou à défaut garder en mémoire la manœuvre externe utile pour aligner extemporanément les fragments.

Le membre inférieur est alors drapé stérilement depuis le genou jusqu'au niveau du pli de l'aîne de façon à pouvoir contrôler la cuisse sur toutes ses faces, ceci dans la prévision de manipulations de réduction. La palpation du grand trochanter permet d'objectiver la position en rotation volontiers externe du fragment proximal ce qui oblige alors à tourner le fragment distal également en rotation externe.

La qualité de la réduction est souvent appréciée par l'engrenage des différentes aspérités du foyer de fracture (36,39).

### c-Introduction des broches:

Le point d'introduction se situe environ 2cm au-dessus du cartilage conjugal fémoral distal, ceci afin d'éviter d'endommager le cartilage de croissance. Ce point peut être repéré en déposant une broche transversalement sur le fémur et en contrôlant sa position sous amplificateur.

L'abord de la métaphyse fémorale inférieure est fait par deux incisions cutanées: un abord interne passant entre le vaste interne et les adducteurs, et un abord externe passant à travers le fascia latta. Le périoste est décollé sur une faible surface.

Une incision de 4 cm paraît convenable, elle doit se situer exactement en face du sommet de la convexité fémorale, débutant au niveau du futur orifice d'entrée et se prolongeant vers le bas de façon à permettre l'inclinaison de la broche (36).

La première broche, montée sur une poignée américaine, est introduite dans la médullaire et poussée à la main ou au marteau jusqu'au foyer de fracture. Après d'éventuelles manoeuvres de réduction, elle franchit le foyer de fracture, sous contrôle de l'amplificateur de brillance.

L'accrochage du segment fémoral proximal par la broche est favorisé par le béquillage de l'extrémité de celle-ci, qui peut être orienté par des manoeuvres de rotation de la poignée américaine. La broche est alors montée jusqu'au massif cervico-trochantérien. Pendant toute cette phase, le segment extérieur de la broche est régulièrement <<recintré>> afin de compenser la perte de courbure due aux manipulations.

L'introduction de la seconde broche, symétrique de la première, ne pose habituellement pas de difficulté, la réduction du foyer de fracture étant stabilisée.

Les deux broches sont alors tournées jusqu'à obtenir une divergence maximale de leurs extrémités fémorales supérieures. Lorsque le montage semble satisfaisant, les broches sont enfoncées au marteau dans le massif cervicotrochantérien, la broche externe dans le grand trochanter, et la broche interne dans le col fémoral.

d-Derniers réglages:

L'embrochage est réalisé tel qu'il est décrit au paragraphe précédant.

La fracture est réduite, et la réduction est contrôlée de face et de profil, tout défaut persistant doit être corrigé. Puis la base des broches est coudée à angle droit, l'angle ainsi créé est poussé dans l'orifice cortical, enfin les broches sont sectionnées, assez courtes pour ne pas irriter les parties molles, assez longues pour pouvoir être retrouvées.

Après fermeture cutanée, le genou est fléchi à angle aigu de façon à permettre aux fibres des vastes de coulisser sur les broches; ceci favorise la reprise de la mobilité postopératoire.

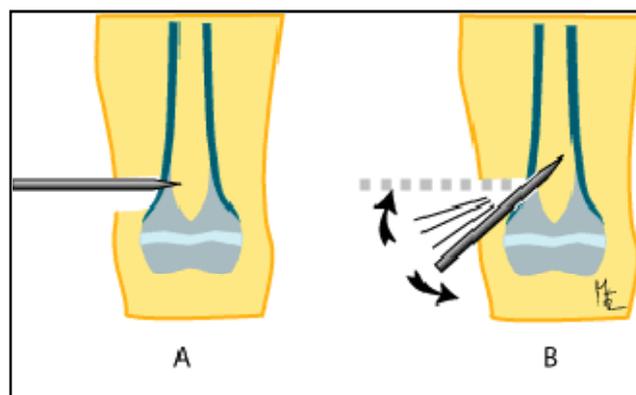
L'intervention se termine par la confection d'un pansement compressif englobant la cuisse et le genou.

e-Soins postopératoire immédiats:

Aucune immobilisation postopératoire complémentaire n'est nécessaire. Le blessé est replacé dans son lit, le membre traumatisé surélevé sur un coussin.

La rééducation est débutée le lendemain de l'intervention par des exercices de contractions statiques du quadriceps. La verticalisation, sans appui, est autorisée dès que le patient est capable de décoller le membre lésé du plan du lit.

Figures montrant les principes techniques au cours d'un embrochage ascendant (41):



*Figure 16 : Introduction des broches et guidage dans le canal médullaire.*

La broche est introduite, d'abord perpendiculairement à l'os (A), puis progressivement, l'instrument est incliné pour que son trajet se rapproche le plus possible de l'axe de la diaphyse (B).

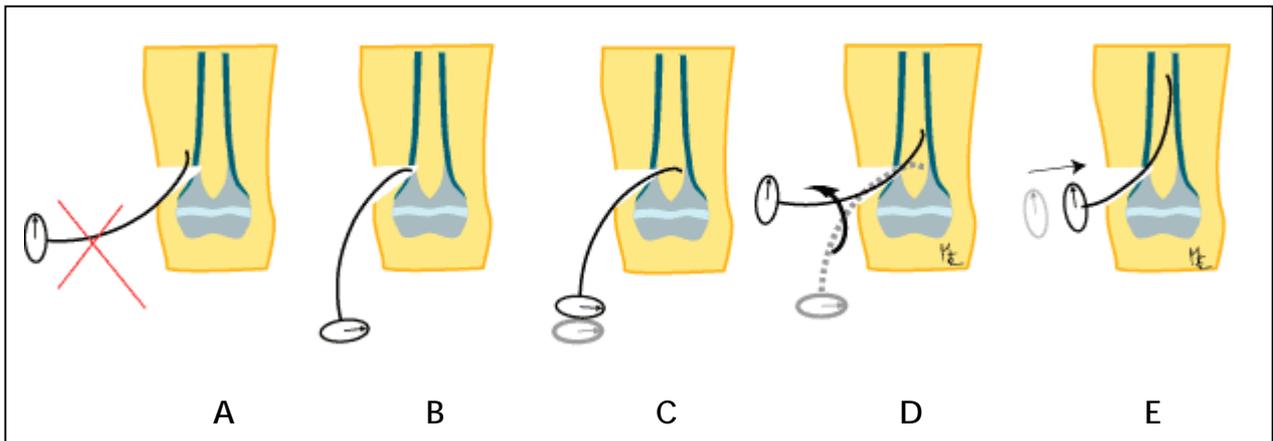
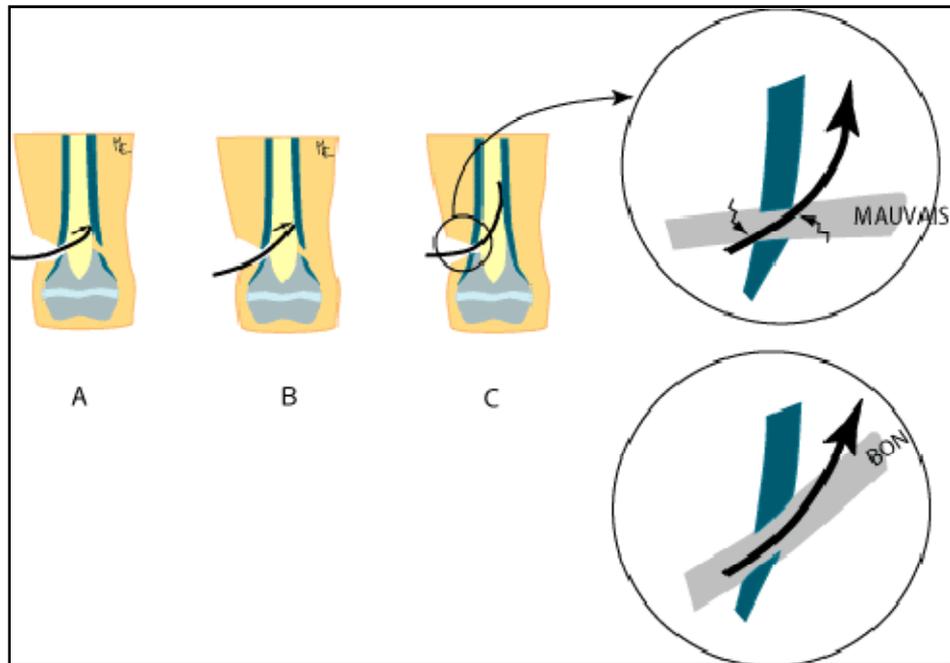


Figure 17 : Introduction de la broche et guidage dans le canal médullaire.

- Amener la pointe parallèlement à la corticale (A) ne permet pas la pénétration dans l'os.
- La pointe de la broche est présentée perpendiculairement au plan osseux (B-C), puis réorientée vers le haut (D) une fois la corticale franchie.
- La pointe béquillée vient s'appuyer sur la corticale opposée sur laquelle elle glisse pour progresser vers le haut (E).



*Figure 18 :*

- Si l'orifice d'entrée n'est pas assez incliné, la broche se plante dans la corticale opposé (A).
- Si la pointe de la broche n'est pas assez béquillée, celle-ci se plante dans la corticale (B).
- Si l'orifice d'entrée insuffisamment incliné fait une chicane, s'il n'est pas assez large, ou si elle n'est pas suffisamment cintrée La broche ne coulisse pas (C).

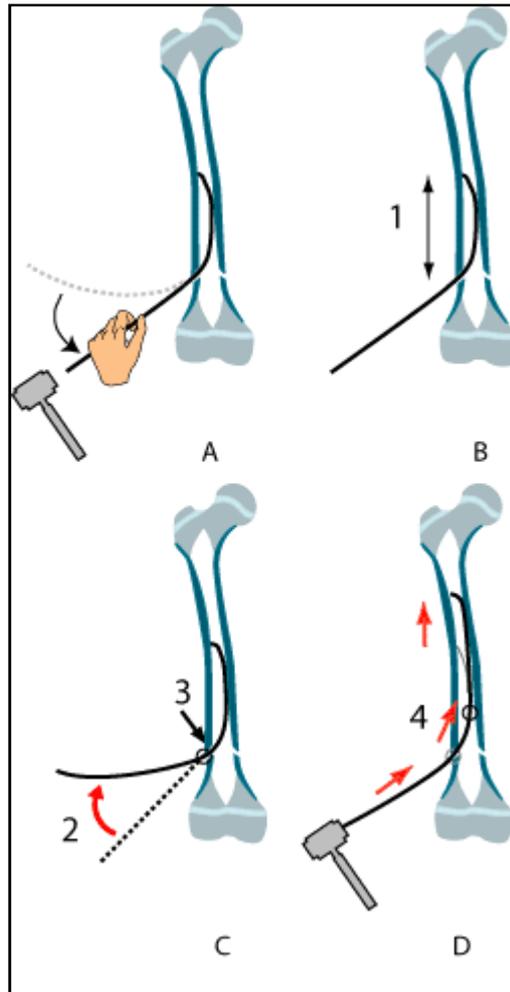


Figure 19 :

- Tenir la broche rectiligne (A), ou la cintrer in situ car la courbure de la broche absorbe les coups de marteaux qui deviennent inefficaces.
- Seule la pointe de la broche qui est courbée (B1).
- Une fois la broche introduite sur quelques cm, l'orifice d'entrée est utilisé comme point d'appui (C2).
- L'angle ainsi créé (C3), est poussé à l'intérieur du canal médullaire de quelques centimètres (D4).

## Le franchissement du foyer

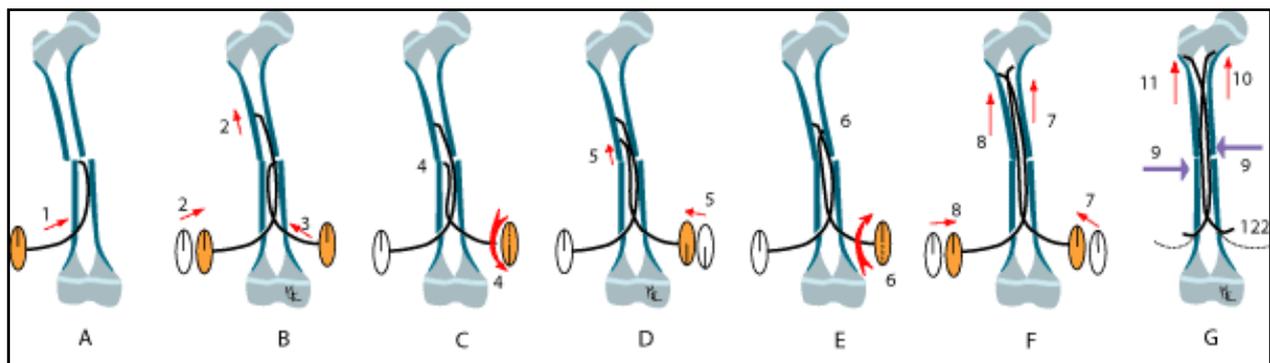


Figure20:

- Introduire la broche qui se présentera en face du canal médullaire du second fragment (A1).
- La broche est ensuite poussée 3 à 4cm au-delà du foyer de fracture (B2).
- La deuxième broche est introduite (B3).
- Réorienter la broche par une rotation axiale de 180°, si sa pointe risque de sortir du canal médullaire(C4), ce qui lui donnera une direction identique à la précédente (D5).
- Une fois la fracture franchie, la deuxième broche sera à nouveau orientée par une rotation axiale de 180° (E6) de façon à reprendre son trajet initial.
- Les deux broches sont poussées le plus loin possible, mais sans entrer dans le spongieux métaphysaire (F7 et F8).
- Tandis que la fracture est maintenue réduite le mieux possible par action sur la table orthopédique et manoeuvres externes (G9), les deux broches sont fichées dans le spongieux métaphysaire (G10 et G11).

## Les Problèmes :

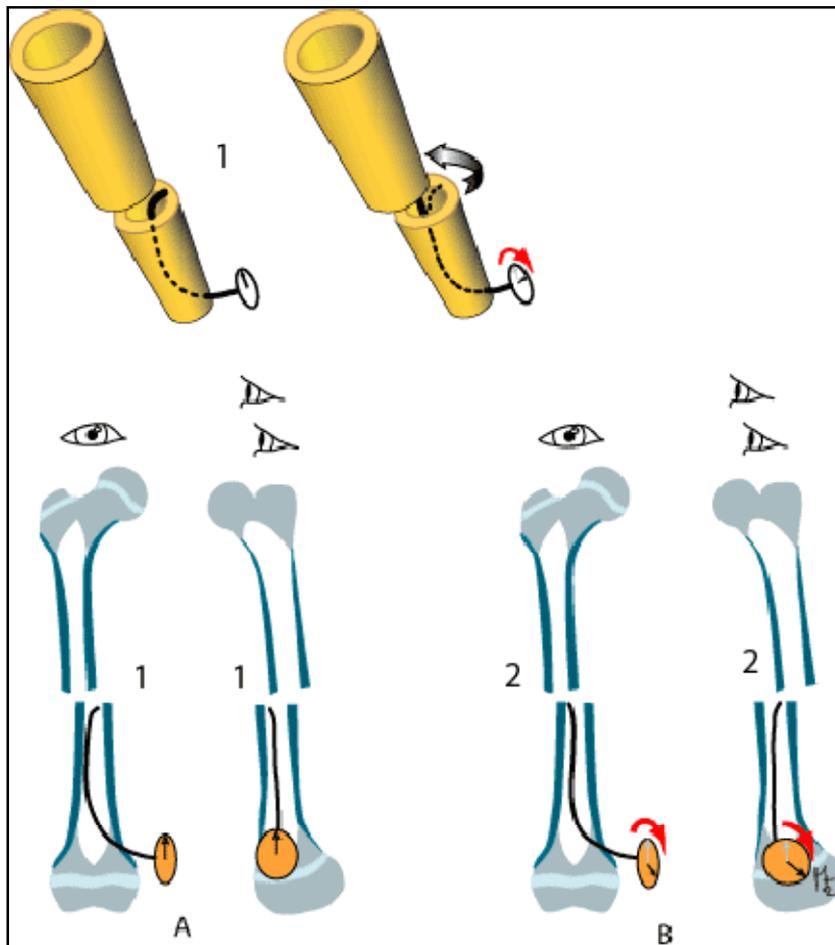
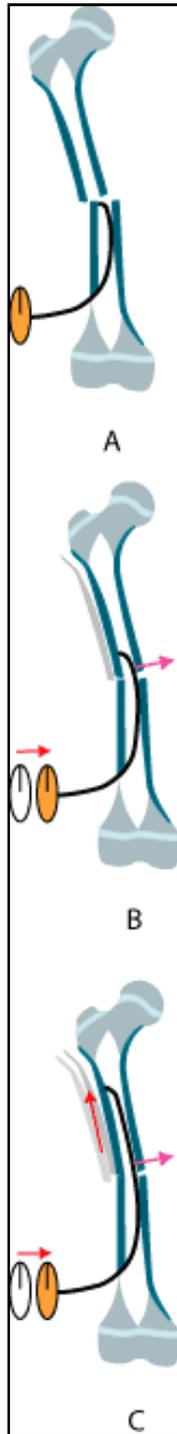


Figure 21:

- En cas de réduction partielle, la pointe ne se présente pas en face de la communication entre les canaux médullaires pré et post fracturaires (A 1).
- Des mouvements de rotation axiale modifient la position de la pointe de la broche, jusqu'à ce que son orientation soit parfaite (B2).



*Figure 22: La progression de la première broche corrige une partie de la translation.*

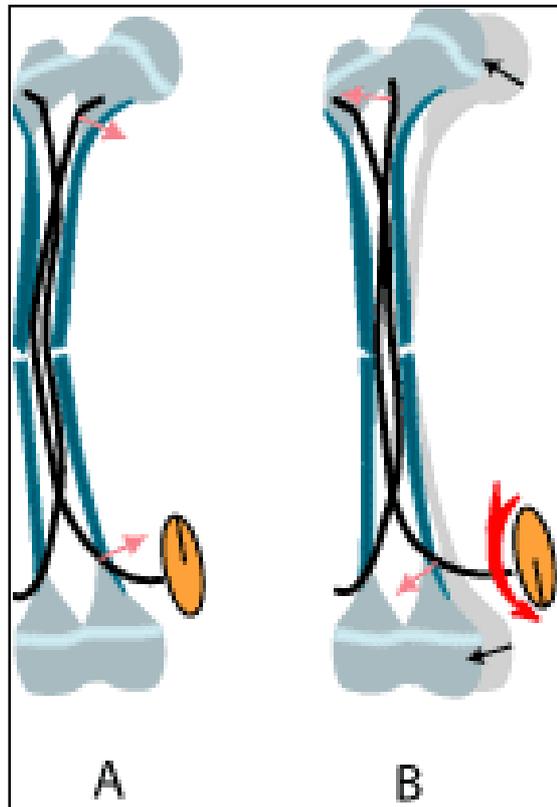


Figure 23 :

- Une anomalie axiale sera corrigée en inversant la direction de la broche parallèle au défaut de façon à ce que sa convexité vienne s'opposer à l'angulation du foyer.
- La broche interne varisante, retournée de 180°, inverse sa force de rappel et devient valgisante (B). Un valgus sera corrigé par une inversion de la broche externe.

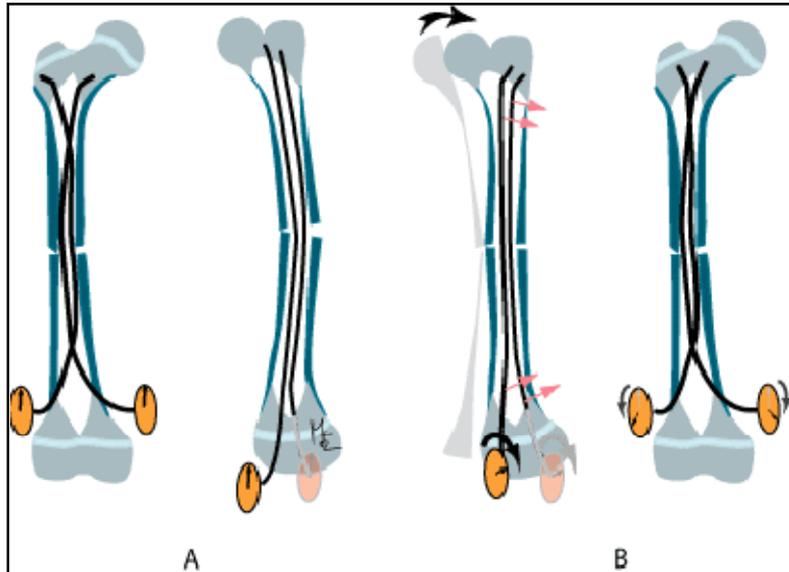


Figure 24 :

Dans le plan sagittal, ce sont les deux broches qui seront réorientées en restant symétriques par rapport à l'axe de l'os.

La section des broches :

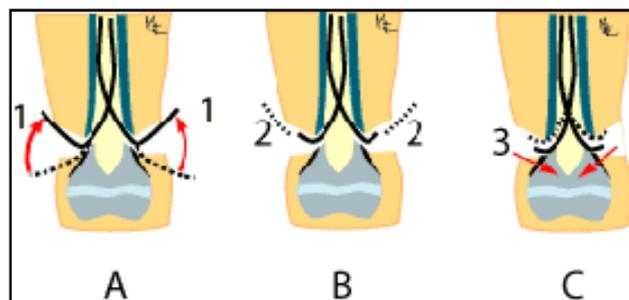


Figure 25:

Les broches sont coudées à angle droit au niveau de l'orifice d'entrée (A1), coupées (B2), puis l'angle créé est repoussé dans la métaphyse (C3), assurant ainsi un appui sur la corticale.

## TECHNIQUE DE L' EMBROCHAGE DESCENDANT :

Indiqué en cas de fractures diaphysaires basses (24). Ce montage assure une meilleure stabilité que l'ECMES ascendant pour les fractures distales sur le fémur (le 1/3 inférieur de l'os), la zone de contact entre l'os et la broche étant insuffisante pour stabiliser le fragment distal.

Le patient est installé sur table orthopédique, et la fracture est réduite comme précédemment.

Les broches ne sont pas introduites en percutané, un court abord de la région sous-trochantérienne est préférable, il permet de forer à la mèche deux orifices distincts superposés (dans le même plan horizontal, ils risqueraient de fragiliser le fémur).

La première broche longe la corticale externe de l'os, 1 cm avant le trait de fracture, elle est réorientée, poussée au travers du foyer, puis à nouveau dirigée en dehors.

La deuxième broche est introduite de la même façon. Elles sont ensuite orientées de sorte que leur pointes divergent, et regardent légèrement vers l'arrière.

La fracture est alors réduite, puis chaque broche est poussée dans l'épiphyse afin d'assurer une bonne stabilité du fragment fémoral distal. Il n'y a aucun risque à perforer un cartilage conjugal au moyen de deux broches, mais il ne faut pas répéter la manœuvre plusieurs fois en des endroits différents.

La traction est relâchée, les broches sont réorientées en fonction de la correction obtenue, puis coudées à 90° et sectionnées.

Figures montrant les principes techniques au cours d'un embrochage descendant(41):

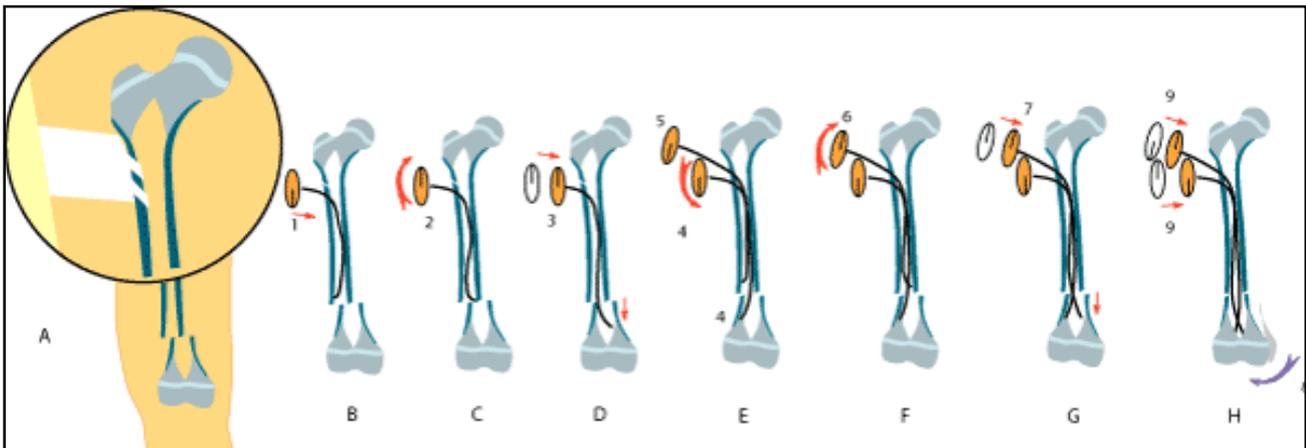


Figure 26: Introduction des broches.

- L'abord de la région sous trochantérienne (A).
- La première broche longe la corticale externe de l'os (B), puis elle est réorientée (C).
- La broche est poussée au travers du foyer(D3), puis dirigée à nouveau en dehors (E4).
- La deuxième broche est introduite de la même façon (E5, F6).
- Les broches sont orientées de sorte que leurs pointes divergent(G7).
- Chaque broche est poussée dans l'épiphyse (H9).

### En pratique: ECMES ascendant ou descendant?

Les fractures du tiers proximal bénéficient d'un ECMES ascendant à l'aide de deux broches introduites 4 à 5 cm au-dessus de la physe distale et poussées vers le col fémoral.

Les fractures du tiers moyen bénéficient également d'un ECMES ascendant, les broches étant introduites 3 à 4 cm au-dessus de la physe distale et poussée dans l'os spongieux métaphysaire sans forcément chercher à pénétrer dans le col fémoral.

Pour les fractures du tiers distal un ECMES ascendant est possible mais plus difficile, le point d'entrée des broches doit être situé plus près de la physe distale et leur saillie expose volontiers aux lésions sous cutanées.

Le cintrage des broches est fait en même temps que leur introduction dans l'os afin d'obtenir un ventre en regard du foyer de fracture et un croisement des deux implants au-dessous de la fracture.

Une alternative est l'embrochage antérograde avec introduction de deux broches au-dessous du grand trochanter par un seul abord cutané externe et deux perforations corticales.

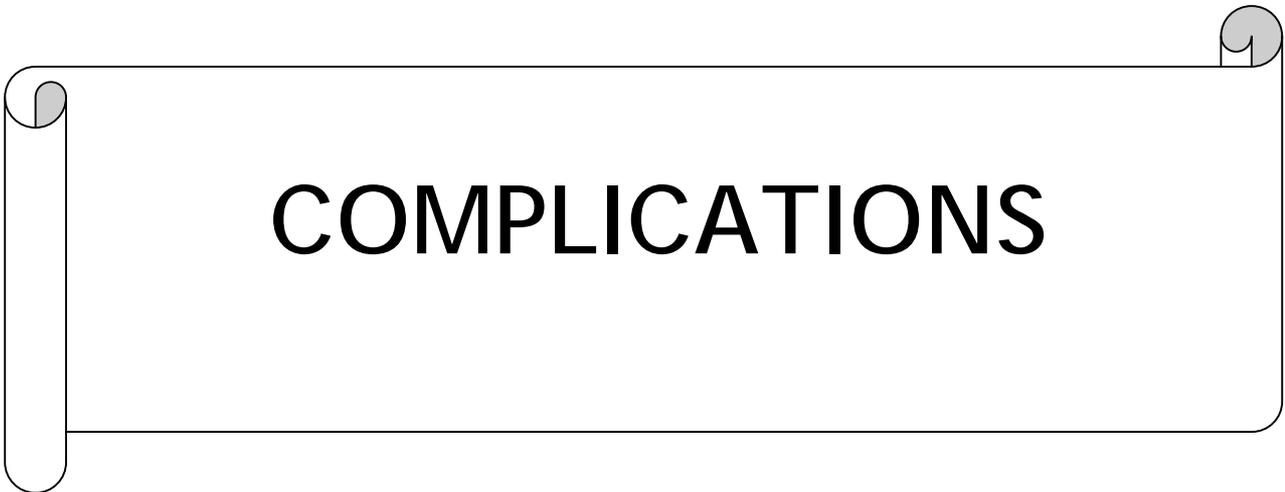
Dans certaines de ces fractures, surtout lorsqu'un troisième fragment est présent il peut se révéler impossible de passer la broche dans le fragment opposé si bien qu'un poinçonnage ou un court abord chirurgical au niveau de la fracture est utile au guidage de l'implant.

En fin d'intervention, l'impaction du foyer de fracture est indispensable avant la recoupe et l'impaction finale des broches. Si un diastasis persiste, lors d'une fracture transverse l'effet d'allongement postopératoire en sera d'autant majoré.

S'il s'agit d'une fracture oblique ou spiroïde longue à fortiori avec un troisième fragment elle se raccourcira après remise au lit de l'enfant et induira une soi-disant migration des clous responsable d'une saillie des broches.

L'impaction est donc nécessaire à la stabilisation du montage au risque d'obtenir un effet de raccourcissement initial de 1cm.

Enfin le genou est mobilisé en flexion et en extension avant d'assurer le bondage.



# COMPLICATIONS

## INTRODUCTION :

La technique de l'ECMES est maintenant arrivée à la maturité, datant en France de la fin des années 1980 sous l'impulsion de l'école de Nancy.

Elle est dorénavant adoptée partout dès lors que l'on dispose d'une imagerie préopératoire.

L'ECMES respecte les impératifs biologiques décrits pour la consolidation osseuse. L'hématome est conservé ,le périoste, hormis les dégâts liés à la fracture, n'est pas détruit.

L'élasticité du montage assure les micromouvements nécessaires à la stimulation périostée et à la consolidation. Les broches ne remplissent pas toute la cavité médullaire et ne gênent pas le cal endosté.

La stabilité du montage est assurée dans les trois plans (frontal, sagittal et rotatoire) . La rotation est contrôlée par l'ancrage médullaire des extrémités béquillées.

L'ECMES a la réputation justifiée d'être une technique sûre. Les complications sont rares mais possibles, dans la majorité des cas elles sont bénignes mais parfois graves ,elles peuvent être mécaniques, infectieuses ou un défaut de consolidation.

## 1-L'infection :

### *a-généralités :*

Rare mais elle doit être redoutée car elle est la complication la plus grave.

Pour tout traumatisé et notamment celui présentant une fracture du fémur, outre les facteurs de risques infectieux propres à chaque patient (antécédent d'infection locale, diabète, obésité ) s'ajoutent des facteurs spécifiques au traumatisme (ouverture cutanée, lésions vasculaires ou tissulaires ) et au traitement réalisé (Saillie des broches entraînant des perforations cutanées, geste chirurgical, contamination du trajet de broche).(29)

Le risque augmente si la fracture survient dans un cadre de polytraumatisé car de nouveaux facteurs s'ajoutent(30) ; gravité du traumatisme ; durée d'hospitalisation prolongée en USI ; transfusions sanguines multiples.

### *b-clinique :*

L'infection peut se manifester sous diverses formes

\*précoce aigüe sous forme d'une collection inflammatoire, une reprise permet le nettoyage et l'isolation du germe responsable.

\*elle peut être retardée de quelques semaines alors que le patient a quitté le service. Les signes cliniques peuvent être frustes se résumant à une douleur locale sans signes inflammatoires locaux ou généraux. Outre le bilan inflammatoire perturbé (VS ,CRP) ;des signes radiologiques sont assez évocatrices(retard de consolidation, ostéolyse ,chambre de décollement autour du broche).La reprise chirurgicale s'impose avec deux objectifs :biologique reposant sur le nettoyage, la couverture et l'isolation du germe ; et mécanique reposant sur la stabilisation du foyer fracturaire.

\*Elle peut être enfin très tardive prenant l'aspect de pseudarthrose ,ostéite, fistulisation chronique. La stratégie thérapeutique dépend de nombreux facteurs comme l'état de consolidation, l'importance des pertes et l'état des enveloppes.

#### *c-prévention :*

La prévention reste la méthode thérapeutique de choix des infections, parmi ses mesures

\*l'antibioprophylaxie adapté aux conditions locales et aux gestes réalisés selon les critères de la Société Française d'Anesthésie et Réanimation.

\*Une fixation précoce en particulier chez les patients à risques

## 2-Broche saillantes

L'extrémité des broches doit être toujours palpable,car une longueur suffisante à l'ablation du matériel doit être respecté.

Afin de limiter les inconvénient liés à cette nécessité, plusieurs points sont retenus :

- impacter le foyer de fracture avant la recoupe de broches.
- assurer une coupe de broche à l'aide d'un pince guillotine à coupe mousse.
- utilisation de broches de longueur définie dont l'extrémité est ronflée ou arrondie tel que le clou de NANCY.
- utilisation de capuchons intra-osseux vissé développé par l'Association pour l'Ostéosynthèse.

La recoupe de broche est parfois nécessaire.

### 3-Pseudarthrose et retard de consolidation :

#### *a-Définition :*

On parle de pseudarthrose quand il persiste une mobilité inter-fragmentaire et qu'il est avéré que le traitement institué n'amènera pas à la consolidation, ceci après 6 mois du traumatisme pour les os long.

#### *b-Facteurs conduisant à la pseudarthrose :*

Les facteurs qui conduisent à une pseudarthrose sont deux types : biologiques et mécaniques(42)

- l'ouverture du foyer provoquant la fuite de l'hématome fracturaire et augmentation du risque infectieux.
- l'ostéosynthèse à foyer ouvert provoque la perte de l'hématome fracturaire et le déperiostage du foyer.
- l'imperfection du geste thérapeutique en particulier le maintien d'un écart interfargmentaire, aggravation du trait de fracture, l'instabilité du montage, défaut de réduction.
- association lésionnelle modifiant le délai et le mode de prise en charge.

A ses deux facteurs principaux s'ajoute l'infection. Elle doit être cherchée tout au long de l'examen dès l'anamnèse. Le bilan biologique cherche à évaluer un processus infectieux, qui modifie profondément la prise en charge au terme des prélèvements bactériologique et histologique qui sont effectués dans la majorité des cas pour différencier entre l'origine septique ou aseptique de la pseudarthrose.

### *c-types de pseudarthrose :*

Il est habituel de distinguer les pseudarthrose selon la trophicité des extrémités osseuse sur les radiographies. On parle alors de pseudarthrose hypertrophique (d'origine mécanique principalement) ou atrophique (d'origine biologique principalement)

- la pseudarthrose hypertrophique est caractérisée par des extrémités osseuses élargies bien vascularisées .
- la pseudarthrose atrophique se caractérise par des extrémités serrées, mal vascularisées avec une ostéoporose et ou sclérose des fragments.

### *d-Démarche diagnostic :*

Cliniquement la pseudarthrose doit être évoquée devant la persistance d'une douleur mécanique au niveau de la fracture, ainsi qu'une mobilité inter-fragmentaire (pas toujours facile a percevoir).

Sur le plan radiologique, outre le maintien du trait dont les berges ont tendance a se résorber en se densifiant, on constate souvent des modifications traduisant la mobilité du montage, la radiographie standard permet également de faire différence entre pseudarthrose atrophique ou hypertrophique

Les simples radiographies de face ne suffisent pas toujours, il faut alors chercher l'incidence radiographique qui est perpendiculaire et met en évidence la solution de continuité. Le scanner et l'imagerie par résonance magnétique permettent de juger la vitalité osseuse.

### *e-Principe du traitement :*

Le type de traitement dépend essentiellement du type de pseudarthrose :

- le type atrophique est d'origine biologique réclame l'apport osseux

- le type hypertrophique plutôt d'origine mécanique requiert un geste de stabilisation.

f-prévention en cas d'ECMES :

- respecter le périoste et l'hématome fracturaire.
- en cas d'ouverture du foyer on doit déperioster au minimum.
- si on l'ouverture est importante on doit changer le moyen de fixation.

#### 4-Le déplacement secondaire :

Un déplacement secondaire peut survenir, l'embrochage étant réalisé en position allongé ou sous traction, ce qui explique l'importance de l'impaction de la fracture et des implants en fin d'intervention.

En cas de déplacement, il peut être nécessaire de reprendre le montage en changeant simplement l'orientation d'une broche ou en la remplaçant.

Notons qu'un défaut technique est le plus souvent responsable du déplacement secondaire, l'erreur la plus retrouvée étant l'insuffisance de diamètre de broches.

#### 5-cal vicieux :

Le cal vicieux constitue une des complications peu fréquentes. Il est cité dans la littérature du fait d'une part du contrôle difficile de cette technique à foyer fermé, d'autre part liées à la disparité du calibre des broches utilisées, car cela produit des forces inégales entraînant une angulation dans le sens de la broche la plus large.

Les ostéosynthèses centromédullaires réalisées à foyer fermé, peuvent en générer dans un des trois plans de l'espace. Le cal vicieux est secondaire à un défaut initial de réduction ou à un déplacement secondaire. Son retentissement à court et à long terme est directement lié à son importance quantitative et à la diaphyse concernée.

Les cals vicieux les plus fréquents sont les raccourcissements entraînant boiterie et attitude scoliotique. Les cals vicieux angulaires frontaux des diaphyses fémorales retentissent à long terme sur un des compartiments fémoro tibiaux.

Le retentissement est d'autant plus précoce que l'angulation diaphysaire siège près du genou. Les cals vicieux dans le plan sagittal sont mieux tolérés lorsqu'ils sont isolés ; associés à une déviation en varus ou en valgus, ils accentuent le retentissement articulaire.

L'évaluation exacte d'un cal vicieux diaphysaire repose sur une analyse radiologique précise, en particulier en tomodensitométrie, seule capable de mettre en évidence un trouble rotatoire associé à une anomalie front-sagittale.(44)

## 6-La raideur articulaire :

Si les points d'introduction osseux et la recoupe des broches respectent les recommandations, il n'y a pas de raison pour qu'une raideur du genou apparait.

Elle est en effet souvent due à des broches recourbées qui entrent en conflit musculaire avec les muscles vastes ou à un point d'entrée trop distal à travers la capsule articulaire.

La limitation de la flexion et extension ;en général est transitoire, elle disparaît après l'ablation des broches.

## 7-Difficultés technique :

Ne sont pas des complications au sens propre du terme mais non résolues peuvent être responsable de certaines complications

a-difficultés de réduction :

L'installation sur table orthopédique avec une bonne traction entraîne en général peu de souci de réduction.

Même si les fragments ne sont pas parfaitement alignés, il ne sera pas difficile de passer le foyer en dirigeant les broches.

Les manœuvres externes temporaires réduisent les fractures et facilitent le passage des broches.

Un abord chirurgical est cependant parfois nécessaire en particulier dans les fractures de tiers distal ou avec un long troisième fragment, pour lesquelles il est impossible de créer un cintrage permettant de traverser le foyer.

Une courte incision est suffisante, permettant la réduction du foyer et le passage des implants, aussi l'aide d'un poinçon percutané de réduction qui appuie directement sur l'os réalisant une réduction en le repoussant.

b-fausse route du matériel :

Lors de l'introduction de la broche, le risque est faible à condition de faire un trou suffisamment important à la pointe carrée.

Il faut bien palper l'os avec la pointe de la broche, la fausse route est rapidement détectée et sa correction est facile.

Lors du passage du foyer ,il faut toujours s'assurer du trajet de la broche à l'aide d'une radiographie de face et profile vraie.

Les fractures comminutives ou spiroïdes présentent plus de risque de fausse route dans les parties molles.

Le foyer de fracture doit être franchi pas à pas ,en orientant la broche au fur et mesure à l'aide de l'amplificateur de brillance.

## LIMITES ET CONTRE INDICATIONS :

L'âge supérieur d'indication de l'ECMES est indiqué en fonction de la maturité squelettique, du poids de l'adolescent. Les clous traditionnels plus ou moins verrouillés et leurs points d'entrée sont dangereux à cet âge avec un risque de nécrose de tête de fémur ou de pseudarthrose du col du fémur.

Les fractures ouvertes stade III sont préférablement traitées par fixateur externe après parage soigneux.

Pour certaines fractures de fémur associées à une fracture du tibia dans le cadre d'un genou flottant avec complications vasculaire, il est préférable de poser un fixateur externe.

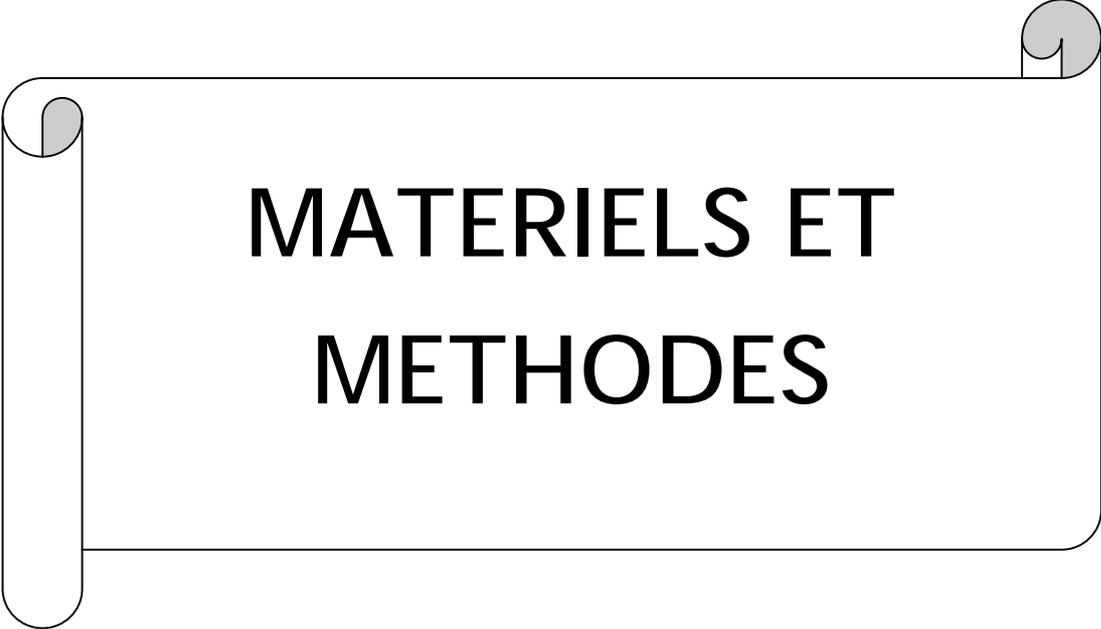
Le trait de fracture long spiroïdal avec refond articulaire présente une limite de l'ECMES.

Le poids de l'adolescent constitue également une limite à l'ECMES.

## CONCLUSION :

Les fractures de la diaphyse fémorale restent fréquentes chez l'enfant, l'ECMES est la technique de choix des que l'enfant est trop âgé pour un traitement orthopédique ou trop jeune pour un clou centromédullaire verrouillé.

Relativement aisé à mettre en place, pour une fracture oblique simple ou transverse, l'ECMES peut devenir très difficile à effectuer dans le cadre d'une fracture comminutive ou d'une grande spire ;pourtant les complications de cette technique sont possibles parfois graves mais rares et par comparaison avec d'autre techniques d'ostéosynthèse ,c'est la technique de choix.



# **MATERIELS ET METHODES**

## A-PRESENTATION DE LA SERIE

Nous rapportons l'expérience du service chirurgie pédiatrique du CHR ELFARABI de Oujda concernant les fractures diaphysaires du fémur chez l'enfant traités par l'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) sur une durée de 4 ans s'étalant de janvier 2010 jusqu'au décembre 2013.

Durant cette période nous avons colligé 17 cas, dont 15 dossiers étaient exploitables.

Notre travail a consisté en l'exploitation des données épidémiologiques, cliniques, radiologiques, la technique opératoire, l'évolution, et surtout une analyse des complications.

### 1- Les critères d'inclusion :

Cette étude a intéressé tous les cas de fractures de la diaphyse fémorale traités au service par embrochage centromédullaire élastique stable

### 2 - Les critères d'exclusion :

Les cas de fractures du diaphyse fémorale traités orthopédiquement ou par une technique chirurgicale autre que l'embrochage centromédullaire élastique stable.

## B-METHODE D'ETUDE :

### Constitution d'une fiche d'exploitation :

Cette étude rétrospective a été effectuée en se basant sur une fiche constituée de 16 critères :

L'identité, l'âge, les antécédents, l'agent causal, le mécanisme, le délai de consultation et de chirurgie, la clinique, la radiologie précisant le trait et le siège de la fracture, les lésions associées, le traitement utilisé, le suivi, l'ablation du matériel, les complications et enfin le recul.

FICHE D'EXPLOITATION

TRAITEMENT CHIRURGICALE DES FRACTURES DE FEMUR PAR ECMES

Nom: Prénom:

Age: Origine:

Adresse: Tel:

ATCD:

-Médicaux: oui: non: si oui:

-Chirurgie: oui: non: si oui:

TRAUMATISME:

-AVP: Chute: Agression:

MECANISME:

Direct: Indirect:

DELAI:

Consultation: Chirurgie:

CLINIQUE:

Œdème: Ecchymose: Déformation:  
Ouverture cutanée: non: oui: stade Cauchois Duparc: I II III  
Lésions vasculo-nerveuses: non: oui:

RADIOLOGIE:

Trait:

Transverse: Oblique Spiroïde:

Siège:

1/3 sup: 1/3 moy: 1/3 inf. :

Suscondyliène:

LESIONS ASSOCIEES:

Fracture:

Bassin: Jambe: Humérus: 2 os avant bras:

Lésions:

Traumatisme:

Crânien: Thoracique: Abdominal: Rachis:

Polytraumatisme:

TRATEMENT:

ECMES ascendant:

ECMES descendant:

ECMES mixte:

Taille de broches:  
marche:

Type de broche :

Date de la

SUIVI:

Contrôle:

1ère semaine: 1 mois: 3 mois: 6 mois: 1  
an:

Déplacement secondaire:

oui: non:

Ablation du matériel:

délai: Délai de consolidation:

COMPLICATIONS :

Broche saillantes:

Ostéoarthrite:

Refacture:

Cal vicieux:

Pseudarthrose:

Inégalité de longueur:

Raideur du genou:

Recul:..... mois

Autres:.....

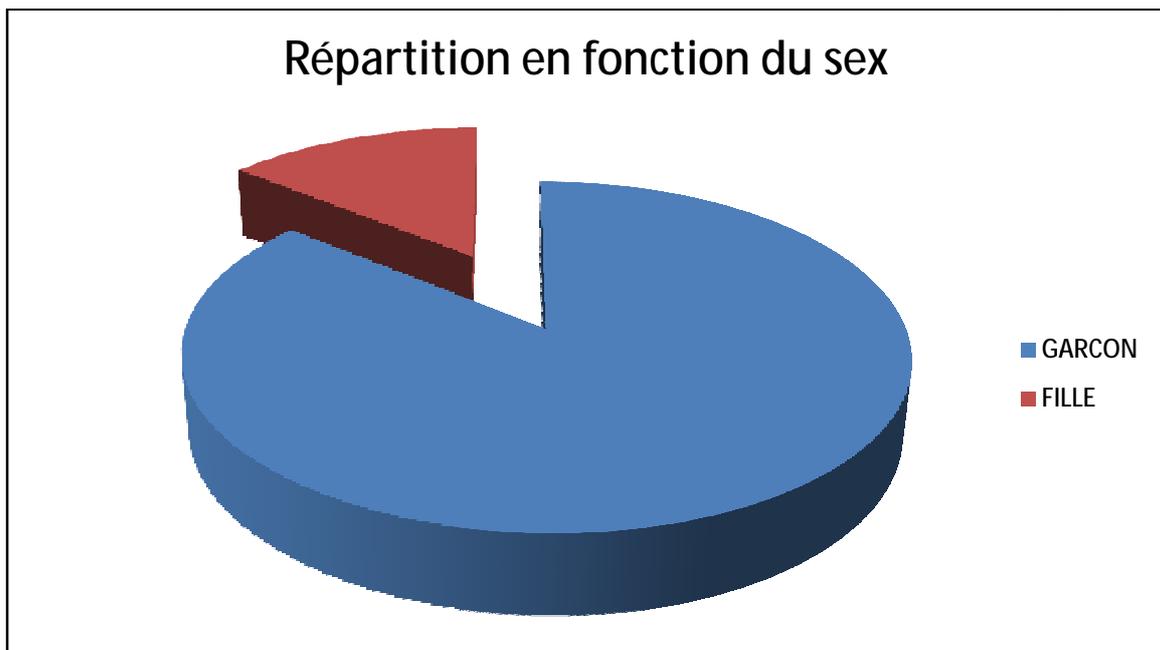
A decorative scroll graphic with the word "RESULTATS" written on it. The scroll is white with a black outline and has a grey shadow on the left side. The word "RESULTATS" is written in a bold, black, sans-serif font in the center of the scroll.

# RESULTATS

## A-LES PATIENTS:

### 1-Sexe:

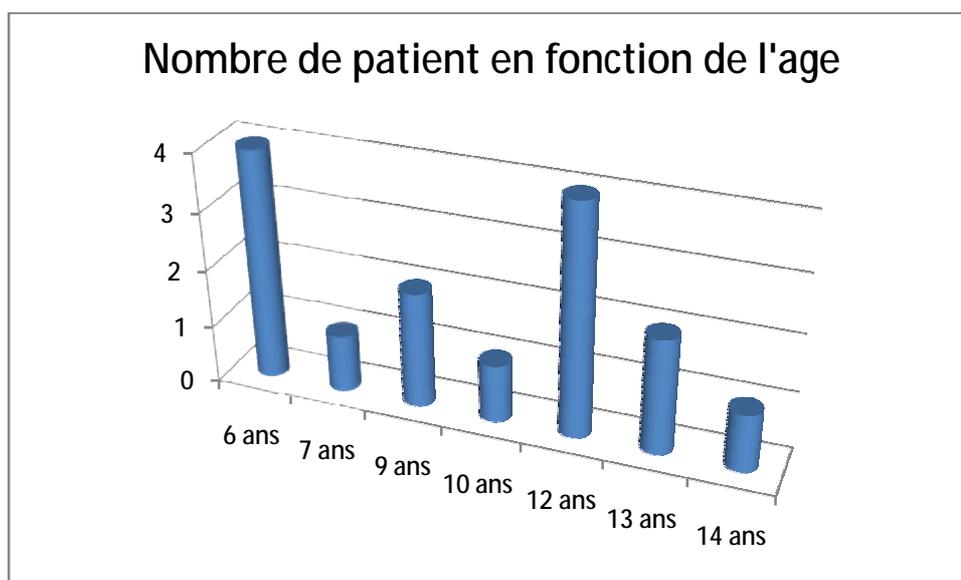
Sur les 15 Maladies étudiés, il ya une prédominance masculine nette dans notre série : 13 garçons: soit 86 % et 02 filles: soit 14%.



## 2-Age :

L'âge moyen de nos malades était de 9 ans avec des extrêmes de 6 ans et 14 ans.

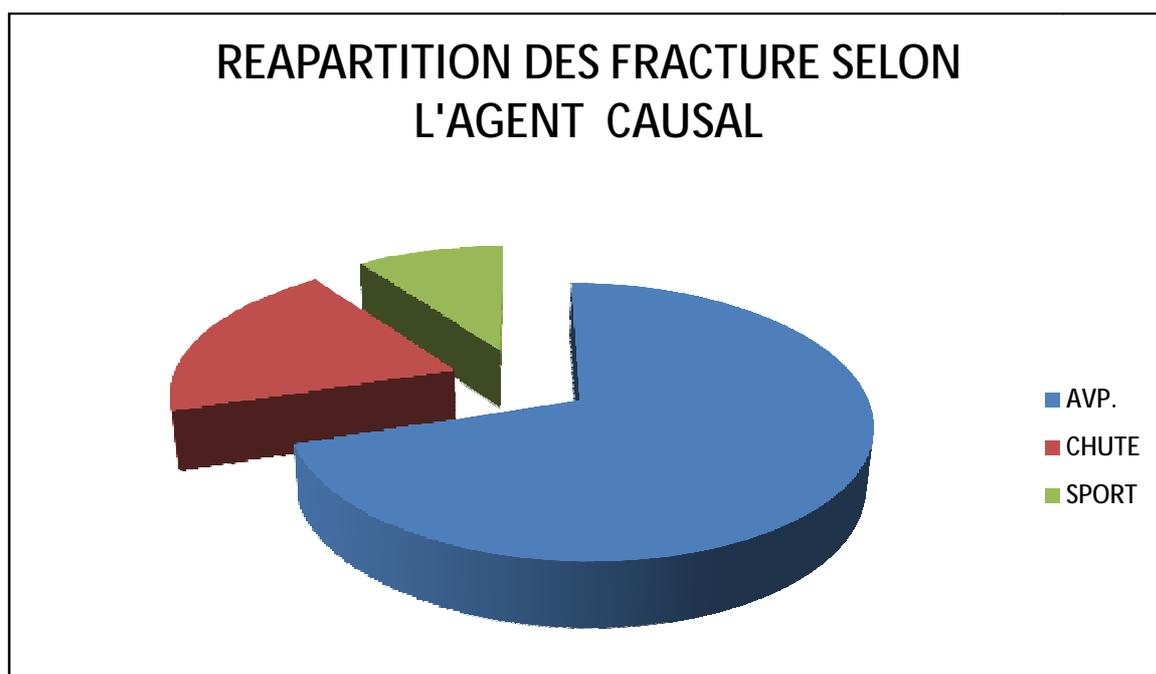
La répartition des patients par tranche d'âge montre deux pic à 6 ans et à 12 ans.



## B-ACCIDENT CAUSAL

Dans notre série, l'interrogatoire a précisé que les causes des fractures diaphysaires du fémur peuvent être réparties comme suit:

- Les accidents de la voie publique sont les plus fréquents, ils représentent 70%
- Les chutes (souvent par imprudence) en deuxième position après les AVP, elles représentent 20% des causes des fractures diaphysaires du fémur.
- Les accidents de sport, sont peu fréquents par rapport aux AVP et aux chutes et représentent 10%



## C- LOCALISATION ET TYPE DE FRACTURES :

### 1- Le Côté de la fracture:

Les 15 fractures de fémur étudiées intéressaient:

- Le fémur gauche était touché chez 9 patients.
- Le fémur droit était touché chez 7 patients.
- A noter qu'un malade avait une fracture bilatérale.

### 2-La localisation des fractures :

Le type d'embrochage ascendant ou descendant dépend du siège de la fracture sur le fémur ainsi, nous avons constaté:

- Neuf 9 fractures du tiers supérieur, ce qui fait que cette localisation soit la plus fréquente des fractures diaphysaires.
- Cinq 6 fractures du tiers moyen.
- Une fracture du tiers inférieur, ce qui signifie que cette portion soit moins touchée par les fractures.

### 3-Le trait de fracture:

L'analyse des clichés radiologiques, a objectivé que le trait de fracture peut être:

- Un trait oblique dans 7 cas.
- Un trait spiroïdal dans 5 cas
- Un trait transversal dans 4 cas.

Tableau I: les différents traits de fracture

Oblique	07	44%
Spiroïdal	05	31%
Transversal	04	25%

#### 4- Caractère ouvert ou fermé de la fracture:

Parmi les 15 cas de fractures diaphysaires du fémur étudiées, on a trouvé Un patient qui avait une fracture ouverte en antérieur du fémur droit stades II selon la classification de CAUCHOIS et DUPARC. Elle a été traitée en urgence par parage et fermeture de la plaie, puis embrochage après 6 heures à foyer fermé, sous couverture d'une antibioprofylaxie.

#### D- LESIONS ASSOCIEES

Les fractures diaphysaires du fémur chez l'enfant surviennent dans un contexte de traumatisme de grande violence, avec souvent des lésions associées, dans notre série on a noté :

- Ø 5 enfants ont présenté des traumatismes crâniens dont:
  - Quatre cas sont des traumatismes crâniens bénins.
  - Un cas de traumatisme crânien grave dans un cadre de polytraumatisé avec solution de la continuité de l'os pariétal des deux cotés pneumocéphalie et hématome sous gliale en regard qui ont bien évolué sans intervention chirurgicale.
- Ø Un traumatisme du massif facial présentant une fracture du toit de l'orbite traité par ostéosynthèse et fracture de l'os zygomatique en regard sans intervention chirurgicale.

- Ø Contusion abdominale constatée chez 5cas dont un enfant avait un épanchement abdominal minime sans lésions d'organes décelables.
- Ø Une seule fracture de jambe homolatérale du coté gauche réalisant un genou flottant.
- Ø Une fracture de l'extrémité distale des deux os de l'avant bras.
- Ø Aucun de nos patients n'a présenté d'atteinte vasculo-nerveuse associée.
- Ø Aucune lésion de la ceinture pelvienne n'a été révélée chez nos patients.

## E: LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

### 1-Le délai de la chirurgie:

En attendant l'intervention, les patients ont bénéficié d'une attelle plâtrée provisoire antalgique ou d'une traction collée.

Le délai moyen du traitement chirurgical était de 3 jours, conditionné par disponibilité du matériel et du bloc opératoire.

### 2-La technique opératoire:

#### a- L'installation du malade:

L'absence de table orthopédique dans la salle opératoire nous a obligé à réalisé une traction par manœuvre externe et à aborder la majorité des foyers de fractures.

#### b- Le montage utilisé:

Dans notre série nous avons réalisé l'embrochage ascendant pour les fractures du tiers supérieur et les fractures du tiers moyen, et l'embrochage descendant pour

les fractures du tiers inférieur, ainsi l'embrochage centromédullaire élastique stable(ECMES) a été réalisé:

- Dans 15 cas de façon ascendante à deux broches, (le montage classique) y compris un cas bénéficiant d'un montage bilatéral.
- Dans un seul cas de façon descendante.

*c- Le Choix des broches:*

c1- Les matériaux:

Les broches employées ont été des broches en acier inoxydables ou en titane, les broches en titane sont les plus recommandés, mais parfois on a employé les broches en acier en cas de non disponibilité des broches en Titane .

c2- Diamètre des broches:

- Le béquillage: la pointe des broches est béquillée sur 5 à 7 mm.
- Le cintrage préalable: il est façonné à la main par le chirurgien.

Dans la majorité des cas le diamètre des broches a été choisi en fonction de du patient, ainsi:

- Pour les enfants de moins de 10 ans, ont été choisies des broches de (30/10mm) de diamètre (7 cas).
- Pour les enfants de 10 à 13 ans, ont été utilisées des broches de (35/10) mm de diamètre (7 cas).
- Pour les patients de 14 ans et plus, ont été utilisées des broches de (40/10) mm de diamètre (1 cas).



*Matériel d'ostéosynthèse*

d- La durée de l'intervention:

Chez la plupart des patients la durée moyenne d'installation entre l'intubation et l'incision a été de 15minutes; la durée moyenne de l'embrochage proprement dit a été de 60 minutes.

e-L'abord du foyer :

Vue le retard de la prise en charge et l'absence de table orthopédique on était obligé d'aborder le foyer fracturaire dans tous les cas.



PHOTOGRAPHIE :La cicatrice d'abord du foyer fracturaire

## F-SUITES OPERATOIRES :

### 1-Immobilisation complémentaire:

- Une attelle pelvi-pédieuse antalgique a été confectionnée systématiquement chez tous nos patients, pour une durée de 21 jours.
- La radiographie du contrôle avec les 2 incidences (face et profil), était également de règle en post opératoire immédiat, à un mois et à 3mois.

### 2-La reprise de l'appui:

- L'appui partiel et l'ablation de l'attelle pelvi-pédieuse ont été autorisés après environ trois semaines.
- L'appui total a été permis en moyenne à partir de deux mois
- La consolidation se fait dans un délai qui varie entre 6 à 7 mois environ.

### 3-Durée de l'hospitalisation:

La durée moyenne d'hospitalisation a été de 12 jours environ.

### 4-Le suivi

- L'ablation des broches a été réalisée dès la consolidation de la fracture confirmé radiologiquement, sous sédation, après environ 6 mois.
- La rééducation: une auto-rééducation du genou a été réalisée dans tous les montages.
- La reprise de la scolarité a été faite un mois après la chirurgie sauf chez les cas présentant d'autres lésions graves associées.

## G- COMPLICATIONS PRECOCES :

### 1-Les incidents per-opératoire:

La lecture des comptes rendus opératoires et la relecture des radiographies ont permis de retrouver un seul cas présentant une difficulté per-opératoire du probablement au grand calibre des broches ou à un béquillage trop important et qui a nécessité le passage au traitement par plaque vissée.

### 2-Les complications générales:

Les complications thromboemboliques sont exceptionnelles chez les jeunes patients, nous n'en avons constaté aucun cas ainsi qu'aucun patient n'été mis sous traitement anticoagulant préventif.

### 3-Les complications infectieuses:

- Un cas d'abcès des parties molles au niveau du point d'introduction des broches, ce qui a amené à un drainage de l'abcès, une recoupe de broche et une antibiothérapie avec une bonne évolution.
- Trois suppuration superficielle sur les extrémités des broches, d'évolution favorable après ablation du matériel d'ostéosynthèse.

### 4-L'extériorisation des broches:

Cette complication a été observée dans 3 cas: ce qui correspond à 20%, la saillie anormale des broches a menacé et perforé la peau, une recoupe des broches a été réalisée sous sédation chez deux patients.

## H- LES COMPLICATIONS A MOYEN TERME

### 1-cals vicieux :

Dans notre série on a pas observé des cas de cal vicieux.

### 2-La raideur du genou:

Cette complication a été observée chez 08 enfants qui avaient bénéficié d'un ECMES ascendant.

La raideur a totalement disparue après l'ablation des broches et quelques séances de rééducation.

### 3-la pseudarthrose :

Cette complication a été observée chez un patient qui a bénéficié d'un ECMES ascendant des deux fémurs.

Le patient a séjourné en réanimation 15 jours, après il a bénéficié d'un abord large du foyer fracturaire. Sa pseudarthrose a bien évolué spontanément après un an.

### 4-L'inégalité de longueur des membres inférieurs :

Cette complications est décrite dans la littérature mais non cherché chez tous les patients, néanmoins aucun des nos patients n'a présenté de boiterie due à l'inégalité des membres inférieurs .

A decorative scroll graphic with a black outline and a light gray shadow. The scroll is unrolled, showing the word "DISCUSSION" in a bold, black, sans-serif font centered on the white surface. The scroll has a vertical strip on the left side and a small circular detail at the top right corner.

**DISCUSSION**

## INTRODUCTION:

L'ECMES est un procédé d'ostéosynthèse des fractures diaphysaires du fémur par broches élastiques centromédullaires chez l'enfant. En 25 ans, elle s'est imposée comme la technique de choix pour stabiliser ces fractures.

Ce procédé empreinte la fixation interne qui améliore la réduction, la stabilisation et le confort et conserve au niveau du foyer fracturaire les conditions d'un traitement orthopédique c'est-à-dire le respect de l'hématome fracturaire et de la vascularisation périostée.

Selon Heinrich et All (40), aucun autre moyen de traitement des fractures diaphysaires du fémur chez l'enfant n'est assez universel ni produit de meilleurs résultats que l'ECMES.

## INDICATION DE L'ECMES

Si l'on excepte les fractures de col et de la région trochantérienne, toutes les autres fractures du fémur peuvent être traitées par ECMES à partir du 6 - 7 ans environ.

Avant 6 ans, cette technique ne possède pas d'avantages déterminants par rapport au traitement orthopédique, mais elle peut être utile dans certains cas particuliers (enfant obèse, polytraumatisé, fragilité osseuse, problèmes neurologiques...).

Cette limite inférieure ne découle pas d'une impossibilité technique, mais d'une réflexion sur l'intérêt de l'embrochage qui consiste en la réduction de la durée de l'éviction scolaire.

Nos patients avaient un âge entre 6 et 14 ans.

## LOCALISATION ET TYPE DE FRACTURES:

### 1-Côté:

Nous n'avons pas constaté la classique prédominance des fractures du fémur gauche, que Rang explique le sens de la circulation automobile (15,16). Les fractures étaient divisées entre le côté gauche et droit de façon presque égale, ceci est peut être dû au fait que toutes les fractures ne sont pas causées par un AVP.

### 2-localisation du trait:

Presque les deux tiers des fractures du fémur intéressent la diaphyse moyenne (61,63,64,66), alors que notre série présente la diaphyse supérieure comme la région la plus exposée.

Nous n'avons pas trouvé de lien entre l'âge des blessés et le niveau de la fracture, pour Rang, la fracture est d'autant plus basse que l'enfant est plus grand, un seul patient avait une localisation basse dans notre étude.

La majorité des lésions étant causée par un traumatisme direct à hauteur des pare-chocs de voitures.

### 3-Type de trait:

La répartition des types de traits de fractures dans notre série est semblable à celle des autres publications.

### LESIONS ASSOCIEES:

Comme dans toutes les séries, un tiers des patients avaient subi un traumatisme crânien de gravité variable. (62,65).

Par contre, il faut insister sur la gravité des contusions abdominales associées; il est, en effet, très important de ne pas s'arrêter à la fracture du fémur pour expliquer un collapsus, et à la douleur de la cuisse pour expliquer une défense abdominale. Le bilan lésionnel, clinique, radiologique et échographique doit être d'autant plus précis et sur que l'on envisagera l'ostéosynthèse de la fracture en urgence.

Au moindre doute, l'attelle pelvipédieuse permet de stabiliser la fracture pendant les quelques heures nécessaires à la surveillance de l'évolution clinique et à la réalisation des examens complémentaires. (62,65).

Les lésions des ceintures gardent aussi leur part de fréquence vue la grande vélocité du traumatisme, notamment les fractures du bassin, qui sont heureusement absente dans notre série.

Un cas de fracture bilatérale du fémur a été noté et a été traité par un embrochage ascendant des deux fémurs.

## LE CHOIX DU MONTAGE:

En principe, le montage ascendant et descendant donne pratiquement les mêmes résultats de point de vu stabilité et consolidation (43).

L'embrochage descendant tend vers une charge axiale plus que l'ascendant, mais malheureusement la stabilité rotationnelle est moindre, la stabilité du foyer en distal est assurée par les points d'accrochage métaphysaire médial et latéral, en proximal elle est assurée par les points latéraux(34).

Dans le même contexte, Kevin et Fricha de l'hôpital SAN DIEGO (34) ont réalisé une étude sur un model osseux synthétique, dont le but était de démontrer la différence entre l'embrochage intra médullaire ascendant et descendant, cette dernière avait conclut à ce que l'ascendant était plus stable alors que le descendant avait une forte résistance au raccourcissement.

Un autre facteur à prendre en considération lors de la technique de l'embrochage descendant, c'est l'importance des mouvements au niveau du site fracturaire (34).

Lors du model ascendant, cette balance est simplement crée par l'incurvation des 02 broches au même niveau du site fracturaire.

Malheureusement lors de l'utilisation du model descendant, l'apex et la force d'incurvation de la seconde broche en S doivent être positionnées au même niveau que l'apex de la broche en C.

Un positionnement impropre de la broche va déséquilibrer la balance, et la différence de force entre la broche en C et la broche en S ce qui va entraîner une angulation.

Cet incident a été rapporté dans la littérature par Heinrik S.D (34), alors que dans notre série le seul cas d'embrochage descendant n'a pas rapporté cette complication.

Dans notre série, on a réalisé un montage ascendant pour les fractures du tiers supérieur et les fractures du tiers moyen, et l'embrochage descendant pour les fractures du tiers inférieur ainsi nous avons réalisé 15 cas d'ECMES ascendant et 1 cas d'ECMES descendant.



A

B

Enfant de six ans victime d'un AVP

A-Radiographie standard face montrant une fracture du 1/3 supérieur du fémur

B-Radiographie de contrôle face immédiatement après réduction et ostéosynthèse par un ECMES ascendant.



A

B

Enfant de 12 ans victime d'un AVP

A- Radiographie standard face montrant une fracture du 1/3 moyen du fémur .

B- Radiographie de contrôle face immédiatement après réduction et ostéosynthèse par un ECMES ascendant.



A



B

Enfant de 12 ans victime d'un AVP

A- Radiographie standard face montrant une fracture du 1/3 inférieur du fémur .

B- Radiographie de contrôle face immédiatement après réduction et ostéosynthèse par un ECMES descendant.

## LE CHOIX DES BROCHES:

Dans une étude multicentrique réalisée par Flynn et All (35), quelques pièges techniques intéressant l'insertion des broches ont été rapportés, ils ont insisté sur le choix correct du diamètre des broches, ce dernier doit représenter quarante pourcent (40%) du canal médullaire.

Dans notre série le diamètre a varié 3,0 à 4,0 mm, il était toujours choisi en fonction du diamètre endomédullaire et l'âge du patient.

Les broches employées ont été des broches en titane selon la disponibilité et parfois en acier.

## L'OUVERTURE DU FOYER:

Chez tous les patients, nous étions obligés d'aborder le foyer de fracture vu le retard de la prise en charge et l'absence de table orthopédique.

L'abord du foyer de fracture est minime juste pour aligner les deux fragments sans déperiostage.

## L'IMMOBILISATION COMPLEMENTAIRE:

Dans la plupart des autres séries, aucune immobilisation complémentaire n'est nécessaire après un embrochage centromédullaire élastique stable.

Une attelle pelvi-pédieuse antalgique a été confectionnée systématiquement chez tous nos patients, pour une durée moyenne de 15 à 20 jours,

## LA REPRISE DE LA MARCHÉ:

Comme dans toutes les séries, l'appui partiel en utilisant des béquilles et l'ablation de l'attelle pelvi-pédieuse ont été réalisés à environ trois semaines.

L'appui total a été permis en moyenne à partir de deux mois, après vérification de la qualité du cal radiologiquement.

## L'ABLATION DES BROCHES:

Vers le sixième mois, après le contrôle radiologique.

Sous anesthésie générale, la reprise des incisions cutanées permet d'extérioriser l'extrémité des broches habituellement bien palpables sous la peau.

Les broches sont alors saisies par une pince adaptée, munie d'une enclume pour permettre l'utilisation d'un marteau. Compte tenu de l'excellent ancrage des broches, dans l'os spongieux, leur extraction peut en effet nécessiter des forces importantes.

L'ablation des broches a été réalisée dès la consolidation de la fracture, sous sédation, après environ 6 mois.

## DISCUSSION DES COMPLICATIONS :

Plusieurs auteurs ont rapporté les complications qui sont liées à cette technique (ECMES), c'est ainsi que Flynn et All(46,47) ont rapporté dans une étude de 58 cas traités dans 4 centres l'ensemble des complications associées à cette technique.

### 1-Le déplacement secondaire et le cal vicieux:

Ils sont des complications peu fréquentes des fractures de l'enfant, elles sont souvent liées à la disparité du calibre des broches utilisées, car cela produit des forces inégales entraînant une angulation dans le sens de la broche la plus large. Facteur qui s'ajoute à la relation entre le rayon et l'apex de l'incurvation des 02 broches.

Dans notre série on n'a pas observé des cas de déplacement secondaire car dans tous les cas on a utilisé des broches de calibre adéquat.

En effet cette complication est plutôt liée à des erreurs techniques qu'à l'ECMES proprement dit(51).

Flynn et All(47) ont rapporté 1 seul cas de déplacement, et 6 cas d'angulation mineure inférieure à 10 % dont le maximum est survenu sur les fractures proximales. Alors que dans la série de Canada(47) aucune différence en ce qui concerne la perte de réduction n'a été soulevée entre les fractures proximales et les fractures diaphysaires. Malgré l'évidence radiologique de l'angulation observée chez 8 patients, aucun d'eux n'a présenté des signes cliniques de déformation ni de limitation fonctionnelle.

## 2-La douleur et l'irritation du site d'introduction des broches :

Selon Unni G. Narayanan (47), la douleur, l'irritation et l'ulcération cutanée qui ont été observées chez 13 patients sur 123. Trois de ces malades ont bénéficié d'une réintroduction des broches alors que 10 ont bénéficié d'une recoupe.

Malheureusement, aucune étude n'a pu élaborer des statistiques et des analyses pour comprendre les facteurs qui sont associés à ces problèmes et de poser les recommandations pour y palier.

Dans les séries de Nancy, la douleur poussait avant à réopérer le malade pour pousser ou enlever les broches trop tôt.

Flynn et All(34) ont rapporté la même chose, ainsi 5 patients ont bénéficié d'une réintroduction de leurs broches. Alors que dans une série de 10 patients, 02/10 ont développé des bursites avec 01 cas de migration de broche (à travers la peau).

La même chose a été rapportée par Heinrick et All(35), ainsi que par Bourdelat D. (48,49) qui ont rapporté les problèmes engendrés par la pointe de la broche dans 03 cas/ 78.

Ces auteurs ont également constaté l'augmentation de l'incidence des complications dès que la longueur extra osseuse des broches dépasse 0,4.

Dans notre série, 3 patients ayant bénéficié d'un embrochage ascendant présentaient une irritation, deux cas ont bénéficié d'une coupure des broches

irritantes ce qui a permis la disparition des problèmes cutanés liés à l'extériorisation de broches.

### 3-La raideur du genou:

Seul Ligier et All ont suggéré d'éviter les mouvements précoces pour réduire l'irritation du genou(36). Quant à Bourdellat il préfère l'ECMES descendant pour sa simplicité de réalisation d'une part, et d'autre part pour l'absence d'irritation du genou par les broches"(39).

Ceci suite à une étude de 40 dossiers dont 35 avaient bénéficié d'embrochage descendant(50).

Dans notre série, la raideur du genou a été observée dans 8 cas, chez des patients qui ont bénéficié d'ECMES ascendant, cette raideur a disparu après l'ablation des broches et quelques séances de rééducation chez le grand enfant.

### 4-L'inégalité de longueur des membres inférieurs:

L'inégalité de longueur des membres inférieurs est parmi les séquelles des fractures du fémur chez l'enfant.

La série de Blanquart D. Faite à Nancy en 1987, étude la plus importante, fait état d'inégalité moyenne de 4,7 mm.

Au début de ce siècle, de nombreux auteurs ont décrit des inégalités de longueur des membres inférieurs après fracture du fémur chez l'enfant: TRUESDELL en 1921, COLE en 1922, BURDICK en 1923, DAVID en 1924(25, 54, 55).

Dans la série d'Ozturkman(56), sur 26 malades traités par ECMES, 25 avaient bénéficié d'un scanogramme et juste 4 patients avaient une inégalité de longueur des membres inférieurs, alors que dans notre série, l'inégalité des membres inférieurs n'a pas été jugée évaluée puisque la majorité des patient n'ont pas pu être suivi au long cour.

### 5-Fractures itératives et fracture sur matériel d'ostéosynthèse:

Aucun cas de fracture itérative n'a été décrit dans notre série. Alors que dans la série de Canada(47), deux cas de fractures itératives ont été déplorés, dont l'un a été repris et l'autre a été traité orthopédiquement, également on a pas décrit des fractures sur matériel d'ostéosynthèse.

### 6-La pseudarthrose :

Dans une série de Pierre Lascombes , Jean Damien Metaizeau ,lors des fractures complexes à haute énergie et des fractures ouvertes un retard de consolidation peut être observé.Il évolue cependant favorablement grâce a l'appui encouragé .

Dans notre série on observé un cas de pseudarthrose :

c'était un malade ayant séjourné en réanimation pendant 15 jours puis opéré pour fractures de la jambe et des deux fémurs pour lesquelles l'abord était un peu large vue la difficulté de réduction et la consolidation spontanée est obtenue après 12 mois.

## 7-Les autres complications:

### a- Les Complications neurologiques:

Dans la série de Canada (47), une autre complication a été noté à savoir la neurapraxie du nerf sciatique, qui s'est révélée vers la deuxième semaine post opératoire par des engourdissements et des picotements au niveau de la face dorso-latérale du pied.

Dans la même série, une paralysie du nerf honteux interne qui a été embroché; a été répertoriée comme complication neurologique, mais qui était transitoire.

Ces complications ont été attribuées à des erreurs techniques, ou bien au degré d'incurvation des broches. Si certains problèmes peuvent être minimisés par une simple attention à certains détails, d'autres restent inhérents à la technique, étant le cas du phénomène de Korskow qui reste un incident évitable, il réduit l'action du montage en celle d'une broche simple unique et centrale, instable sur le plan axial et rotationnel(57).

Dans notre série, aucune complication neurologique n'a été révélée.

### b-L'infection:

Dans une étude de 41 cas traités par ECMES, aucun cas d'infection des parties molles ou d'ostéomyélite n'a été révélé(58). Dans une autre étude réalisée sur 123 cas, un seul cas d'infection a été observée mais, cette infection est restée superficielle et a bien évolué sous traitement(59).

Dans notre série, quatre cas d'infection ont été révélés: un cas d'abcès, et trois cas de suppurations superficielles qui ont bien évolué sous traitement.

### 8-Les suites opératoires:

Le délai de retrait des broches est souvent variable en fonction des écoles, dans notre série, tous nos malades ont bénéficié d'ablation du matériel vers une moyenne de 6 mois après une radiographie de contrôle.

Alors que dans la série de Unni G. Narayanan(46), 25 patients / 78 ont bénéficié d'ablation de broches vers 03 ans et demi avec les extrêmes : 25 à 75 mois. Ils avaient pris l'habitude de n'enlever que les broches qui posent des problèmes.

Contrairement aux autres localisations, notamment du membre supérieur, toutes les ablations de broches du fémur se faisaient sous anesthésie générale, à l'hôpital du jour, comme dans les autres séries notamment celle de Mgoian(46).



A



B

Enfant de 10 ans victime d'un AVP

A/B- Radiographie standard de contrôle face 6 mois après un ECMES ascendant du fémur montrant une bonne consolidation.

A decorative scroll graphic with the word "CONCLUSION" written inside. The scroll is white with a black outline and has a grey shadow on the left side. The word "CONCLUSION" is written in a bold, black, sans-serif font, centered within the scroll.

**CONCLUSION**

Les fractures de la diaphyse fémorale sont des lésions traumatiques fréquentes chez l'enfant, elles consolident rapidement et laissent rarement des séquelles.

Les techniques chirurgicales les plus récentes, en particulier l'embrochage centromédullaire élastique stable exposant à moins de risques que les ostéosynthèses par plaque ou clou, permettent d'échapper à ces contraintes tout en offrant une réduction de meilleure qualité, un plus grand confort, et une reprise fonctionnelle plus rapide.

L'embrochage élastique stable semble donc être un moyen simple, fiable et peu agressif de traitement des fractures de fémur chez l'enfant.

Même si cette méthode assure une consolidation excellente et rapide, des cicatrices minimales, et des risques inhérents à toute chirurgie, l'ECMES à des complications bien que rares et souvent bénignes, mais parfois graves et peuvent être évitées par une technique rigoureuse.



## RESUME

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) est un principe de fixation endomédullaire, datant en France de la fin des années 1980, il semble particulièrement s'adapter aux nécessités de la traumatologie infantile, en évitant des inconvénients que l'on peut opposer à la plupart des autres moyens thérapeutiques des fractures du fémur chez l'enfant .

Nous rapportons une étude rétrospective colligée au service de chirurgie pédiatrique du CHR ELFARABI Oujda, sur une période de 4 ans s'étalant de janvier 2010 jusqu'au septembre 2013 chez 15 enfants de 6 à 14 ans présentant des fractures de la diaphyse fémorale et traité par cette technique chirurgicale.

L'objectif de notre étude est l'analyse des complications de l'ECMES.

L'âge moyen de nos patients était de 9ans (6- 14), 70% des patients étaient victimes d'un AVP. L'ouverture cutanée était trouvée dans seul cas, et 08 cas présentaient des lésions associées.

L'embrochage a été réalisé dans 14 cas de façon ascendante et dans 1 cas de façon descendante. Tous nos malades ont été suivis cliniquement et radiologiquement.

Le délai moyen d'intervention était de 3 jours ,la durée moyenne d'hospitalisation était de 12 jours et l'ablation de broches a été réalisée environ 6 mois après la chirurgie.

Huit de nos patients ont présenté une raideur du genou ayant régressé après l'ablation des broches.

Trois de nos patients ont présenté un extériorisation des broches dont deux ont nécessité une recoupe.

Des complications infectieuses ont été observé chez quatre patients ;un abcès et trois suppurations superficielles avec une bonne évolutions.

Un patient a présenté comme complication la pseudarthrose avec une bonne évolution.

L'ECMES est une méthode simple dans sa conception et semble être le meilleur moyen thérapeutique des fractures diaphysaires du fémur chez l'enfant de 6 à 15 ans, toute fois des complications peuvent survenir.

Une technique rigoureuse et un matériel de bonne qualité restent les moyennes efficaces pour un meilleur résultat.

## SUMMARY

Elastic stable intramedullary nailing is a principle of Intramedullary fixation of femoral fracture in children, dating in France in the late 1980. It seems particularly adapt to necessitated child trauma, avoiding disadvantages that can resist most other therapeutic means of femur fractures in children.

We report a retrospective study collated the pediatric surgery department of the CHR ELFARABI Oujda, over a 4 year period from January 2010 to September 2013 in 15 children aged from 6 to 14 years with fractures of the femoral diaphysis and treated by this surgical technique.

The objective of our study is to analyze the complications of elastic stable intramedullary nailing (ESIN).

The average age of our patients was 9 years (6-14), 70% of patients were victims of public road accident. The skin incision was found in one case, and 08 cases had associated lesions.

ESIN was performed in 14 cases in ascending order and descending in one case. All patients were monitored clinically and radiologically.

The average response time was 3 days, the mean duration of hospitalization was around 12 days, removal of pins was conducted approximately 6 months after surgery.

Eight patients presented with decreased knee stiffness after removal of the pin.

Three patients had a pin externalizing requiring cuts in two patients.

Infectious complications were observed in four patients, and three superficial suppuration, one abscess ;with good developments .

One patient presented as a complication of nonunion with a good evolution.

The ESIN is a simple in design and seems to be the best therapeutic means diaphyseal femur fractures in children 6 to 15 years, all times complications may arise.

A rigorous technique and good quality material remain effective medium for best results.

## مطفي

تتمهراستنا حول تدلي الضلعفك نذ 15دالة من رضوض عظم الفخذ لى المطفى , تت معالجتها بالمسامل نذ لم يملو نة بقسم جردة لظفك الوأكلرشد تشفا ئي الجوى لفرأ بيدي نة وجدة , خلال الفرة الممتدة ما بين 2010 و2013 .

معل السن كان 9 سد نوك , اءلب العضى تعوضوا لواءث السبون سبة 90 فى المئة , مريض ولذ كات رضوضه مصوبة بجروح مع تسجيل صابة لضاء اخرى نذ 8 مضى ,

التدلى الجردى تم فى اءى متوسط لى 3 يام , معل املاء تشفا لى 12 يوما , مغز ع المسامو فى اءى 6 اشرفى اءلب الءا لى ,

تم تسجيل دالة خراج و ثلاث تفيدك سطويهما نى دالء لءص لبال كبة , مع ظور جيد لى هذه الءا لى .

كما سءك ثلاثا لى خوج المسامو لى نة ظ لى لءادة القع فقه نذ الءى ,

فى دى سءلءة ولءة من المفصل الموهم مع ظور جيد .

تق نىة المسامل نذ لم يملو نة بسطة من دى لى لء أءى تءو لءسن سىلة لءلاج مولى لء صابة رضوض عظم الفخذ نذ لظفك الوالذى تءولع لءهم ما بين 6 و 15 نة مع دالء كى مء صافة بضع الضلعفك .

اسءءملى نىة صرمة ومواد فك نوعىة جىوة سىلة لءءة لى الءلءا لى

A decorative scroll graphic with the word "REFERENCES" in the center. The scroll is white with a black outline and has a grey shadow on the left side. The word "REFERENCES" is written in a bold, black, sans-serif font.

# REFERENCES

1. J.BERARD.

Les fractures de fémur de l'enfant

In conférences d'enseignement de la SOFCOT

Ortho-pédiatrie 4-page : 51-68 ;1996

2. J.P.METAISEAU.

Fractures de la diaphyse fémorale chez l'enfant

Encyclo Med Chir 14-078-B-10

3. Oudrhiri Ouafae.

Traitement orthopédique des fractures de la diaphyse fémorale chez l'enfant  
(à propos de 184 cas)

Thèse de médecine.num 242,1986 Rabat

4. Image : fémur droit face antérieure

URL : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Os\\_f%C3%A9mur](http://fr.wikipedia.org/wiki/Os_f%C3%A9mur)

5. Babioui Alaoui Ikram

Les fractures de la cheville chez l'enfant

Thèse de médecine num 123,2008 Fès

6. GTaussig , MH Delor , P Masse .

Altérations de croissance de l'extrémité supérieure du fémur; leur apport à la connaissance de la croissance normale.

Rev Chir Orthop 1976, 62: 191-210.

7. Schofield CB, Smibert JG.

Trochanteric growth disturbance after upper femoral osteotomy for congenital dislocation of the hip.

J Bone Joint Surg 1990, 72-B : 32-36.

8. Ozonoff MB. The hip.

In "Pediatric Orthopedic Radiology".

WB Saunders, Philadelphia, 1992, 164-303.

9. Stewart RJ, Patterson CC, Mollan RAB.

Ossification of the normal femoral capital epiphysis.

J Bone Joint Surg 1986, 68-B : 653-658.

10. Osborne D, Effmann E, Broda K, Harrelson J.

The development of the upper end of the femur with special references to its internal architecture.

Radiology 1980, 137:71-78.

11. Image : potentiel de croissance des différentes physes du membre inférieur

[www.lerat-orthopedie.com/FR/cours/FR/powerpoint/01-Fracturesgeneralites/4-Epiphysiodeses.ppt](http://www.lerat-orthopedie.com/FR/cours/FR/powerpoint/01-Fracturesgeneralites/4-Epiphysiodeses.ppt)

12. P.LASCOMBE ; J.D METAISEAU

Embrochage centromédullaire élastique stable : bases mécaniques

In embrochage centromédullaire élastique stable : 2006 Elsevier Masson.

13. L.TEOT ;

L'Embrochage centromédullaire élastique stable chez l'enfant

In conférences d'enseignement de la SOFCOT ; ortho-pédiatrie 4-page : 151-71 ;  
1996

14. E.S.HART ; B.LUTHER ; B.E.GROTTKAU.

Broken bones : Common Pediatric Lower Extremity fractures-Part III.

Orthopaedic Nursing 2006 Vol.25 No.6.PP 390-407

15- J.BERARD

Les fractures de Fémur de l'enfant

In conférences d'enseignement de la SOFCOT; Ortho-pédiatrie 4-page: 51-68;1996.

16-P.METAIZEAU;

/APPAREIL LOCOMOTEUR, Encyclopédie médico-chirurgicale (paris-

France), techniques chirurgicales-orthopédie-traumatologie (14-078-B )page 10.

17-.LASCOMBES; J D METAIZEAU

Embrochage centromédullaire élastique stable: bases mécaniques.

In Embrochage centromédullaire élastique stable:2006 Elsevier Masson Page118-  
120.

18- BERGERAULT; L. AGOSTINI; T. LE CARREAU; C. BONNARD

Fractures de la diaphyse fémorale.

In fractures de l'enfant: Monographie du GEOP 2002:page 213-21.

19-.PREVOT; J-P.METAIZEAU;J-N.LIGIER; P.LASCOMBES;E.LESUR;G.DAUTEL.

Embrochage centromédullaire élastique stable. Editions techniques. Encyclopédie médico-chirurgicale (paris-France), techniques chirurgicales-orthopédietraumatologie, 44-018, 1993, 13p.

20-IMAGE DE L'OSSIFICATION ENDOCHONDRALE.

fmp-usmba.ac.ma/cdim/mediatheque/e\_theses/38-09. Page08

21-P. LASCOMES;

Embrosage centromédullaire élastique stable en traumatologie pédiatrique: données actuelle. In conférences d'enseignement de la SOFCOT ; Orthop-pédiatrie 5-page:181-205; 2004.

22-L.TEOT.

L'enclouage centromédullaire élastique stable chez l'enfant Cahier d'enseignement de la Sofcot.conférencese d'enseignement 1987.pp71à 90.

23-FIRICA A. POPESCU R .SCARLET M .ET COLI.

Ostéosynthèse stable élastique. Nouveau concept biomécanique.Etude expérimentale.Rev chir Orthop :1981.suppl 2.67.82.-91

24-J P METAZEAU . J.N LIGIER

Le traitement chirurgical des os longs chez l'enfant.J Chir(PARIS) 1984121.527.537.

25-J.P MEYRUEIS-A. CAZENAVE.

Consolidation des fractures.Encyclopédie médicochirurgicale2004..14-031

26-TEOT; P.LASCOMBES; H.MEMBRE.

L'embrochage centromédullaire élastique stable: principes- techniques, application en traumatologie infantile. Springer Berlin

Heidelberg, page 279-289 Janvier 2003.

27-L.TEOT. LASCOMBES P.MEMBRE H.

L'embrochage centromédullaire élastique stable :principes ,technique ,application en traumatologie infantile.

28-J.P-METAIZEAU.

Traitement des fracture diaphysaire de l'enfant par embrochage centromédullaire élastique stable.Cahier d'enseignement de la Sofcot.coférence d'enseignement. 1990,page39-50.

(29)Migaud H,Senneville E,Gougeon F,Marchetti E,Amzallag M,Laffargue P.

Risque infectieux en chirurgie orthopedique.Encycl.Med.Chir,Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie,44-005,2005 ;16p

(30) Papia G,McLellan BA,El Helou,

Infection in hospitalized patients:incidence,risk factors and complications.J Trauma;27:993

31-N.KIELY

Mechanical properties of different combinations of flexible nails in a model of a pediatric femoral fracture.

Journal of pediatric orthopaedics 22:424-7; 2002.

32- P.LASCOMBES; J.PREVOT; J. LIGIER; J P. METAIZEAU; T. PONCELLET.

Elastic stable intra medullary nailing in forearm shaft fractures in children: 58 cases J pediatric Orthop.1990, 10, 167-71.

33-A.T.MAHAR;S.S.LEE;F.D.LALONDE;T.IMPELLUSO;P.O. NEWTON.

Biomechanical comparaisn of stainless steel and Titanium nails for fixation of simulated femoral fractures. J.Pediatr orthop2004;24:638-41.

34-KEVIN B. FRICKA, MD, ANDREW T. MAHAR, MS, STEVEN S. LEE, MD. AND PETER O. MD. Biomechanical analsis of antegrade and retrograde flexible intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures usin a synthetic bone model. J Pediatric Orthop. Volume 24, Number 2, March/ April 2004.

35-V.S.PAS, P.DAVID GWYNNE- JONE, JEAN CLAUDE THEIS.

Femoral elastic nailing in the older child: proceed with caution.Injury extra (2005) 36, 185-18

36-LIGIER; METAIZEAU; PREVOT;

Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaf in children.

J.BONE SURG Br1988;page 80.

37- P.LASCOMBE.

L'embrochage centromédullaire stable en traumatologie pédiatrique. Données actuelles. Conférences d'enseignement de la Sofcot. Revue de chirurgie pédiatrique 45, page 5-98. Avril 2005.

38- J.P.METAIZEAU.

L'ostéosynthèse chez l'enfant –techniques et indications. Rev Chir Ortop, 1983,69:495-511.

39- D BOURDELLAT.

Fracture of the femoral shaft in children: advantages of the descending medullary nailing. J Pediatr Orthop (part B) 1996; 5:110-4.

40- J.TAITZ; K.MORAN; M.O'MEARA.

Long bone fractures in children under 3 years of age: is abuse being missed in emergency department presentations, J Pediatr child health. 2004 Apr, 40(4): 170-4.

41-J.P METAIZEAU

L'embrochage des fracture du membre inférieur chez l'enfant.

Maitrise orthopédique numéro 116- Aout 2002

42-J P Meyrueis , A Gazenave.

Consolidation des fractures.Encycl Med.Chir.(Elsevier SAS ,Paris).Appareil locomoteur.14-031-A-20,2004 :18p

43- F W HUMBURGER . ; J EYRING E .

Proximal tibial 90-90

Traction in treatment of children with femoral shaft fractures. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1969;51:499-504.

44-P Bonneville , S Andrieu , Y Bellumore , Challe JJ,

M Rongièrès , M Mansat .

Anomalies de torsion et inégalité de longueur après enclouage centromédullaire des fractures fémorales et tibiales. *Rev Chir Orthop* 1998;84:397-410.

45-E M Raney , Ogden JA, DP Crogan .

Premature greater trochanteric epiphysiodesis secondary to intramedullary femoral nodding. *J Pediatr Orthop* 13 :516-20.

46- MGOIN GKH; MARKARIAN VA; SARKISIAN O A; KOLOIAN KA; CHILINGARIAN SA.

The use of the ender nail in the ostéosynthésis of diaphyseal fractures of the femur in children *Vestn Khir Im II Grek*.1995; 154(4-6):68.

47- G UNNI . NARAYANAN, MD, E JOSHUA . HYMAN, MD, ANDREW M. WAINWRICH,

FRCS, MERCER RANG, FRCSC, AND BENJAMIN, A. ALMAN, MD.

Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to avoid them. *J Pediatr Orthop*. Volume 24, Number 4, July/August 2004, page 363-369.

48- D BOURDELLAT ; J GHAZAL ;P GROSS .

Fractures Of the femoral diaphysis in children. Treatment using flexible internal nailing and changes in this technic. Chir Pediatr.1989; 30(1):45-7

49- J MARK .ADAMCZYK, MD AND PATRICK M. RILEY, MD.

Delayed union and nonunion following closed treatment of diaphyseal pediatric forearm fractures. J Pediatr Orthop.Volume 25, Number 1, januar/ February 2005, page334-337.

50- D BOURDELLAT ; M SANGUINA .

Fractures Of the femoral diaphysis in children.

Ascending or descending centro medullary nailing, a choice of principle or of a necessity. Aug 2000.

51- CHIR NAZADOW RUCHU ORTHOP POL.

Closed intramedullary stabilization of femoral shaft fractures with Eder's nail. 1997; 62(6):511-6.

52- B.E.HEYZORTH; G.J. GALANO; M.A. VITALE; M.G. VITALE.

Management of closed femoral shaft fractures in children, Ages 6 to 10.

J Pediatr Orthop 2006; 26:497-504.

53-R A Mileski ,KL Garvin ,Huurman WW.

Avascular necrosis of the femoral head after intramedullary shortening in an adolescent.J Pediatr Orthop15:24-9

54-O'Malley DE, JM Mazure .

Communings RJ. Femoral head avascular necrosis associated with intramedullary nailing in an adolescent . J Pediatr 21-3

55- B.WALLACE; H.LEHMAN.

Pediatric orthopedic disorders in the lower extremities.

Current Opinion in Orthopedics 1999, 10:434-43.

56- Y. OZTURKMEN; C.DOGRUL; MB.BALIOGLU; M. KARLI.

Intramedullary stabilization of pediatric diaphyseal femur fractures with elastic Ender nails Acta Orthop Trauma Turc. 2002; 36(3):220-7.

57- F THEDDY .SLONGO.

Complications and failure of the ESIN technique.

Department of pediatric surgery, children's university hospital, bern, Switzerland. 1999 Aug.

58- J.BONE JOINT SURG BR.

Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children.

1988 JAN; (70): 74-7.

59- JOURNAL PEDIATR ORTHOP 2004 JUL-AUG;

page 24

60- TODD O'BRIEN; MD, DAVID S.WEISMAN, MD, PETER; RONCHETTI, MDF,  
CHRISTOPHER P. PILLER, MD, AND MICHAEL MALONEY, MD.

Flexible titanium nailing for the treatment of the instable pediatric tibial fracture. J  
Pediatr Orthop. Volume 24, Number 6, November/ December 2004.

61- K.E.RATHJEN; A.I.RICCIO; D. DE LA GARZA.

Stainless Steel Flexible Intramedullary Fixation of Unstable Femoral Shaft Fractures  
in Children.

J Pediatr Orthop 2007; 27:423-41.

62- R.M. KAY; D.L. SKAGGS.

Pediatric polytrauma Management.

J Pediatr Orthop 2006; 26:268-77

63- L. BOPST; O. REINBERG; N. LUTZ

Femur Fracture in Preschool Children Experience with Flexible Intramedullary Nailing  
in 72 children.J Pediatr Orthop 2007; 27:299.303.

64- T.P.CAREY; R.D.GALPIN;

Flexible Intramedullary Nail Fixation of pediatric femoral fractures

Clinical Orthopaedics And Related Research: Number 332, page110-8:1996.

65- P.CHRESTIAN

L'enfant polytraumatisé

In conférences d'enseignement de la SOFCOT; Ortho-pédiatrie 4-page:135-  
50;1996.

66- C.A. HO; D.L. SKAGGS; C.W. TANG; R.M. KAY.

Use of flexible intramedullary nails in pediatric femur fractures.