

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



Année 2013

Thèse N° 015/13

**EMBROCHAGE CENTROMÉDULLAIRE ELASTIQUE STABLE  
DANS LES FRACTURES DIAPHYSAIRE DU TIBIA  
CHEZ L'ENFANT  
(A propos de 33 cas)**

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 07/03/2013

PAR

**M. ER-RAJI MONCEF**

Né le 28 Juin 1984 à Taza

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

**MOTS-CLES :**

Embroschage centromédullaire - Enfant et adolescent - Fracture du Tibia

**JURY**

M. HIDA MOUSTAPHA.....	PRESIDENT
Professeur de Pédiatrie	
M. AFIFI MY ABDRAHMANE.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. HARANDOU MUSTAPHA.....	} JUGES
Professeur d'Anesthésie réanimation	
M. BOUABDALLAH YOUSSEF.....	
Professeur de Chirurgie pédiatrique	

**PALN**

I – INTRODUCTION .....	7
II – RAPPEL ANATOMIQUE .....	9
III – CONSOLIDATION ET ECMES .....	10
1- PHASES DE CONSOLIDATION: .....	10
A- Mécanisme:.....	10
B- Délais:.....	12
2- Relation entre consolidation et ECMES .....	12
a) Conséquences vasculaires: .....	13
b) Environnement tissulaire favorable: .....	13
c) Influence de l'élasticité du montage:.....	14
d) Rôle de la mise en charge:.....	15
e) Importance du respect du périoste: .....	15
f) L'ostéosynthèse « idéale »:.....	15
V – TECHNIQUE CHIRURGICALE ET ECMES: .....	16
A-MATERIEL D'OSTEOSYNTHESE :.....	16
1-Implants.....	16
a- L'élasticité.....	16
b-Broches béquillée et mousse .....	17
c-Diamètres des broches .....	17
d-Longueur des broches .....	18
e-Cintrage des implants .....	18
2-Matériel ancillaire spécifique .....	19
B-LA TECHNIQUE OPERATOIRE AU COURS DE L'ECMES : .....	20
1-généralités .....	20

2-principes techniques .....	21
a- Introduction des broches et guidage dans le canal médullaire ..	21
b- Le franchissement du foyer .....	22
c-Terminer l'embrochage .....	24
d-Les corrections d'axe .....	24
e- La section des broches .....	24
C-Différents montages : .....	25
D-Description de la technique : .....	27
a- Installation et introduction des broches: .....	27
b-Derniers réglages: .....	29
c-Soins post-opératoire immédiats: .....	29
VI – MATERIEL ET METHODES .....	31
1- Les critères d'inclusion .....	31
2 – Les critères d'exclusion .....	31
3 – Fiche d'exploitation .....	32
VII – RESULTATS .....	33
A- Les patients.....	34
1-Sexe .....	34
2-Age .....	35
B- Accident causal .....	36
C-Localisation et type des fractures .....	37
1-Côté .....	37
2-Localisation des fractures .....	37
3-Accident causal et type de fractures .....	37
4-Caractère ouvert ou fermé de la fracture .....	38

D-Lésions associées .....	38
E-Prise en charge thérapeutique .....	39
1- Indication de l'ECMES dans notre serie.....	39
2-Délai de chirurgie.....	40
3-Thechnique opératoire. ....	40
a-technique d'anesthésie.....	40
b-Installation du malade .....	41
c-Montage utilisé .....	41
d-Choix des broches: .....	41
1.Matériaux .....	41
2. Diamètre des broches .....	41
e- La durée de l'intervention.....	42
f-analgésie post opératoire.....	42
F- Suites opératoires .....	42
1-Immobilisation complémentaire .....	42
2-Vérticalisation et reprise de l'appui .....	42
3-Durée del'hospitalisation .....	43
G-Complications précoces .....	43
1-Complications générales .....	43
2-Complications infectieuses .....	43
3-probleme des broches .....	44
4- Défauts de réduction .....	44
H- Evolution a moyen terme : .....	44
1. ABLATION DU MATERIEL D'OSTEOSYNTHESE .....	44
2. RETARDS DE CONSOLIDATION .....	44

3. INEGALITE DE LONGUEUR .....	45
4. CALS HYPERTROPHIQUES .....	45
VIII- DISCUSSION .....	49
1) Introduction .....	50
2) Indications de l'ECMES .....	51
3) Donnée epidemiologique .....	52
4) Le choix du montage .....	53
5) Le choix des broches .....	54
6) L'ouverture du foyer .....	55
7) Les complications sont-elles évitables? .....	55
8) Réflexions sur la technique de l'embrochage élastique stable .....	57
A- La technique chirurgicale est-elle facile? .....	57
B- quelles broches choisir? .....	58
C-L'exposition aux irradiations est-elle négligée?.....	59
9) Inetrets et avantages de l'ECMES.....	59
IX-CONCLUSION .....	61
X-RESUMES .....	63
XI-BIBLIOGRAPHIE .....	67

# INTRODUCTION

## I- Introduction :

Les fractures du tibia sont fréquentes chez l'enfant et constituent la troisième fracture après celle du fémur et des deux os de l'avant-bras [1,2].

L'incidence des fractures de la diaphyse tibiale chez le garçon est estimée à 190 sur 10 000 fractures de tibia [3]. Ces lésions sont caractérisées chez l'enfant avant 10-11 ans par leur bon pronostic, grâce au grand potentiel du remodelage de l'os et à l'activité accrue du cartilage de croissance [4-6]. Cependant, l'importance du remodelage disparaît chez l'adolescent chez lequel la réduction devrait être anatomique [7].

Ces fractures sont traitées orthopédiquement. La chirurgie est

habituellement réservée à des cas particuliers [4,8,9]. Parmi les méthodes chirurgicales, l'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) s'est imposé chez l'enfant, notamment au niveau du fémur et des deux os de l'avant-bras et a donné de bons résultats, y compris dans le traitement des fractures du tibia [6,10-12]. Le but de ce travail est d'analyser à travers une série rétrospective concernant 33 enfants et une revue de la littérature, l'intérêt et les résultats de l'ECMES dans le traitement des fractures de la diaphyse du tibia en croissance.



***RAPPEL***

## II- Rappel anatomique:[12]

Le tibia situé dans la partie antéro-médiale de la jambe, presque parallèlement à la fibula. le tibia est le deuxième os volumineux du corps. il s'élargit à ses deux extrémités pour augmenter la surface d'articulation et de transfert du poids corporel.

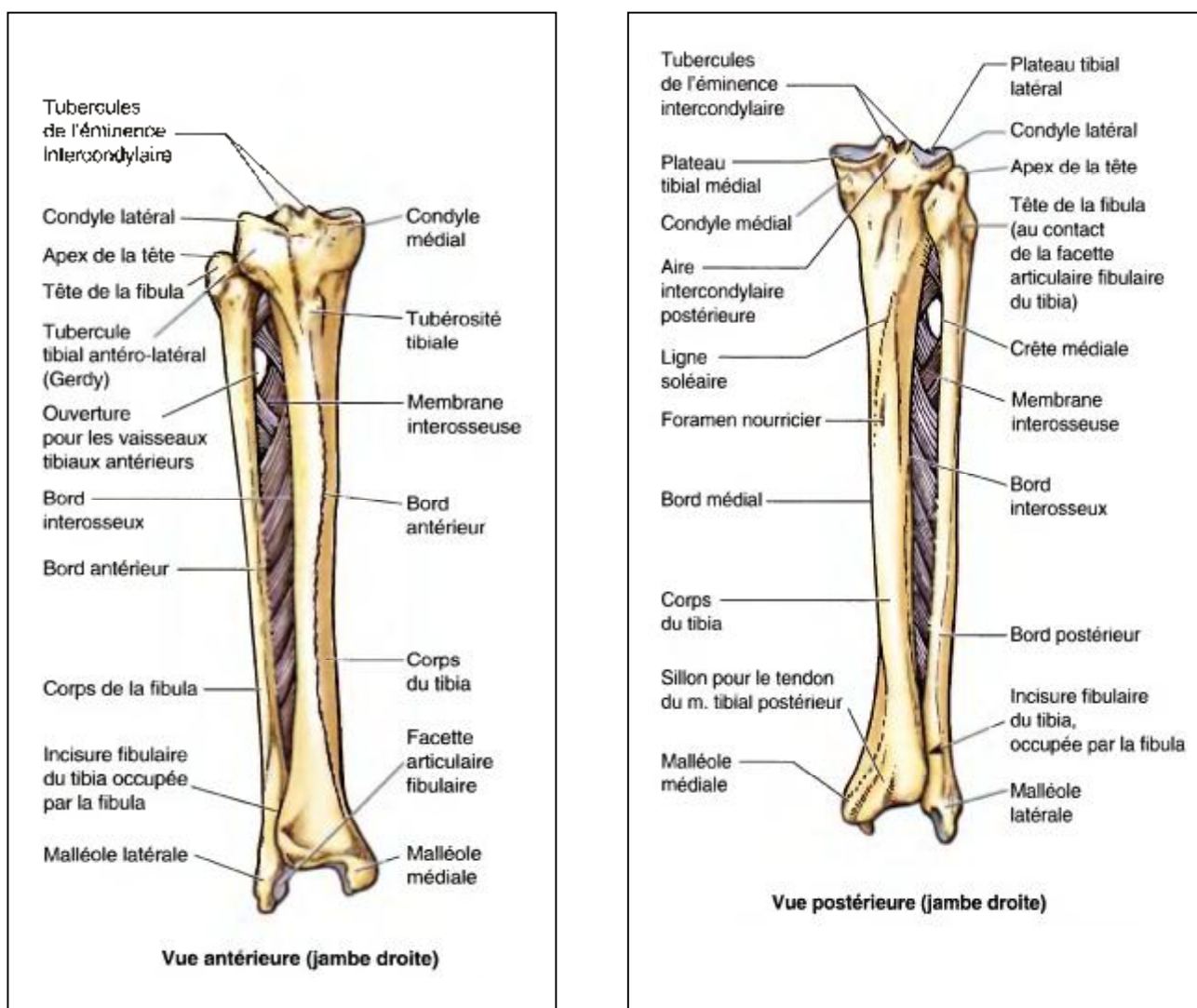


Fig 1: tibia et fibula droit

La partie la plus étroite de la diaphyse tibiale se trouve à la jonction tiers moyen et du tiers inférieur; cette zone est le siège le plus fréquent des fractures. Malheureusement cette région de l'os est également celle qui dispose du plus pauvre apport sanguin. Étant donné que sa face antérieure est sous-cutanée, ce qui explique la fréquence des fractures ouvertes de jambe.

Contrairement à celle du fémur, la diaphyse du tibia est vraiment verticale au sein de la jambe; elle est plus ou moins triangulaire sur une coupe transversale et possède donc trois faces: médiale, latérale/interosseuse et postérieure, ainsi que trois bords.

Le tibia se développe par trois points d'ossification : un pour le corps ; deux pour les extrémités.

Conformation intérieure : formé de tissu compacte dans sa partie moyenne ; on se trouve un canal médullaire sur une coupe transversale il est triangulaire qui rend l'introduction des broches un peu difficile ; le tibia est spongieux à ses deux extrémités, qui sont percées d'un grand nombre de trous vasculaires.

### III - CONSOLIDATION et ECMES:

#### 1) Les phases de la Consolidation des fractures :

##### A-Mécanisme:

La consolidation d'une fracture est la seule « cicatrisation » qui aboutisse à une restitution ad integrum du tissu lésé (14, 15).

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

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 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 (14; 15).

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 la B.M.P (Bone Morphogénétique Protein), le facteur de couplage ostéoclaste-ostéoblaste, l'hypoxie relative (baisse de la pression partielle en oxygène), ou biophysiques (la surface du cal est initialement électronégative).(49-50)

c-Cal dur : (14-15)

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 l'ostéocalcine (Bone GLA Protein) qui, dans des conditions d'hypoxie et d'acidité, favorise la sortie du calcium des mitochondries cellulaires. La vitamine "D" est également nécessaire.

L'os formé est de type lamellaire.

d-Remodelage :

Le remodelage 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 (17), 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.

B-Délais:

Schematiquement les delais de consolidation sont:

- De 6 à 8 semaines pour une fracture diaphysaire
- 4 à 5 semaines pour une fracture metaphysaire
- 3 semaines pour un decollement epiphysaire qui est très instable pendant 2 jours et irreductible au dela.

2) Relation entre CONSOLIDATION ET ECMES:

La consolidation que nous venons de décrire est la consolidation « physiologique », telle qu'elle est obtenue par un traitement orthopédique.

Ainsi que l'ont prouvé les observations cliniques et de nombreuses expérimentations animales. Les différents moyens d'ostéosynthèse influencent la consolidation des fractures par les modifications vasculaires qu'ils entraînent, et par leurs propriétés biomécaniques.

a-sur le plan vasculaires:

Toute ostéosynthèse centromédullaire perturbe la vascularisation médullaire.

Un enclouage centromédullaire aboutit à une dévascularisation de la plus grande partie du cortex, aggravée par un alésage éventuel. La revascularisation corticale est totale en 9 semaines si les tissus mous sont intacts, en 16 semaines si le périoste et les muscles périfracturaires sont sévèrement traumatisés.

Par contre, un embrochage centromédullaire, avec du matériel de petit diamètre permettrait un rétablissement précoce d'un débit sanguin médullaire normal (TEOT) (15;16).

b- Respect des tissus et de l'hématome fracturaire:

L'ECMES, ostéosynthèse à foyer fermé, permet de ne pas aggraver l'attrition musculaire ni la déchirure périostée et préserve la vascularisation précaire de certains fragments osseux. Cette ostéosynthèse favorise la consolidation en respectant tous les tissus vivants au niveau du foyer de fracture et en conservant également intact l'hématome fracturaire qui contient les agents humoraux responsables du cal externe.

Les parties molles, en particulier les tendons et les muscles, participent à la stabilité du montage en jouant un triple rôle.

§ Stabilité rotatoire : les muscles et leurs tendons disposés circulairement autour de l'os fracturé jouent le rôle de haubans et limitent les déplacements angulaires, évitant ainsi les cals vicieux rotatoires;

- § Rôle trophique : par leurs contractions postopératoires précoces, les muscles augmentent l'apport nutritionnel et maintiennent une bonne oxygénation locale qui permet l'ostéoformation cellulaire sans passer par le stade chondroblastique;
- § Rôle morphologique : ces contractions musculaires ont également un rôle sur la forme du cal qui, après un développement anarchique créé par les conditions initiales, peut devenir harmonieux et fusiforme. Ceci explique la mauvaise qualité et le
- § Caractère hypertrophique du cal externe des patients souffrant de pathologie neurologique.

c-le role de l'élasticité du montage:

Le terme «**Micromouvement**» crée une confusion lorsqu'il est appliqué indifféremment aux ostéosynthèses rigides et élastiques. L'ostéosynthèse rigide nécessite une immobilité parfaite pour obtenir, après plusieurs mois, la « fusion osseuse primitive ». Le moindre micromouvement empêche la « soudure autogène » du cal cortical en sectionnant, par un effet de coupe-cigare, les ostéons qui traversent le foyer de fracture. En revanche, les micromouvements permis par l'ostéosynthèse élastique favorisent le développement du cal externe dès les premières semaines. Cette mobilité doit être limitée pour ne pas léser le processus en pont « bridging process » du cal primaire dont les cellules sont disposées longitudinalement entre les fragments. Les modèles biomécaniques ont montré comment l'ECMES était capable de transformer les stimuli néfastes de cisaillement en forces favorables de compression-traction.

d) Rôle de la mise en charge:

Les contractions musculaires et la mise en charge physiologique assurent une compression idéale pour la consolidation. La mise en charge précoce favorise le développement du cal périosté et accélère le remodelage de l'os et la reconstitution de la cavité médullaire selon SARMIENTO (6).

Une compression cyclique d'une fracture assure une consolidation plus rapide, avec un cal plus résistant, qu'une compression continue selon PANJABI (12).

e-Importance du respect du périoste:

Après plusieurs expériences, GIRGIS (15) observe que l'avulsion du périoste, entraîne une dévascularisation du foyer de fracture, favorisant la production du tissu fibrocartilagineux plutôt que l'os.

Pour KERNECK(13), l'aspect du cal est différent selon qu'on aborde ou non du foyer de fracture lors d'un enclouage centromédullaire: après enclouage à foyer fermé, le cal est homogène, intimement fixé au foyer de fracture ("anchoring callus"). Par contre, après enclouage à foyer ouvert, le cal prend un aspect en pont ("Bridging callus"), traduisant une dévascularisation plus importante des segments osseux (16).

f-L'ostéosynthèse « idéale » :

Pour respecter les processus physiologiques de la consolidation des fractures de l'enfant, une ostéosynthèse « idéale » doit donc répondre à plusieurs critères:

- § Etre centromédullaire, et réalisée à foyer fermé, pour préserver le périoste et l'hématome fracturaire .
- § Etre de faible diamètre (broches) pour favoriser la revascularisation médullaire ;
- § Etre élastique pour accélérer le développement du cal externe,



- § Supprimer les mouvements de rotation et de cisaillement du foyer de fracture ;
- § Permettre une mise en charge précoce, assurant une compression cyclique physiologique ;
- § L'embrochage élastique stable remplit toutes ces conditions ;

## IV – technique chirurgical ECMES: (37) (38) (39)

### A-MATERIEL D'OSTEOSYNTHESE:

#### 1-LES IMPLANTS:

##### a- 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 apparait 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 (12), 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 (12,21).

b- 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 (51).

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.

c- 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 coudant 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 (54)

d- 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. 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.

e- 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 audessous 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 coté tranchant et un coté 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) (50,54).

### 2-Matériel ancillaire spécifique:

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 (51).

Une coupe broche: l'idéal est de se procurer une 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 (50,52).

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 (55,53).

## B-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.

### 1-Généralités:

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 fixée sur une deuxième poignée en T 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.

## 2- Principes techniques:

Un certain nombre de gestes, de détails et de manoeuvres sont communs quelque soit le type de fracture ou sa localisation, plutôt que de les répéter (50,52).

### a-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 la 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.

b- 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 télévisé 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 manoeuvre 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 manoeuvres 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.

c- 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.

Un varus sera corrigé par une inversion de la broche externe.

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.

d- 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.

e- 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 y a 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-Les différents montages :

Le plus souvent ils sont descendants (1 A B C D), chaque broche étant introduite au travers des faces latérale et médiale de la métaphyse supérieure. Un trait situé au niveau du quart proximal pourrait justifier un montage du bas vers le haut avec un point d'entrée au-dessus de la malléole interne (1 E2), et un autre au niveau de la face externe du tibia (1 E 3).

Dans les fractures isolées du tibia fig 18, la broche interne doit être inversée (fig2 B1) pour que sa convexité soit interne (fig2 B) et s'oppose au varus. Une autre solution consiste à introduire deux broches externes à concavité latérale (fig2 C).

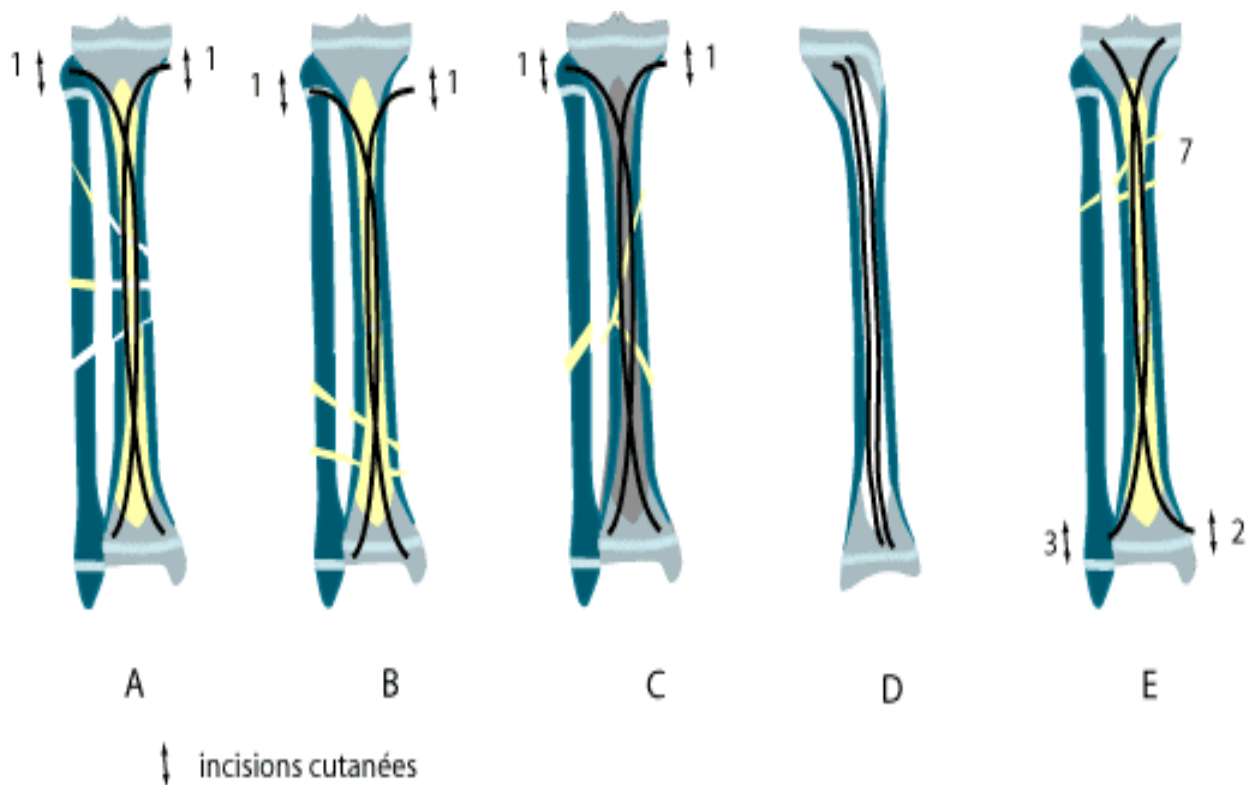


Figure 1 : les différents montages

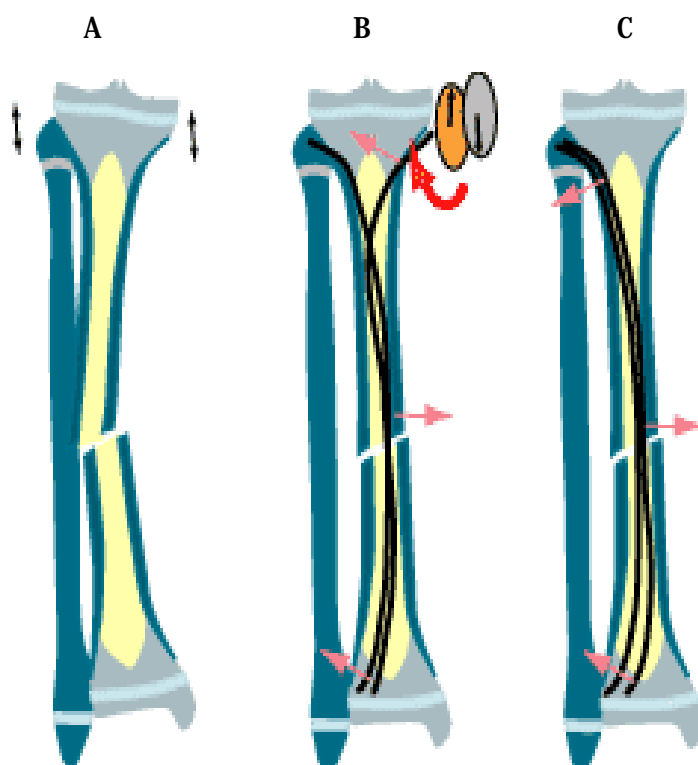


Figure 2:

## D – Description de la technique : (37) (38) (39)

### a-Installation et introduction des broches:

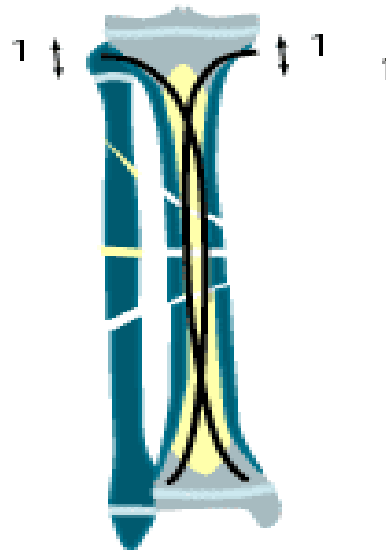
L'ECMES (Embroschage Centro-Médullaire Elastique Stable ) est particulièrement adapté aux fractures du membre inférieur chez l'enfant car le canal médullaire suffisamment large permet l'introduction aisée de deux broches de calibre assez important pour offrir une ostéosynthèse stable, la réduction obtenue est meilleure qu'avec un traitement orthopédique, et la solidité du montage permet de se dispenser de plâtre et d'autoriser une reprise d'appui plus rapide cependant, toutes les fractures ne sont pas de bonnes indications, en outre la réalisation technique simple en apparence impose le respect de certaines règles, et la connaissance de petits détails facilitant l'intervention.

Le déroulement de l'intervention :

- ✓ Sous anesthésie générale, l'enfant est installé sur une table orthopédique de préférence ( mais pas nécessaire ), le membre est préparé puis drapé stérilement.
- ✓ Mise en place de l'amplificateur de brillance
- ✓ Réduction de la fracture par manoeuvres externes et traction

Parfois nécessité d'abord direct si fracture irréductible.

L'embroschage élastique réalise une contention élastique interne stable à l'aide de deux broches intra-médullaires mises en place à foyer fermé, Les incisions débutent au milieu des faces interne et externe, 1 à 2 cm sous la plaque de croissance (fig 4.Fig 3 A1), elles descendent sur 2 à 3 cm longitudinalement. Après dissociation des parties molles, les orifices de pénétration sont forés à la pointe carrée 2 à 3 cm sous le cartilage conjugal. Il faut prendre garde à ne pas les positionner trop en avant pour éviter de léser le cartilage de la tubérosité tibiale .



A

Figure 3:

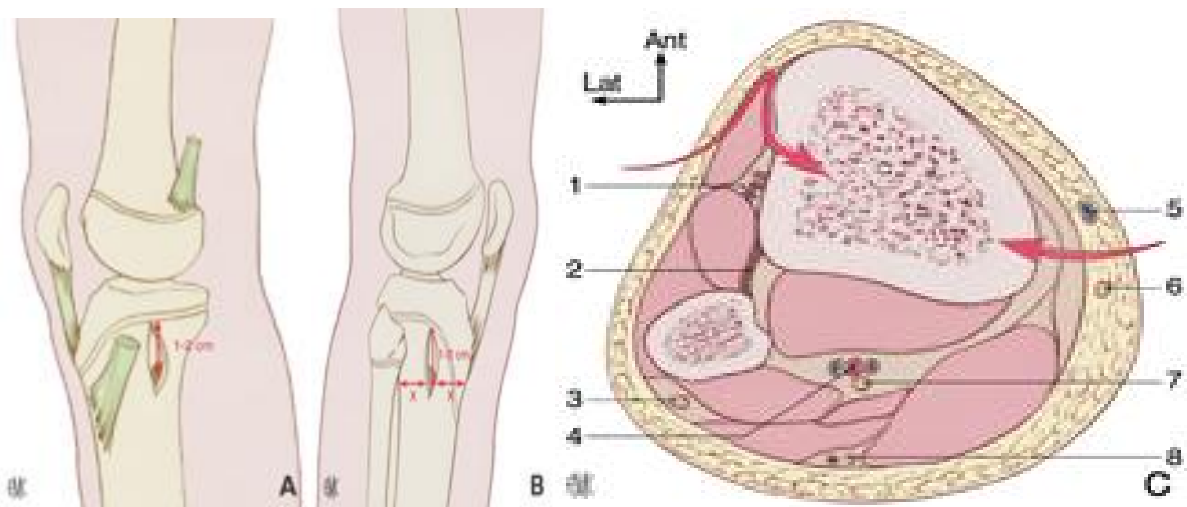


Figure 4 : ECMES bipolaire antégrade du tibia

A. Abord médial.

B. Abord latéral.

C. Coupe anatomique.

1. Artère tibiale antérieure 2. Membrane interosseuse 3. Nerve fibulaire commun  
4. Artère poplitée 5. Grande veine saphène 6. Nerve saphène 7. Nerve tibial  
8. nerf cutané sural médial.

Les deux broches sont donc tournées de façon idéale, la médiale en dedans et la latérale en dehors pour construire le système en arc sécant en regard du foyer de fracture.

Mais, il se peut qu'un déplacement résiduel persiste tandis que les broches progressent dans le fragment distal. Dans ce cas, il est possible d'utiliser le cintrage dans un but de réduction. Ainsi, un valgus se corrige dès lors que la broche latérale est tournée de 180°, la pointe dirigée vers le dedans. Un flessum se corrige en orientant les pointes des deux broches vers l'avant, tout en les maintenant l'une en dedans et l'autre en dehors, en ne les tournant sur elles-mêmes que de seulement 90°.

Lorsque la réduction anatomique est obtenue, les broches sont poussées dans la métaphyse opposée à l'aide d'un marteau. L'impaction finale du foyer de fracture est assurée.

### b-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. L'intervention se termine par la confection d'un pansement compressif.

### c-Soins post-opératoire immédiats:

Aucune immobilisation post-opératoire 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.

***MATERIEL  
ET METHODES***

## V – MATERIEL ET METHODES:

Nous rapportons une étude retrospective concernant 34 cas de fractures de Tibia chez 33 enfants (un cas de bilateralité) traités par embrochage centromédullaire élastique stable colligés au service de traumatologie orthopédique pédiatrique au CHU Hassan II de Fès de janvier 2004 au 2010.

### 1- Les critères d'inclusion :

Cette étude intéresse tous les cas de fractures du Tibia déplacées traités par embrochage centromédullaire élastique.

L'âge des enfants est compris entre 5 et 15 ans.

### 2 – Les critères d'exclusion :

Les cas de fractures du Tibia traités orthopédiquement ou par une technique chirurgicale autre que l'embrochage centromédullaire élastique stable et les fractures sur os pathologique

3 – Fiche d'exploitation: Cette étude retrospective 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.



**F** Voir la fiche :

**FICHE D'EXPLOITATION**  
**TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES DU TIBIA PAR ECMES**

Nom : Age : NO : Adresse :	Prénom : Origine : NE : Tél :
<b>ATCD :</b> Médicaux : Oui : <input type="checkbox"/> Non : <input type="checkbox"/> Si oui : ..... Chirurgicaux : Oui : <input type="checkbox"/> Non : <input type="checkbox"/> Si oui : .....	
<b>TRAUMATISME :</b> AVP : <input type="checkbox"/> Chute : <input type="checkbox"/> Agression : <input type="checkbox"/>	
<b>MECANISME :</b> Direct : <input type="checkbox"/> Indirect : <input type="checkbox"/>	
<b>DELAI :</b> consultation : ..... Chirurgie : .....	
<b>CLINIQUE :</b> Œdème : <input type="checkbox"/> Ecchymose <input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Ouverture cutanée : Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Stade Cauchois Duparc : I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> Lésions vasculo-nerveuses : Non <input type="checkbox"/> Oui : <input type="checkbox"/> .....	
<b>RADIOLOGIE :</b> Trait : Transverse <input type="checkbox"/> Oblique court <input type="checkbox"/> Oblique long <input type="checkbox"/> Spirale <input type="checkbox"/> Siège : 1/3 sup <input type="checkbox"/> 1/3 moy <input type="checkbox"/> 1/3 inf <input type="checkbox"/> 3ém frag <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<b>LESIONS ASSOCIES:</b> Fracture : Basins <input type="checkbox"/> femur <input type="checkbox"/> Humérus <input type="checkbox"/> Lésions : Traumatisme Cranien <input type="checkbox"/> Traumatisme Thoracique <input type="checkbox"/> Traumatisme abdominal <input type="checkbox"/> Traumatisme rachis <input type="checkbox"/> Polytraumatisme <input type="checkbox"/> 2os avant bras <input type="checkbox"/>	
<b>TRAITEMENT:</b> Orthopédique: Attelle <input type="checkbox"/> Réduction <input type="checkbox"/> Traction <input type="checkbox"/> Chirurgical: ECMES ascendant <input type="checkbox"/> ECMES descendant <input type="checkbox"/> Taille de broches : ..... Atelle <input type="checkbox"/> Date de la marche <input type="checkbox"/>	
<b>SUIVI :</b> Contrôle : 1 <sup>ère</sup> semaine <input type="checkbox"/> 1 mois <input type="checkbox"/> 3 mois <input type="checkbox"/> 6 mois <input type="checkbox"/> 1 an <input type="checkbox"/> Déplacement secondaire : oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Ablation de Matériel <input type="checkbox"/> Délai <input type="checkbox"/> Délai de consolidation <input type="checkbox"/> Complication : Broche saillantes <input type="checkbox"/> Ostéoartrite <input type="checkbox"/> Refracture <input type="checkbox"/> Cal vicieux <input type="checkbox"/> Pseudarthrose <input type="checkbox"/> Inégalité de longueur : <input type="checkbox"/> Raideur du genou <input type="checkbox"/> Recul : .....mois Autres : ..... .....	

# ***RESULTATS***

## A.LES PATIENTS:

### 1. SEXE:

Sur les 33 enfants étudiés il y a une prédominance masculine nette dans notre série (Fig. 1):

- ◆ 23 Garçons : soit 70 %
- ◆ 10 Filles : soit 30 %

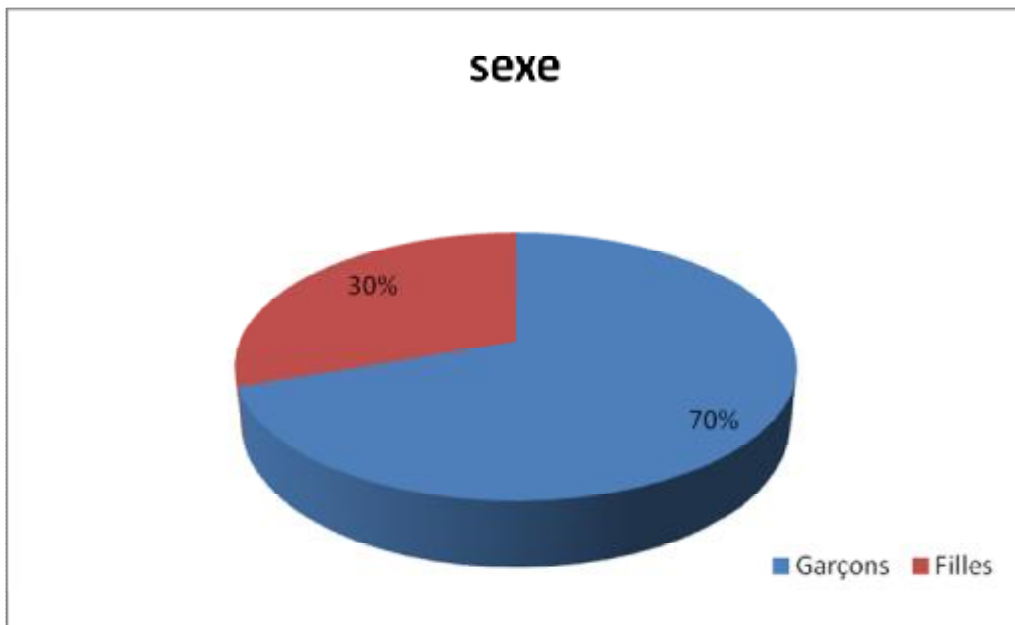


Fig1: repartition selon le sexe

## 2. AGE:

L'âge moyen de nos patients était de 11 ans avec des extrêmes de 5 et 15 ans. Nous avons eu un seul patient âgé de 5 ans qui avait un polytraumatisme.

La répartition des patients par tranche d'âge montre un pic à 10 ans. (Fig.2) 30 enfants (91%) avaient plus de 9 ans.

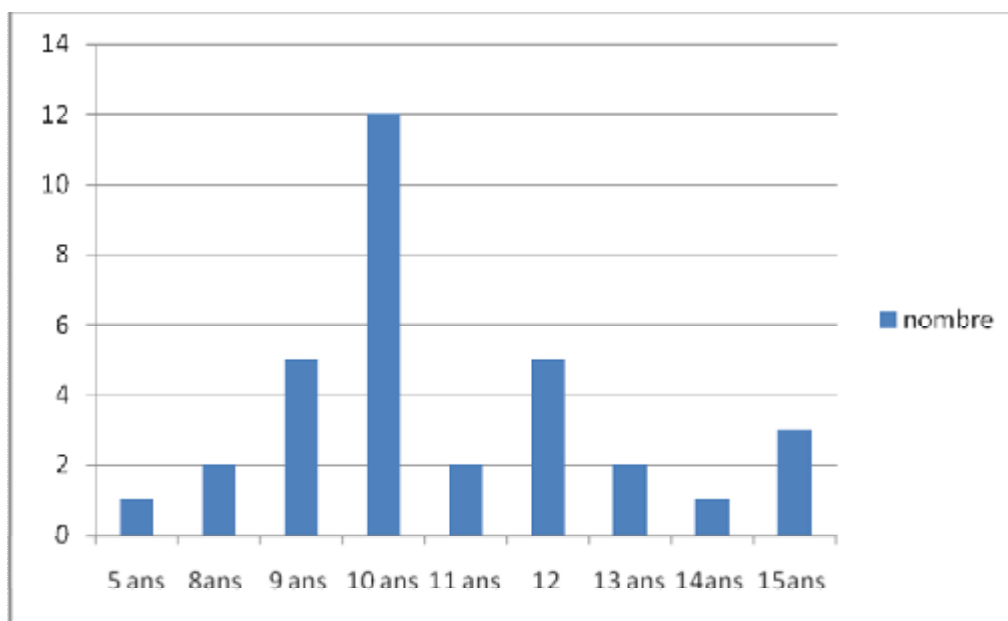


Figure 2: répartition en fonction de l'âge

## 3. ANTECEDENTS ET ETAT ANTERIEUR:

Un de nos patients avait un antécédent d'angine à répétition traité par extencilline.

## B. ACCIDENT CAUSAL :

Les causes de fractures pouvaient être réparties comme suit:

- ◆ Accidents de la voie publique : 26 cas (79 %) dont
  - Piétons heurtés par voiture : 17 cas
  - Piétons heurtés par moto : 7 cas
  - Passagers de véhicules : 1 cas
  - Non précisés : 1 cas
- ◆ Chute (imprudence) : 1 cas
- ◆ Accidents de sport : 4 cas
- ◆ Ecrasement par objet lourd : 2 cas

On peut noter la prédominance des accidents de la voie publique, intéressant essentiellement des enfants piétons heurtés par des voitures.

(Fig.3)

Les accidents de sport, en deuxième position après les AVP, elles représentent 12% des causes des fractures diaphysaires du tibia.

L'écrasement par objet lourd est aussi une cause rare, 2 malades avaient présenté des fractures du tibia suite à un écrasement par objet lourd.

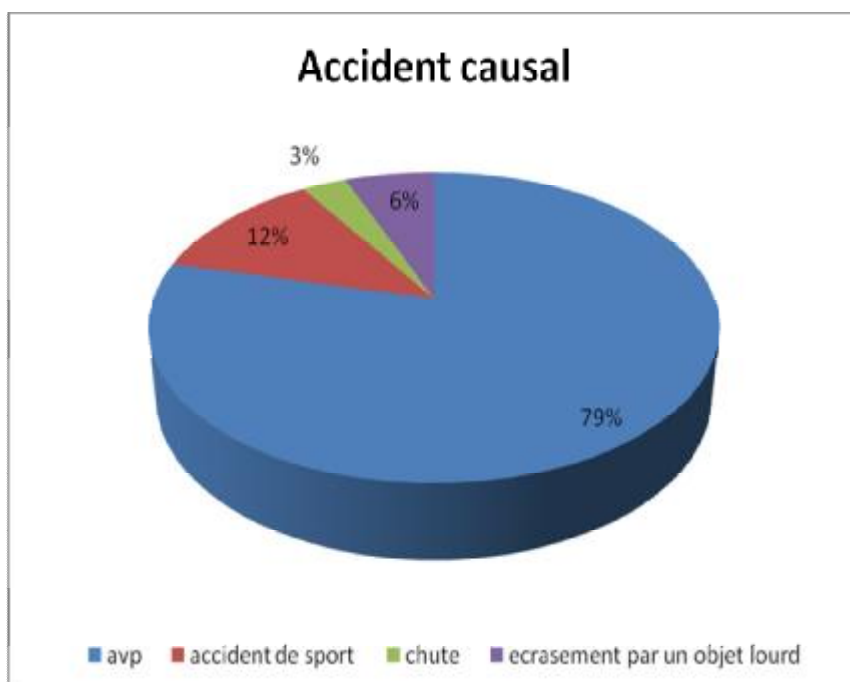


Figure 3: Traumatisme en cause

## C. LOCALISATION ET TYPE DES FRACTURES :

### 1.COTE :

L'étude a concerné 34 fractures diaphysaires du tibia chez 33 enfants (un cas de bilatéralité) :

- ◆ Le tibia droit qui été le plus fréquemment touché, on a noté : 20 patients
- ◆ Le tibia gauche été moins touché par rapport au tibia droit:12 patients ayant présenté des fractures diaphysaires du tibia à gauche.
- ◆ A noter qu'un malade avait une fracture bilatérale.

### 2.LOCALISATION DES FRACTURES :

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

- ◆ Tiers inférieur: 21 cas (64%) ce qui fait que cette localisation soit la plus fréquente des fractures diaphysaires.
- ◆ Tiers moyen: 12 cas (36%) ce qui signifie que cette portion soit moins touchée par les fractures.

### 3. Localisation de la fracture et type de trait :

Le tableau I résume le lien entre la localisation et le trait des fractures diaphysaires. Les fractures obliques intéressent surtout le tiers inferieur de la diaphyse tibiale.

Tableau I : le lien entre la localisation et le trait de fracture

Type de fracture	Siège	
	1/3 Moyen	1/3 Inférieur
Transversale avec ou sans 3 <sup>ème</sup> fragment	5	5
Oblique avec ou sans 3 <sup>ème</sup> fragment	4	13
Spiroïde avec ou sans 3 <sup>ème</sup> fragment	3	3

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

Parmi les 33 cas de fractures diaphysaires du tibia étudiées, on a trouvé neuf patients ayant présenté des fractures ouvertes:

- 8 de nos patients avaient des fractures ouvertes stade I selon la classification de CAUCHOIS et DUPARC, traitées par parrage de la plaie puis embrochage à foyer fermé.
- 1 enfant avait une fracture stades II selon la classification de CAUCHOIS et DUPARC. Il a été traité en urgence par parage et fermeture de la plaie, puis embrochage immédiat à foyer fermé, sous couvert d'une antibioprophylaxie.

#### D. LESIONS ASSOCIEES :

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

8 enfants présentaient des lésions associées:

- 5 traumatismes crâniens dont :
  - 3 traumatismes crâniens bénins.
  - 2 traumatismes crâniens graves.
- 1 cas : une plaie crânio-cérébrales qui a été suturée et qui a bien évolué
- une hémorragie méningée avec inondation des ventricules latéraux, qui a été surveillé et qui a bien évolué.
- Deux traumatismes du massif facial:
- Contusion abdominale : 2 cas dont :
  - une contusion splénique
  - Un patient avaient un épanchement abdominal minime sans lésions décelables.
- 2 polytraumatisés :
- Lésions des membres et des ceintures :
  - Une Fracture du cadre obturateur
  - Une fracture du femur homolateral réalisant un genou flottant stade1 selon la classification de fraiser.

## E. PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE :

### 1 - Indication de l'ECMES dans notre serie:

Le traitement des fractures de la jambe est essentiellement orthopedique, le traitement chirurgical a été indiqué dans notre serie dans les cas suivants:

- Un polytraumatisme dans deux cas est cela pour facilité la prise en charge en reanimation,on a un cas d'un enfant de 5ans qui a été admis au service de reanimation pour prise en charge d'un polytraumatisme ou il a bénéficié



d'un embrochage centromedulaire qui a permis de faciliter le nursing et une mobilisation précoce des membres des enfants alités.

- Chez 10 malades l'indication de l'ECMES a été pose devant l'instabilité de la reduction de la fracture.
- 9 malades avaient benificiée d'un traitement orthopedique par un platre cruro pédieux et on a noté un déplacement secondaire après un controle radiologique de 8 jour.
- L'ECMES a été indiqué devant l'impossibilité d'avoir une reduction satisfesante chez 5 malades.
- 9 malades avaient une fracture ouverte: classé stade I selon la classification du cauchoix et duparc chez 8 patients et stade II chez un malade ou ils ont traitées par un parrage de la plaie puis embrochage à foyer fermé associé à une antibiotherapie prophylactique.

## 2- DELAI DE CHIRURGIE :

31 patients ont été opérés le 2ém jour du traumatisme. Les 2 autres ont bénéficié d'une attelle plâtrée provisoire en attendant la stabilisation de leur état. Le délai moyen du traitement chirurgical était de 3 jours.

## 3- TECHNIQUE OPERATOIRE :

### a- Technique d'anesthesie:

La majorité des patients ont été opéré sous rachianesthésie (30 cas),

L'anesthesie général n'a été pratiquée que dans trois cas.

Notons qu'aucune complication post opératoire n'a été notée dans cette série.

b-Installation:

Les modalités d'installation ont été les suivantes :

Tous nos malades ont été opérés sans table orthopédique.

1- amplificateur de brillance dans 31 cas.

2- sans amplificateur de brillance dans 2 cas (l'appareil était en panne).

c- Montage utilisé:

Le montage classique, bipolaire descendant à deux broches : a été utilisé chez tous les patients.

d-Choix des broches :

1) Matériaux:

Les broches employées ont été des broches essentiellement en titane elles sont les plus recommandés car elles sont plus élastique que celle en acier.

2) Diamètre des broches:

La répartition du diamètre des broches utilisées est résumée dans le tableau II:

Tableau II : répartition du diamètre des broches

Diamètre 1/10 mm	nombre
30	17
35	17

Le choix du diamètre des broches a été fait en fonction de l'âge des patients et du diamètre du canal médullaire.

§ Pour les enfants de moins de 10 ans, on a choisie des broches de 30/10 mm de diamètre.

§ Pour les enfants de 10 à 15 ans, on a utilisé des broches de 35/10 mm de diamètre.

e. Durée de l'intervention :

Chez 30 patients la durée moyenne d'installation entre l'intubation et l'incision a été de 15 minutes ; la durée moyenne de l'embrochage proprement dit a été de 45 minutes.

f. Analgésie post opératoire:

L'analyse des différents moyens analgésiques utilisés chez nos patients a montré que le paracétamol est l'antalgique le plus utilisé suivi des AINS ainsi que les antalgiques centraux.

## F. SUITES OPERATOIRES:

### 1) IMMOBILISATION COMPLEMENTAIRE :

Tous nos patients ont bénéficié d'une attelle cruro-pédieuse.

La radiographie du contrôle avec les 2 incidences (face et profil), était également la règle en post opératoire immédiat, à une semaine, à 1 mois et à 3 mois.

### 2) VERTICALISATION ET REPRISE DE L'APPUI :

La verticalisation sans appui a été autorisée dès le lendemain de l'intervention. L'appui partiel en utilisant des béquilles et l'ablation de l'attelle cruro-pédieuse ont été réalisés à J15 pour les 33 patients sauf chez le malade qui avait la fracture bilatérale ou on a retardé l'appui jusqu'à la consolidation.

L'appui total a été permis en moyenne à partir de deux mois.

### 3) DUREE DE L'HOSPITALISATION :

La durée moyenne d'hospitalisation a été de 4 jours avec des extrêmes entre 3 et 10 jours vue quand on avait des cas de fracture ouverte ou l'antibiothérapie est préconisé chez eux pdt 10 jours.

L'ablation des broches a été réalisée dès la consolidation de la fracture, sous sédation, après environ 4 à 6 mois.

La reprise de la scolarité a été faite après un mois après la chirurgie sauf chez les cas présentant des complications.

## G.COMPLICATIONS PRECOCES:

### 1. COMPLICATIONS GENERALES:

Aucun patient n'a présenté des signes clinique de thrombose veineuse ou d'embolie pulmonaire, bien qu'aucun traitement anticoagulant préventif n'a été instauré.

L'enfant ne fait pas de complications thrombo-emboliques, il est donc inutile jusqu'à la puberté de prescrire des anticoagulants, à partir de la puberté, il faut discuter cette thérapeutique mais ne pas la prescrire systématiquement comme chez l'adulte.

### 2. COMPLICATIONS INFECTIEUSES:

Deux suppurations superficielles sur les extrémités des broches, d'évolution favorable après ablation du matériel d'ostéosynthèse.

### 3. PROBLEMES DE BROCHES:

Dans notre serie on note 1 cas (3; 3%), la saillie anormale des broches a menacé et perforer la peau. une recoupe des broches a été réalisée sous anesthésie locale.

### 4. DEFAUTS DE REDUCTION:

Dans un cas on a constaté sur les radiographies de contrôle un défaut d'axe notamment: Une angulation en varus de 10 degré: 1 CAS.

## H.EVOLUTION A MOYEN TERME:

### 1. ABLATION DU MATERIEL D'OSTEOSYNTHESE :

Elle a été pratiquée en moyenne 6 mois après l'embrochage (avec des extremes de 4 à 11 mois).

L'intervention a toujours été réalisée sous anesthésie générale, au cours d'une hospitalisation de jour. Elle n'a pas été toujours facile, en raison d'une recoupe souvent trop courte des broches de l'excellente tenue de celle-ci dans l'os spongieux, et du matériel d'ablation non adapté.

### 2. RETARDS DE CONSOLIDATION:

Nous n'avons constaté qu'un seul cas de retard de consolidation ; chez un enfant qui avait un cal hypertrophique mais avec persistance du trait de fracture après 4 mois; l'évolution était bonne et l'ablation de matériel a été faite après 11 mois.

### 3. Inégalités de longueur:

Sur 30 patients suivis avec un recul supérieur à 6 mois on a pas noté une inégalité de longueur.

### 4. CALS HYPERTROPHIQUES:

Trois de nos patients avaient un cal hypertrophique sans retentissement fonctionnel ni compression vasculo-nerveuse.

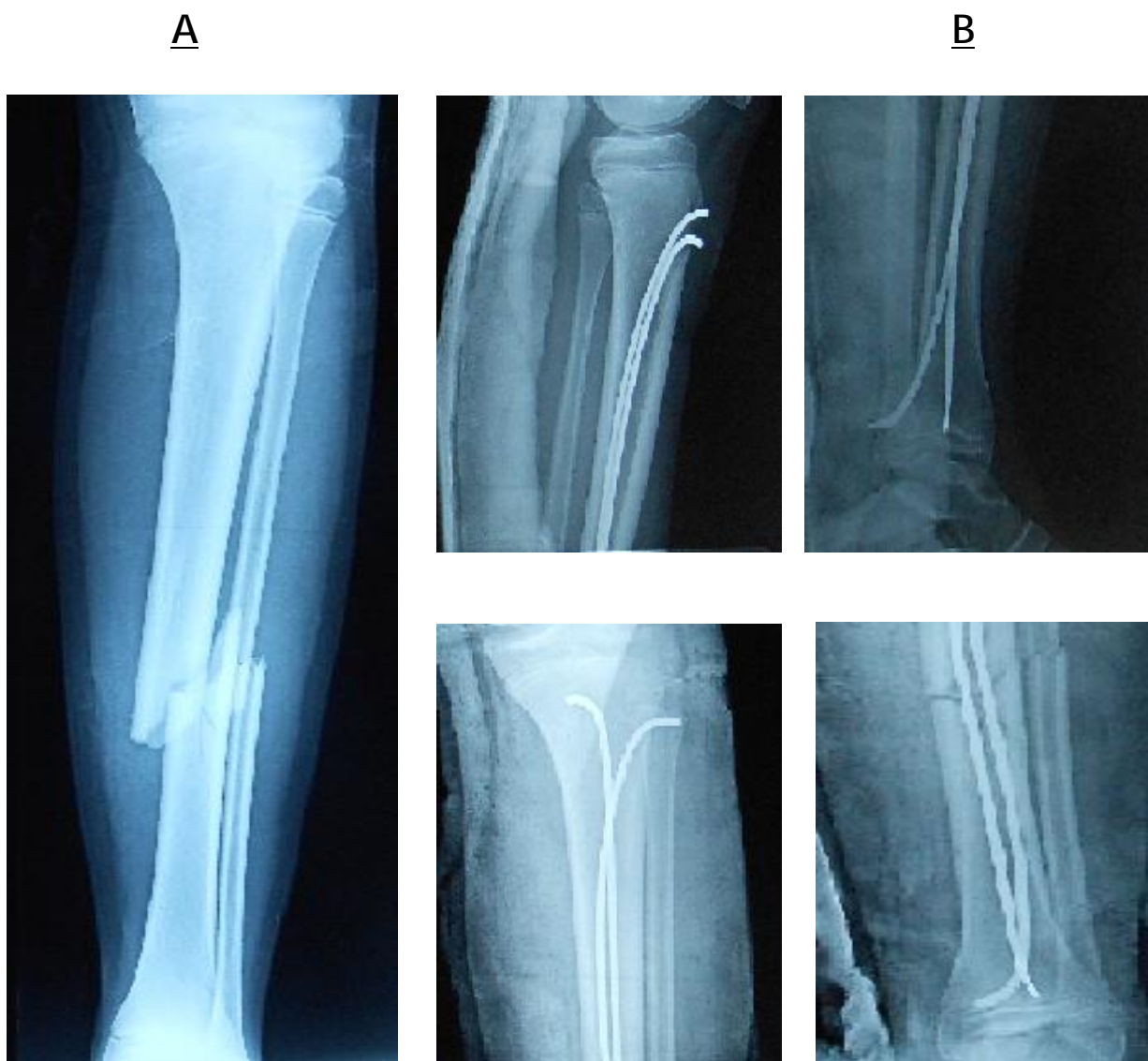
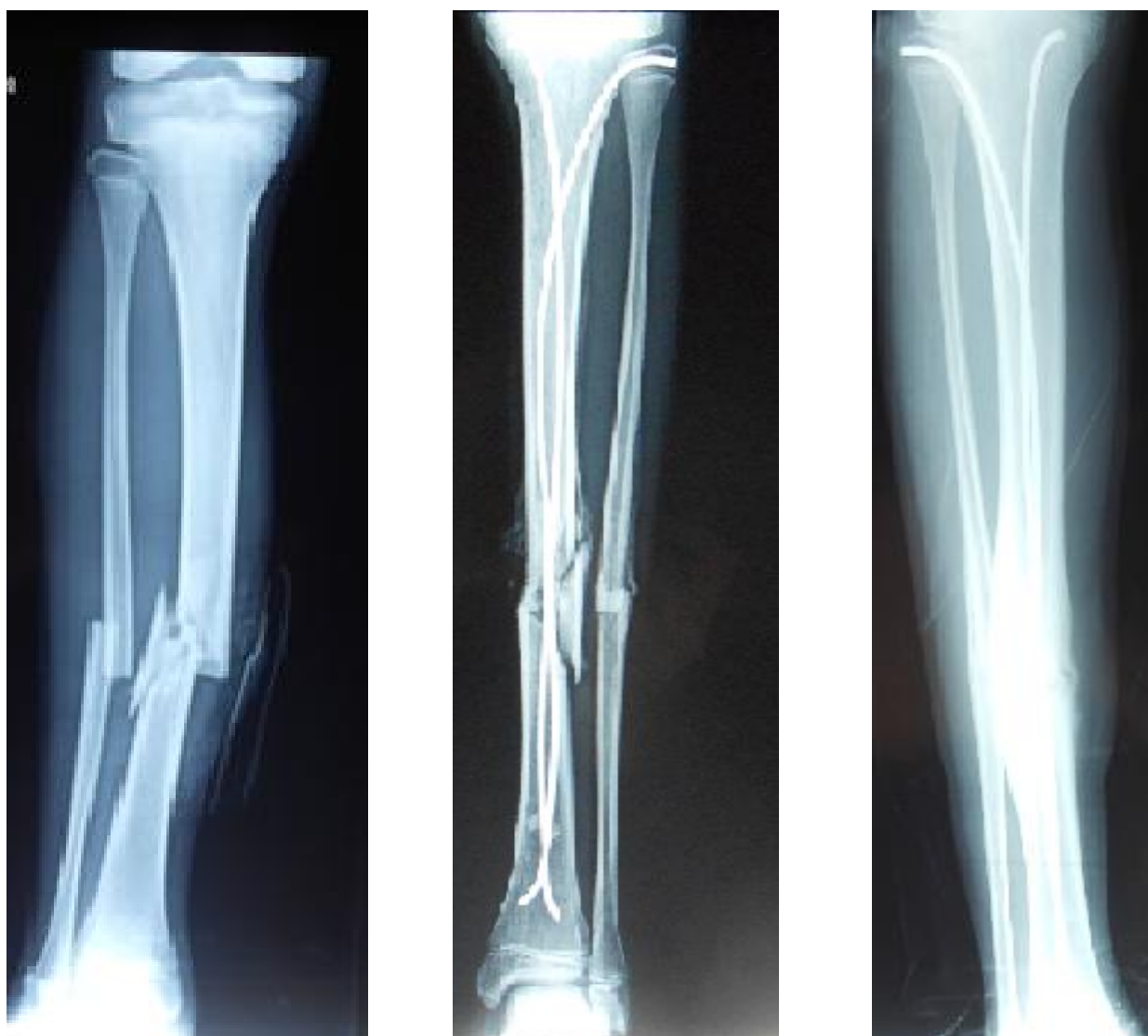


Figure1: enfant agé de 13ans victime d'un AVP

A: fracture mediodiaphysiare des 2 os de la jambe.

B: ECMES descendant du tibia.



A

B

C

**Figure 2:** fracture ouverte de la jambe stade 1 chez un enfant de 12 ANS

A: fracture du 1/3 moyen des 2 os de la jambe avec un 3eme fragment en aile de papillon.

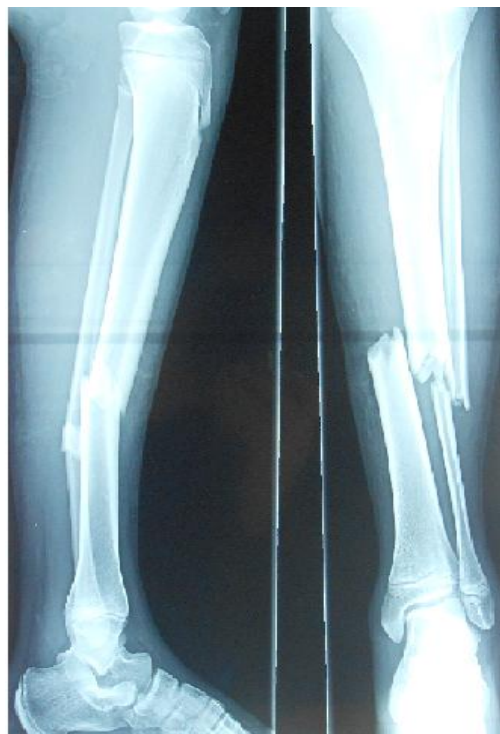
B: radiographie immediate après ECMES descendant du tibia.

C: radiographie de face 6 mois après un ECMES descendant.





A



B



C

Figure 3: enfant de 10ans victime d'un accident de sport.

A: fracture a trait transversal mediodiaphysaire des 2 os de la jambe droite.

B: radiographie de controle face et profil immediate après reduction et oseosynthese par ECMES.

C: radiographie de controle après 8 mois montre une bonne consolidation.

# ***DISCUSSION***

## 1) INTRODUCTION :

Le traitement chirurgical des fractures du tibia est rarement indiqué chez l'enfant. Le but de ce travail est de déterminer l'intérêt de l'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) et ses complications dans le traitement des fractures de la diaphyse tibiale.

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 Heinriche et All (56), aucun autre moyen de traitement des fractures diaphysaires du tibia chez l'enfant n'est assez universel ni produit de meilleurs résultats que l'ECMES.

Une étude a été réalisée à Nancy entre 1979 et 1985 à propos de 123 cas de fractures du Tibia qui ont tous été traités par ECMES, les complications de cette technique au niveau de cette série étaient minimales avec un seul cas d'infection sur matériel et un seul cas d'ulcération cutanée par l'extrémité de la broche, aucune répercussion sur la croissance n'a été notée.

Les avantages décrits de la technique:

- ✓ Appui précoce
- ✓ Petite cicatrice

Pour cela Ligier et Metaizeau l'ont nommée technique physiologique de traitement des fractures du Tibia chez l'enfant.

L'ECMES peut être également utilisée au niveau d'autres os longs chez l'enfant (Ligier et Al. 1985). (34) (33) (35).

## 2) INDICATION DE L'ECMES :

IL faut encore souligner que le traitement des fractures de la jambe sont essentiellement orthopedique chez l'enfant, l'ECMES n'a donc que peu d'indication:

- IL doit etre gardé en secours pour les patients qui ne peuvent pas accepter un platre (traumatise cranien, ploytraumatisé, neurologique...).
- Une fracture instable après un traitement orthopédique.
- Un déplacement secondaire.
- Les fractures ouvertes peuvent etre embrochées dans les stades 1 et 2 selon la classification de cauchoix et duparc.
- Une angulation résiduelle supérieure à 15° après traitement orthopedique au-dela de 10ans ou 10° après 12 à 13ans. un défaut résiduel de 10 à 15° en valgus ou varus ou un cal vicieux rotatoire ne se remodelera pas;mais il faut savoir que l'embrochage mal realisé peut laisser et maintenir une anomalie.
- Les farctures étagées associant une lesions tibiale et fémorale, les fractures bi focales.
- Selon la localisation, les lesions de la moitié supérieure doivent être embrochées préférentiellemnt par le bas.les fractures du tiers moyen peuvent etre embrochées indifferemment par le bas ou par le haut.les fractures du tiers inférieur doivent etre embrochées par le haut.

Avant 5 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...).

Nos patients avaient **entre 5 et 15 ans**. 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. (34 ,35)

### 3) Donnée épidémiologique :

- age :

La première description de l'ECMES de la jambe a été faite par Frica, et ce en 1980 celle ci a été présentée comme étude expérimentale

“L'ostéosynthese stable élastique, nouveau concept biomecanique

et depuis lors l'utilisation de l'ECMES dans le traitement des fractures du tibia representait un veritable défi,d'une part à cause des problemes lies à la reduction et d'autre part à cause de la particularité qu'a cet os.(62)

L'age moyen de nos patient etait de 11ans chose qui concorde avec les series de Todd O'Brien, MD,\* David S. Weisman, MD,† Peter Ronchetti, MD,\*Christopher P. Piller, MD,\* and Michael Maloney, MD\*.

- LOCALISATION ET TYPE DE FRACTURES:

- a- Côté:

Nous n'avons pas constaté la classique prédominance des fractures du tibia gauche, que Rang explique le sens de la circulation automobile (57,58).

Dans la serie de Todd O'Brien Les fractures du tibia droit a été impliqué chez 49 patients et la gauche dans 37 cas.

b- localisation du trait:

Dans notre serie la localisation des fractures est predominé au tier inferieur dans 64% alors que dans les autres series est dominé au tier moyen (Les deux tiers environ des fractures étaient médiodiaphysaires dans la serie de dendane 59) .

c- Type de trait:

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

KARL (60) insiste sur le mécanisme du traumatisme et le trait de fracture, un traumatisme indirect lors d'un accident sportif, entraine une fracture spiroide ou oblique longue. A l'opposé, un traumatisme direct, lors d'un accident de la voie publique, cause plutôt une fracture transversale ou comminutive.

#### 4) LE CHOIX DU MONTAGE:

En principe, le montage ascendant et descendant donne pratiquement les mêmes résultats de point de vu stabilité et consolidation (61).

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(62).

Dans le même contexte, Kevin et Fricha de l'hôpital SAN DIEGO (62) ont réalisé une étude sur un modele 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 (62).

Dans notre serie tous les malades ont benificié d'un embrochage descendant.

## 5) LE CHOIX DES BROCHES:

Dans une étude multicentrique réalisée par Flynn et All (51), 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 3,0à 4,0 mm, il était toujours choisi en fonction du diamètre endomédullaire et l'âge du patient.

Les français ont utilisés des broches avec un petit diametre pour procurer une rigidité flexible alors que l'ECMES demande une fixation stable et élastique.l'élasticité permet de controler les mouvements au niveau du site de fracture ce qui permet des mouvements cycliques, ainsi que la résistance aux forces entrainant une angulation ou rotation,aussi les forces qui entrainent un déplacement sont transformées en forces de compression et de traction.O.BRIEN (43;44;45;46) dans sa série à utilisé des broches avec de plus grand diametre pour procurer plus de rigidité,il convient que la rigidité du système est basée sur le comblement du canal médullaire.

## 6) L'OUVERTURE DU FOYER:

Tous les enfants ont été traités à foyer fermé. Dans la littérature, l'ouverture du foyer lors de l'embrochage n'est nécessaire qu'en cas de fracture négligée ou d'irréductibilité totale par interposition musculaire ou périostée [63,64].

## 7) LES COMPLICATIONS SONT-ELLES EVITABLES?

### A-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 la serie de dendane Une seule de ces complications a été considérée comme majeure (cal vicieux supérieur à 10°). Un des patients a présenté deux complications, à savoir : un cal vicieux en valgus de 13° et en recurvatum de 12°. Un autre patient a présenté un cal vicieux inférieur à 10° sans retentissement clinique.

Dans notre serie on a constaté sur les radiographies de contrôle un défaut d'axe notamment: Une angulation en varus de 10 degré: 1 CAS. on a observé aucun cas de déplacement secondaire dans notre serie.



## B- l'irritation du site d'introduction des broches :

En plus de l'effraction cutanée par les pointes des broches l'évolution a été marquée par l'atrophie de la jambe qui était liée plus au délabrement qu'à l'ECMES dans la série d' O.BRIEN; par contre dans notre série les complications cutanées sont traitées médicalement avec bonne évolution.

## C-L'inégalité de longueur des membres inférieurs (ILMI):

L'inégalité de longueur du membre inférieur est une complication spécifique de l'enfant. L'inégalité se fait le plus souvent dans le sens de l'allongement par hyperhémie épiphysaire postfracturaire transitoire stimulant l'ossification enchondrale.

L'hyperallongement qui ne dépasse pas généralement 15 mm, se voit surtout chez l'enfant jeune, en cas de fracture communitive et en cas de lésion juxtamétaphysaire [65]. L'inégalité par raccourcissement de la jambe est l'apanage des fractures ouvertes complexes [66,67]. Nous avons noté un seul hyperallongement de l'ordre de 12 mm, parfaitement asymptomatique dans la série de dendance. Aucun cas de trouble de croissance n'a été noté dans la série d'O.BRIEN ni d'allongement de membre (supérieur à 7mm) un seul cas d'ILM total de 1,6 cm a été noté chez un enfant traité également pour genou flottant, dont uniquement 2mm ont été mis sur le compte de la jambe. le diagnostic d'inégalité de longueur a été posé par la t-scan chez 7 patients avec une Clinique tout à fait normale(47;48).

Dans notre série on a pas noté un cas d'inégalité de longueur des membres.

### D-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 4 à 6 mois après une radiographie de contrôle est cela concorde avec la serie de dendane.

Contrairement aux autres localisations, notamment du membre supérieur, toutes les ablations de broches du tibia se faisaient sous anesthésie générale, à l'hôpital du jour, comme dans les autres séries notamment celle de Mgoian (68).

## 8) REFLEXIONS SUR LA TECHNIQUE DE L'EMBROCHAGE

### ELASTIQUE STABLE:

#### A- La technique chirurgicale est-elle facile?

Si on se réfère à sa simplicité théorique et au matériel limité nécessaire à sa réalisation, on sera tenté de répondre "oui".

Si l'on tient compte du nombre de montages défectueux ayant nécessité une reprise chirurgicale, on doit répondre "non", il ne suffit pas de monter deux broches dans un tibia pour faire un embrochage élastique stable digne de ce nom.

L'embrochage doit être considéré comme une ostéosynthèse majeure et rigoureuse.

Les points essentiels à la réussite de l'intervention:

§ *L'installation:* l'embrochage de tibia est possible sur une table simple et il est ainsi réalisé par certaines équipes(53), mais l'utilisation de la table orthopédique et deux amplificateurs de brillance permet d'éviter toute

manipulation pendant l'intervention, et diminue par conséquent le risque septique et la durée d'irradiation.

§ *Les points d'entrée des broches* : doivent avoir une situation, une taille et une orientation précises pour éviter d'éventuels incident.

§ *Le cintrage des broches* : qui conditionne la stabilité et l'axe du montage.

## B- Quel broches choisir?

Le choix des broches est basé sur le diamètre médullaire du tibia, un critère fiable quoique difficile pour faire ce choix, le deuxième élément significatif intervenant dans le choix des broches est l'âge du patient.

Contrairement aux autres auteurs(69), nous avons utilisé des broches d'une seule longueur, recoupées à la fin de l'intervention.

Les broches en Titane sont plus élastiques et moins rigides que les broches en acier, en pratique les broches en Titane sont plus difficiles à cintrer, mais conservent mieux la forme qu'on leur a donnée. (70).

Dans la serie d'OBRIEN les broches en titane ont été utilisés dans 83 cas et celle en acier inoxydable dans 3 cas.

Le module d'élasticité, ou le module de Young du Titane est de 11000kgf/mm, contre 20000kgf/mm pour l'acier.

Dans notre série, l'utilisation des broches en Titane a toujours été recommandée, les broches en acier inoxydables ont été utilisée lorsque le titane n'était pas disponible.

### C-L'exposition aux irradiations est-elle négligée?

Nous n'avons pas effectué de mesure de l'irradiation reçue par le chirurgien au cours d'un embrochage de tibia, des études publient que l'irradiation reçue par le chirurgien au cours d'une ostéosynthèse du tibia à foyer fermé est très en dessous des limites tolérées pour une population exposée, néanmoins, les conséquences à long terme d'une telle irradiation sont difficile à prédire (71).

L'exposition aux rayons ne doit pas être négligée, l'irradiation doit être limitée par :

- § L'utilisation d'un ou mieux deux amplificateurs de brillance à mémoire.
- § L'utilisation de moyen de protection (tablier et gant plombés).
- § L'expérience du chirurgien, qui permet de restreindre l'utilisation du contrôle radioscopique.

### 9) INTERETS ET AVANTAGES DE L'ECMES:

1. Les exigences sociales et scolaires d'une remise en charge précoce sont plus nettement apparues.
2. Les progrès parallèles de l'anesthésie en milieu pédiatrique ont fait évoluer les mentalités vis-à-vis des actes opératoires.
3. La stabilisation interne du fut diaphysaire suffisante permettant la mise en charge précoce.
4. diminution de l'inégalité de longueur post fracturaire par rapport aux techniques d'ostéosynthèses directes du foyer de fracture(56).
5. Introduction des broches à foyer fermé préserve l'intégralité du périoste, sa vascularisation, l'hématome fracturaire, et permet de limiter le préjudice à deux cicatrices de petites tailles au niveau du genou.

6. L'élasticité du matériel laisse persister dans le foyer une certaine mobilité qui diminue l'activité du périoste et permet une restructuration rapide des travées osseuses(38), favorisant la cicatrisation et la consolidation rapide des fractures.
7. Malgré cette élasticité, le montage s'oppose à de trop grands déplacements évitant l'apparition de défauts résiduels préjudiciables.
8. La diminution importante du risque infectieux.
9. L'embrochage élastique stable permet une consolidation plus constante que les autres moyens d'ostéosynthèse, permet la constitution d'une cal de meilleure qualité biomécanique.

***CONCLUSION***

Les fractures diaphysaires du tibia sont fréquentes chez l'enfant, le choix du traitement reste difficile vu le large panel des méthodes thérapeutiques.

Dans cet arsenal, l'embrochage centromédullaire élastique stable est une méthode sûre et reproductible chez l'adolescent.

IL s'agit d'un système dont les avantages sont multiples à noter : une technique d'application facile et rapide, une réduction à ciel fermé, peu agressive de mieux en mieux codifiée, un séjour hospitalier réduit et une perturbation minimale de la croissance osseuse et dont l'embrochage peut être adapté à l'anatomie du patient.

Ainsi cette méthode ayant démontré sa réussite en matière de réduction anatomique parfaite, avec une diminution au recours au traitement chirurgical sanglant. Elle assure une consolidation excellente et rapide, avec des complications qui restent en général mineures.

L'embrochage devient alors une indication incontournable chez le grand enfant et chez le polytraumatisé. Comme chez l'adulte, la fracture ouverte n'est plus une contre-indication absolue. Ce type de montage permet une remise en charge précoce par verrouillage immédiat des mouvements de rotation, ainsi que l'angulation antéro-postérieure des fragments osseux.

La cicatrisation osseuse post-fracturaire est rapide. Les micromouvements du foyer fracturaire sont des facteurs favorisant la solidité et la résistance à la torsion. L'hypercroissance post fracturaire est minimisée, si la remise en charge est précoce. Elle reste en tous cas inférieure à celle observée lors du traitement orthopédique, ou a fortiori lors de traitement chirurgical.



***RESUME***



## RESUME

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) représente un nouveau principe de fixation endomedullaire, il semble particulièrement s'adapter aux nécessités de la traumatologie infantile, sans souffrir des inconvénients que l'on peut opposé à la plupart des autres moyens d'ostéosynthèse.

Nous rapportons une étude retrospective colligée au service de traumatologie orthopédie pédiatrique du CHU HASSAN II de FES .sur une période du janvier 2004 au 2010 a propos de 34 cas de fracture de tibia chez 33 patients.

L'âge moyen de nos patients est de 11 ans (5-15ans) avec une nette prédominance masculine.

L'accident causale est dominé par les accidents de la voie public,le coté droit es le plus touché(20 cas).

La localisation du fracture occupe le tier inférieur(21 cas) 64%,le siège de trait est essentiellement oblique dans 18 cas ainsi les lésions associé sont dominés par les traumatismes carniens(5 cas),traumatisme du massif fascial (2 cas),traumatisme abdominal(2 cas).

L'ablation d'attelle se faisait vers le 15ème jour et l'ablation des broches vers une moyenne de 6 mois.

Les complications ont été dominées par l'extériorisation des broches et les infections cutanées sur broches qui disparu après leur ablation.

L'ECMES reste donc une méthode simple dans sa conception avec des indications qui sont multiples.il constitue un moyen d'ostheosynthèse fiable n'exposant qu'à des complication mineures qu'il est facile d'éviter ou de contrôler.

## SUMMARY

The elastic intramedullary pinning stable (ECMES) is a new principle of fixing intramedullary, it seems particularly adapted to the necessities of childhood trauma, without suffering the drawbacks that can be contrasted to the plutpart other means of fixation.

We report a retrospective study collated in surgery traumatology orthopedics pediatric department at CHU Hassan II of Fez. Over a period of January 2004 to 2010 about of 34 cases.

The average age of our patients is 11 years (5-15years) with net male.

The accident causal is dominated by public road accidents, the right side are the most affected (20 cases).

The location of the fracture occupies the lower third (21 cases) 64%, the seat is essentially oblique line in 18 cases and the associated lesions are dominated by trauma Carnian (5 cases), massive fascial trauma (2 cases), trauma abdominal (2 cases).

Removal of splint is made to the 15th day and the removal of the pin to an average of 6 months.

The complications were dominated by the externalization of pins and pin that on cutannés infection disappeared after ablation.

FIN method remains a simple design with a representation that is multiples.il is a means of exposing osteosynthes reliable only minor complication that it is easy to avoid or control it.

## ملخص

تتمحور دراستنا حول 34 حالة من رضوض عظم الساعد لدى أطفال تمت معالجتهم بالمسامير النخاعية المرنة بمصلحة جراحة الأطفال بالمركز الصحي الجامعي الحسن الثاني بفاس خلال الفترة الممتدة من يناير 2004 إلى دجنبر 2010 .

معدل السن كان هو 11 سنة مع غلبة الجنس الذكري بنسبة 70% أغلب المرضى تعرضوا لحوادث سير بنسبة 79% تسعة منهم كانت رضوضهم مصحوبة بجرح، في حين تم تسجيل إصابات أعضاء أخرى لدى 8 أطفال.

مدة الاستشفاء المتوسطة كانت 4 أيام، تم استئصال المسامير بعد مدة معدلها 6 أشهر بعد الجراحة، وتم تسجيل 4 حالات من الإفراط في نمو الطرف السفلي المصاب غير أنه لم تسجل أية حالة اعوجاج.

تعتبر المسامير النخاعية المرنة من بين أفضل الطرق لعلاج رضوض عظم الساعد لدى الطفل المتراوح بين 5 و 15 سنة، نظرا لما توفره من امتيازات من قصر مدة الاستشفاء، إمكانية المشي وبالتالي التمدد بأسرع وقت ممكن.

# ***BIBLIOGRAPHIE***

- [1] Mallet JF. Les fractures de jambe chez l'enfant. In: Clavert JM, Métaizeau JP, editors. Les fractures des membres chez l'enfant. Monographie du GEOP. Montpellier: Sauramps médical; 1990.
- [2] Chotel F, Bereard J, Parot R. Fractures de jambe. In: Clavert JM, Karger C, Lascombes P, Ligier JN, Métaizeau JP, editors. Fractures de l'enfant Monographie du GEOP. Montpellier: Sauramps médical; 2002.
- [3] Green NE, Swiontkowski MF. Skeletal trauma in children. Philadelphia: WB Saunders; 1994, p.407.
- [4] ShannakAO. Tibial fractures in children. Follow-up study. J Pediatr Orthop 1988;8:306-10.
- [5] O'Brien T, Weisman DS, Ronchetti P, et al. Flexible titanium nailing for the treatment of unstable pediatric tibial fractures. J Pediatr Orthop 2004;24:601-9.
- [6] Srivastava AK, Mehlman CT, Well EJ, Do TT. Elastic stable intramedullary nailing of tibial shaft fractures in children. J Pediatr Orthop 2008;28:152-8.
- [7] Blasier RD, Barnes CS. Age as a prognostic factor in open tibial fractures in children. Clin Orthop 1996;331:261-4.
- [8] Kubiak EN, Egol KA, Scher D, Wasserman B, Feldman D, Koval KJ. Operative treatment of tibial fractures in children: are elastic stable intramedullary nails an improvement over external fixation? J Bone Joint Surg Am 2005;87A:1761-8.

[9] Wessel L, Seyfriedt CS, Hock S, Waag KL. Pediatric tibial fractures: is conservative therapy still currently appropriate? *Unfallchirurg* 1997;100:8-12.

[10] Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA, et al. Titanium elastic nails of pediatric fractures: a multicentre study of early results in the analysis of complication. *J Pediatr Orthop* 2001;21:4-8.

[11] Ligier JN, Métaizeau JP, Prevot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg* 1988;70B:74-7.

[12] anatomie medical aspect fondamentaux et application clinique 2eme edition.

[13] CABASSU (J.P.), GERVAIS (P?), IVANOFF (S.) – Fractures épiphysaires.

[14] P. LASCOMBES ; J. D. METAIZEAU Embrochage centromédullaire élastique stable : bases mécaniques In Embrochage centromédullaire élastique stable : 2006 Elsevier Masson.

[15] L. TEOT ; L'Embrochage centromédullaire élastique stable chez l'enfant In conférences d'enseignement de la SOFCOT ; Ortho-pédiatrie 4 – page : 151-71 ; 1996.

[16] SHOCK VOL. 18, NO. 4. Page 291-300; 2002

Effects of intramedullary .H.C. PAPE; P. V. GIANNOUDIS; K. GRIMME; M.V. GRIENSVEN; C. KRETTEK.

[17] 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;

[18] In Fractures de l'enfant : Monographie du GEOP 2002 : page 213-21 F. BERGERAULT; L. AGOSTINI ; T. LE CARREAU; C. BONNARD.

[19] Treatment Options in Pediatric Shaft Fractures J Orthop Trauma 2005; 19: 724-33 J.O. ANGLLEN; L. CHOI.

[20] J Orthop Trauma 2005; 19:709-16. E.H. CASSINELLI; B.YOUNG; M.VOGT; M.C. PIERCE; V.F. X. DEENEY. Spica Cast Application in the Emergency Room for Select Pediatric.

[21] B. E. HEYWORTH; G.J. GALANO; M.A. VITALE; M.G. VITALE. Management of Closed Shaft Fractures in Children, Ages 6 to 10 J Pediatr Orthop 2004;24:455-9.

[22] P. LASCOMBES ;Embrochage centromédullaire élastique stable en traumatologie pédiatrique : données actuelles,In conférences d'enseignement de la SOFCOT ; Ortho-pédiatrie 5 -page : 181-205 ; 2004.

[23] O.T. EREN; M. KUCUKKAYA; C. KOCKESEN; Y. KABUKCUOGLU; U. KUZGUN.Open Reduction and Plate Fixation of Femoral Shaft Fractures in Children Aged 4 to 10 Journal of Pediatric Orthopaedics 2003; 23:190-3.

[24] M.A. KUREMSKY; S.L. FRICK. Advances in the surgical management of pediatric femoralshaft fractures Current Opinion in Pediatrics 2007, 19:51–57.

[25] S. T. JUNG; J.Y. CHUNG; H.Y. SEO; B.H. BAE; K.Y. LIM.

Multiple osteotomies and intramedullary nailing with neck cross-pinning for shepherd's crook deformity in polyostotic fibrous dysplasia: 7 femurs with a minimum of 2 years follow-up.

Acta Orthopaedica 2006; 77 (3): 469–73.

[26] M.S. CAIRD; K.A. MUELLER; A. PURYEAR; F.A. FARLEY.

Compression Plating of Pediatric Shaft Fractures

Journal of Pediatric Orthopaedics 2003; 23:448–52.

[27] M.J. GARDNER; B.D. LAWRENCE; M.H. GRIFFITH.

Surgical treatment of pediatric shaft fractures

Current Opinion in Pediatrics 2004, 16:51–57.

[28] .W. OH; H.R. SONG; I.H. JEON; W.K. MIN; B.C PARK.

Nail-assisted Percutaneous Plating of Pediatric Femoral Fractures.

Clinical Orthopaedics And Related Research 2006 No. 456, pp. 176–81

[29] M. DOBBS; K. DEPASS. J Orthop Trauma 2006; Vol. 20, No. 9: 644–7

[30] S.B. ANTEKEIER; R.L. BURDEN; M.J. VOOR; C.S. ROBERTS. Mechanical Study of the Safe Distance Between Distal Fracture Site and Distal Locking Screws in Antegrade Intramedullary Nailin. J Orthop Trauma 2005 Vol. 19, No.10; pp 693–7.



[31] J Trauma. 2001;51:1182-8.M.M. MOSTAFA; M.G. HASSAN; M.A. GABALLA.

[32] BAR-ONE, S. SAGIV, S. PORAT. External fixation or flexible intramedullary nailing for shaft fractures in children. A prospective, randomised study. J Bone Joint Surg Br 1997; 79:975-8.

[33] F. BERGERAULT; L. AGOSTINI ; T. LE CARREAU; C. BONNARD;

[34] H. ARSLAN , M. SUBAŞY , C. KESEMENLI, H. ERSUZ.

Occurrence and treatment of nonunion in long bone fractures in children.Arch Orthop Trauma Surg. 2003 Apr;123(2-3):137.

[35] L. BOPST; O. REINBERG;N. LUTZ. Fracture in Preschool Children Experience with Flexible Intramedullary Nailing in 72 children.J Pediatr Orthop 2007;27:299.303.

[36] Maîtrise Orthopédique n° 116 - Septembre 2002;

[37] J.BERARD.In conférences d'enseignement de la SOFCOT ; Orthopédiatrie 4 - page : 51-68 ; 1996.

[38] A.T. MAHAR; S. S. LEE; F. D.LALONDE; T. IMPELLUSO; P.O. NEWTON. Biomechanical Comparison of Stainless Steel and Titanium Nails for Fixation of Simulated ;J Pediatr Orthop 2004; 24:638-41.

[39] C.T. MEHLMAN; N.M. NEMETH; D.L. GLOS.

Antegrade Versus Retrograde Titanium Elastic Nail Fixation of Pediatric Distal-Third : A Mechanical Study J Orthop Trauma 2006; 20:608-12.

[40] lascombes p embrochage centromedullaire elastique stable.emc technique chirurgicales.orthopedie traumatologie;44 -018-2007.

[41] U. GIVON; N.S. LURIE; A. SCHINDLER; A. GANEL.

Titanium Elastic Nail—a Useful Instrument for the Treatment of Simple Bone Cyst J Pediatr Orthop 2004; 24:317–8;

[42] D.T. GWYN; B.W. OLNEY; B.R. DART; P.J. CZUWALA.

Rotational Control of Various Pediatric Fractures Stabilized With Titanium Elastic Intramedullary Nails.J Pediatr Orthop 2004; 24:172–77.

[43] Gustillo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five long bone fractures of long bones. J Bone Joint Surg [Am]. 1976;58:453–458.

[44] Huber RI, Keller HW, Huber PM, et al. Flexible intramedullary nailing as fracture treatment in children. J Pediatr Orthop. 1996;16:602–605.

[45]Hull JB, Sanderson PL, Rickman M, et al. External fixation of children's fracture: use of the Orthofix dynamic axial fixator. J Pediatr Orthop B. 1997;6:203–206.

[46] Ligier JN, Metaizeau JP, Pre´vot J. L'embrochage e´lastique stable a` foyer ferme´ en traumatologie infantile. Chir Pediatr. 1983;24:383–385.

[47] Ligier JN, Metaizeau JP, Prevot J, et al. Elastic stable intramedullary pinning of long bone shaft fractures in children.

Z Kinderchir.1985;40:209–212.

[48] McKibbin B. The biology of fracture healing in long bones. J Bone Joint Surg [Br]. 1978;60-B:150–162.

[49] P.MEYREUIS-A-CAZENAVE. Consolidation des fractures Encyclopédie médicochirurgicale, orthopédie, page 14-031-a-20(2004).

[50] TEOT; P.LASCOMBES; H.MEMBRE. L'embrochage centromédullaire élastique stable: principes- techniques, application en traumatologie infantile. Springer Berlin Heidelberg, page 279-289 Janvier 2003.

[51] 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.

[52] 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

[53] 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. April 2005.

[54]LIGIER; METAIZEAU; PREVOT;

Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaf in children.

J.BONE SURG Br1988;page 80.

[55] 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.

[56] 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 Pediatri child health. 2004 Apr, 40(4):170-4

[57] J.BERARD Les fractures de l'enfant In conférences d'enseignement de la SOFCOT; Ortho-pédiatrie 4-page: 51-68;1996.

[58] P.METAIZEAU; /APPAREIL LOCOMOTEUR, Encyclopédie médico-chirurgicale (paris-France), techniques chirurgicales-orthopédie-traumatologie (14-078-B-)page 10.

[59] M.A. Dendane \*, Y. Karrout, A.Amrani, Z.F. El Alami,

H. Gourinda Service de traumatologie pédiatrique, hôpital d'enfants, CHU Avicennes, Rabat 10000, Maroc Disponible sur Internet le 31 mai 2009

[60] K.E.RATHJEN; A.I.RICCIO; D. DE LA GARZA.

Stainless Steel Flexible Intramedullary Fixation of Unstable Femoral Shaft Fracturesin Children. J Pediatr Orthop 2007; 27:423-41.

[61] HUMBURGER FW. ; EYRING E J. Proximal tibial 90-90

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

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

[63] Salem KH, Lindermann I, Keppler P. Flexible intramedullary nailing in pediatric lower limb fractures. J Pediatr Orthop 2006;26:505-9.

[64] Métaizeau JP. Ostéosynthèse chez l'enfant : Embrochage centromédullaire élastique stable. Montpellier: Sauramps médical

[65] Chotel F, Bereard J, Parot R. Fractures de jambe. In: Clavert C, Lascombes P, Ligier JN, Métaizeau JP, editors. Fractures de l'enfant Monographie du GEOP. Montpellier: Sauramps médical; 2002.

[66] Hope PG, Cole WG. Open fractures of the tibia in children. J Bone Joint Surg 1992;74B:546-53.

[67] Buckley SL, Smith G, Sponseller PD, et al. Open fractures of the tibia in children. J Bone Joint Surg 1990;72A:1462-9.

[68] MGOIN GKH; MARKARIAN VA; SARKISIAN O A; KOLOIAN KA; CHILINGARIAN SA.  
The use of the ender nail in the ostéosynthésis of diaphyseal fractures in children  
Vestn Khir Im II Grek.1995; 154(4-6):68.

[69] J.BONE JOINT SURG BR. Elastic stable intramedullary nailing shaft fractures in  
children. 1988 JAN; (70): 74-7.

[70] L.SEDEL;A.MEUNIER;R.NIZARD.Biomécanique de l'os: applications au traitement  
des fractures. Encyclo Med Chir 27-100

[71] R.KRAUS;C.MEYER;C.HEISS;J.PSTAHL;R.SCHNETTLER.

Intraoperative radiation exposure in elastic stable Intramedullary nailing During the  
growth period: observations in 162 long bone shaft fractures.Unfallchirurg.2007 Jan;  
110(1):28-32.