



## **LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>AG</b>	<b>:</b>	<b>Anesthésie générale</b>
<b>AINS</b>	<b>:</b>	<b>Anti-inflammatoire non stéroïdien</b>
<b>ATB</b>	<b>:</b>	<b>Antibiotique</b>
<b>AVP</b>	<b>:</b>	<b>Accident de la voie public</b>
<b>CHU</b>	<b>:</b>	<b>Centre hospitalier universitaire</b>
<b>ECMES</b>	<b>:</b>	<b>Enclouage centro-médullaire élastique stable</b>
<b>PBABP</b>	<b>:</b>	<b>Plâtra brachio anté-brachio palmaire</b>
<b>TDM</b>	<b>:</b>	<b>Tomodensitométrie</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les os de l'avant-bras : radius et ulna

Figure 2 : Les mouvements de pronosupination

Figure 3 : Les Axes des deux radio-ulnaires (d'après kapandji). Les deux radio-ulnaires sont sur le même axe ou charnière de pronosupination

Figure 4 : Muscles propres de l'avant-bras : rotateurs du radius

Figure 5 : Déformation plastique de l'avant-bras.

Figure 6 : Fracture en bois vert.

Figure 7 : Stades de la consolidation des fractures.

Figure 8 : Cycle du remodelage osseux

Figure 9 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 6 ans face et profil objectivant une fracture du 1/3 moyen du radius et 1/3 inférieur du cubitus déplacée en angulation et chevauchement.

Figure 10 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 4 ans face et profil objectivant une fracture de la jonction du 1/3 et 1/3 moyen des 2 os de l'avant-bras déplacée en translation et Chevauchement

Figure 11 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture du 1/3 inf des 2 os de l'avant-bras déplacée en translation et Chevauchement

Figure 12 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture du 1/3 moyen radius déplacée en angulation avec déformation plastique du cubitus

Figure 13 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 11 ans face et profil objectivant une fracture de la jonction du 1/3 supérieur et 1/3 moyen des 2 os de l'avant-bras déplacée en Chevauchement

Figure 14 : Réduction orthopédique d'une fracture déplacée des deux os de l'avant-bras.

Figure 15 A, B, C : Radiographie de l'avant-bras chez un enfant âgé de 15 ans face et profil objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras déplacée en angulation

Figure 16 A, B : Radiographie de l'avant-bras chez un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture du radius déplacée en chevauchement et non déplacée du cubitus

Figure 17 : Installation et repère pour le radius.

Figure 18 : Embrochage du radius

Figure 19 : Introduction de la broche pour le radius

Figure 20 : Réduction de la fracture pour le radius

Figure 21 : Poursuite de l'embochage pour le radius.

Figure 22 : Introduction de la broche de l'ulna.

Figure 23 : Passage de la broche dans la fracture.

Figure 24 : Poursuite de l'embochage pour l'ulna.

Figure 25 A,B,C : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras avec déplacement en chevauchement et angulation

Figure 26 A,B : : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 14 ans admis pour fracture ouverte stade I face et profil objectivant :

- fracture étagée du 1/3 moyen et inf du cubitus avec déplacement en angulation
- une fracture de la jonction du 1/3 moyen et 1/3 inf du radius a trait oblique déplacée en chevauchement

Figure 27 : Technique de l'ostéosynthèse par plaque vissée

Figure 28 A,B,C : Radiographie de l'avant-bras face et profil d'un enfant âgé de 7 ans après traitement traditionnel par jkira pendant 1 mois objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras avec déplacement en chevauchement ; et présence d'un cal osseux

Figure 29 : traitement traditionnel par JBIRA (Service de traumatologie orthopédique pédiatrique Fès)

Figure 30 A, B : Radiographie de l'avant-bras face et profil d'un enfant âgé de 5 ans objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras avec déplacement en chevauchement et angulation

Figure 31 A : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 2 ans face et profil de contrôle après traitement orthopédique d'une fracture des 2 os de l'avant-bras par attelle postérieure

B : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 2 ans face et profil objectivant déplacement secondaire d'une fracture de l'avant-bras suite à une 2ème chute sur le même membre avec déplacement en chevauchement et angulation

C : Radiographie après ECMES

Figure 32 A, B, C, D, E, F : Radiographie de l'avant-bras face et profil objectivant fracture du 1/3 moyen des 2 os de l'avant-bras avec plaie en regard déplacée en chevauchement , qui a bénéficiée d'un traitement orthopédique non réussi et complété par réduction chirurgicale (ECMES), L'évolution a été marquée par l'apparition d'une pseudarthrose septique

Figure 33 A, B : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 10 ans face et profil objectivant une fracture itérative des 2 os de l'avant-bras déplacée en chevauchement ulnaire

Figure 34 A,B: Arbre décisionnel devant la suspicion d'une fracture des 2 os de l'avant-bras.

**LISTE DES GRAPHIQUES :**

Graphique N 1 : répartition selon le sexe

Graphique N 2 : Répartition selon l'âge

Graphique N 3 : Répartition selon le mécanisme du traumatisme

Graphique N 4 : Répartition des malades selon le coté atteint

Graphique N 5 : Renseignements Cliniques

Graphique N 6 : Répartition en fonction de l'os fracturé

Graphique N 7 : Répartition selon le siège du trait de fracture

Graphique N 8 : Répartition selon le type de traitement

Graphique N 9 : L'indication chirurgicale dans les fractures des 2 os de l'avant-bras.

## LISTE DES TABLEAUX

Tab 1 : répartition selon l'âge.

Tab 2 : Répartition selon la cause du traumatisme.

Tab 3 : Répartition selon le type du trait de fracture.

Tab 4 : Répartition selon le déplacement.

Tab 5 : Répartition selon les lésions ostéo-articulaires associées

Tab 6 : traitement orthopédique

Tab 7 : Répartition selon le traitement utilisé.

Tab 8 : Résultats globaux.

Tab 9 : Résultats selon le traitement utilisé.

Tab 10 : Résultats selon le siège de la fracture

Tab 11 : Recours au traitement chirurgical selon l'âge.

Tab 12 : Répartition selon le sexe dans plusieurs séries.

Tab 13 : Répartition des fractures diaphysaires des 2 os d l'avant en fonction de l'âge  
dans plusieurs études.

Tab 14 : Répartition selon le coté lésionnel dans plusieurs études.

Tab 15 : Répartition selon le siège de la fracture dans plusieurs études.

Tab 16 : Répartition selon le déplacement dans plusieurs études

Tab 17 : Répartition selon le traitement utilisé dans plusieurs études.

Tab 18 : prise en charge des déplacements secondaires selon plusieurs études

Tab 19 : Survenue de fractures itératives dans plusieurs études

Tab 20 : Résultats globaux dans plusieurs études.

Tab 21 : Résultats selon le traitement utilisé dans plusieurs séries.

Tab 22 : Résultats selon le siège du trait de fracture dans plusieurs séries

# PLAN

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>9</b>
<b>GENERALITE – RAPPELS .....</b>	<b>11</b>
I– Rappel anatomique et physiologique .....	12
II– Rappel Anatomopathologie. ....	20
III– Physiologie de la consolidation osseuse .....	26
IV– Particularite Sur Les Fractures Diaphysaires Chez L'enfant.....	30
<b>MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>33</b>
<b>RESULTATS .....</b>	<b>38</b>
I– Données épidémiologiques .....	39
II– Examen clinique.....	43
III– Examen radiologique.....	45
IV–TRAITEMENT .....	51
V– Les complications .....	74
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>88</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>119</b>
<b>RESUMES .....</b>	<b>124</b>
<b>BIBLIOGRAPHIES .....</b>	<b>128</b>

# INTRODUCTION

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras se définissent par une solution de continuité osseuse siégeant en regard de la membrane interosseuse, c'est-à-dire 2 cm sous la tubérosité bicipitale et 4 cm au-dessus de l'interligne radio-carpien. [1]

Les fractures des deux os de l'avant-bras chez l'enfant sont beaucoup plus fréquentes que chez l'adulte. Elles constituent près de la moitié (45 %) de celles des os longs et le quart du total des Fractures. [2]

Ces fractures ne posent pas de problèmes diagnostiques, mais posent surtout un problème d'ordre thérapeutique lié aux caractères anatomiques de l'avant-bras, support de la prono-supination.

Un diagnostic précis de ces lésions est important afin d'instaurer un traitement adapté et urgent permettant de restituer une anatomie normale de l'avant-bras.

Le dépistage et le traitement des lésions associées des articulations radio-cubitales supérieures et inférieures sont obligatoires, car ils permettent d'obtenir un résultat fonctionnel correct.

# GENERALITES – RAPPELS

## **I- Rappel anatomique et physiologique.**

### **1. Ostéologie.**

L'avant-bras est le troisième segment du membre supérieur [3], son squelette est formé de deux os longs l'un à côté de l'autre, l'ulna (cubitus) en dedans et le radius en dehors. [4]

Ces deux os sont articulés entre eux à leurs extrémités et séparés le reste de leur étendue par un espace elliptique (espace interosseux).

Cet espace est occupé par une membrane interosseuse qui sert d'union aux deux os. Cette disposition qui permet au radius de tourner autour de l'ulna (cubitus) autorise un mouvement d'importance considérable : **la prono-supination** [5]

### **A- Radius :**

Ossification : Le point primitif forme le corps de l'os et la partie voisine des épiphyses. il apparaît au début du deuxième mois de la vie fœtale.

On note trois points complémentaires : un premier pour la partie supérieure de la tête, un deuxième pour l'extrémité inférieure et un troisième pour la tubérosité bicipitale.

Le premier apparaît de quatre à neuf ans et se soude au reste de l'os entre seize et dix-huit ans, le second se forme de un à deux ans et se soude au corps de l'os entre vingt et vingt-cinq ans, le troisième apparaît à quatorze ans et se soude peu après à la diaphyse.

Le radius est un os long situé en dehors de l'ulna entre le condyle huméral et le carpe. On lui décrit comme pour l'ulna deux extrémités et un corps.

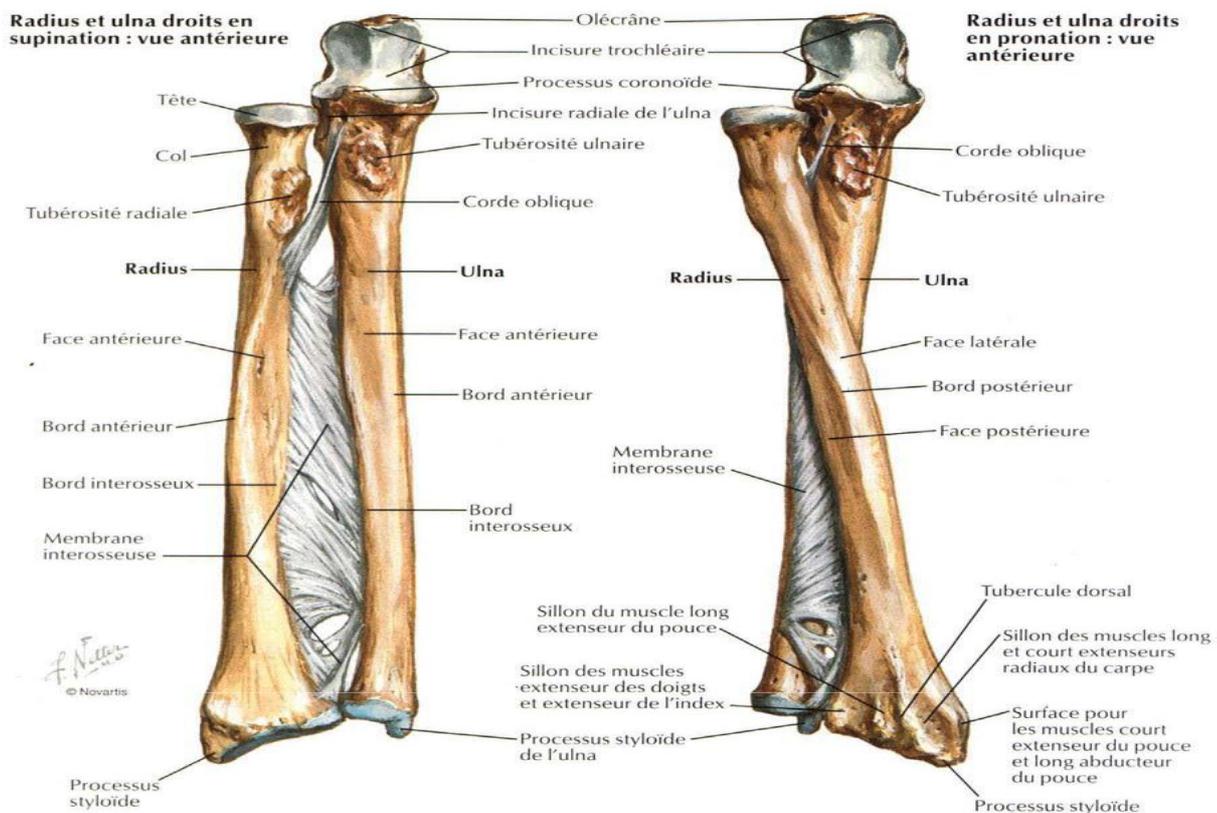
## B- Ulna (cubitus) .

Ossification : est formé de trois points d'ossification : un point primitif et deux points complémentaires.

Le point primitif se développe au début du deuxième mois de la vie fœtale et produit le corps et une grande partie des extrémités.

Les deux points complémentaires l'un supérieur forme la partie supérieure de l'olécrâne, il se développe de huit à quatorze ans et se soude à la diaphyse de quinze à vingt ans, l'autre, inférieur constitue l'apophyse styloïde et la partie inférieure de la tête de l'ulna. Il apparait de six à neuf ans et se soude de vingt à vingt-quatre ans.

L'ulna est un os long situé en dedans du radius entre la trochlée humérale et le carpe. On lui décrit un corps et deux extrémités.



**Figure 1 : Les os de l'avant-bras : radius et ulna [6]**

## **2. Physiologie du couple radio-ulnaire : la pronosupination.**

### **2.1. Définition : [7]**

Le radius et l'ulna sont le support fonctionnel de la pronosupination.

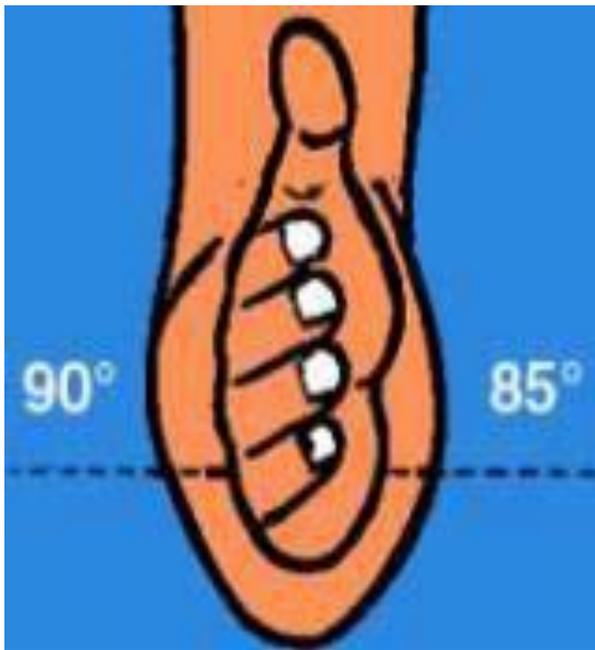
La pronosupination désigne le mouvement de rotation de l'avant-bras autour de son axe longitudinal. Elle transforme un mouvement de rotation sur place au niveau du coude en un mouvement excentrique au niveau de la main dont elle conditionne en grande partie sa fonction.

Le mouvement de pronosupination est indispensable à une utilisation optimale du membre supérieur en permettant le contrôle d'aptitude de la main dans la préhension.

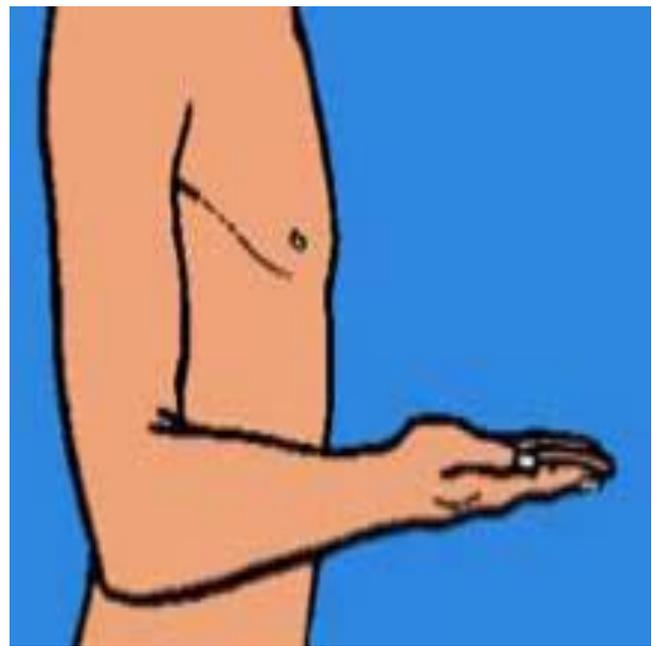
- La pronosupination est constituée de deux demi mouvements :
  - La pronation
  - La supination

A partir d'une position de référence qui est celle du coude fléchi à 90, le bord ulnaire de l'avant-bras reposant sur une table, le pouce au Zénith, la pronation amène le pouce en dedans, la paume de la main regarde vers le bas. La supination consiste à amener le pouce en dehors, la paume de la main regarde vers le ciel.

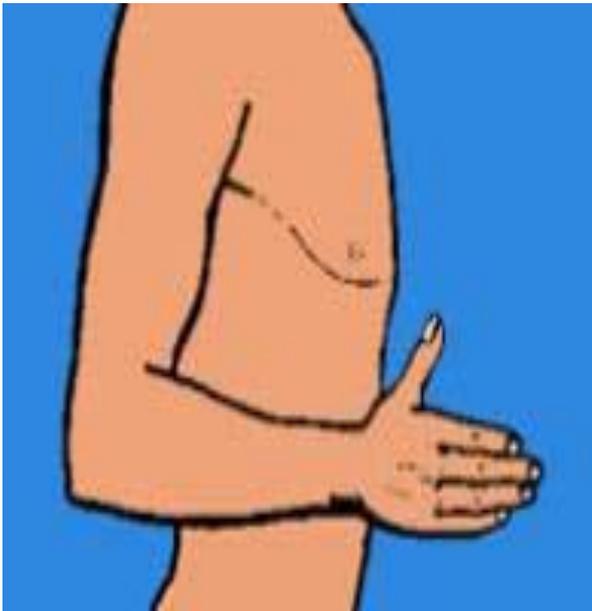
En supination les axes du radius et de l'ulna sont parallèles. En pronation le radius vient croiser l'ulna (cubitus). [8]



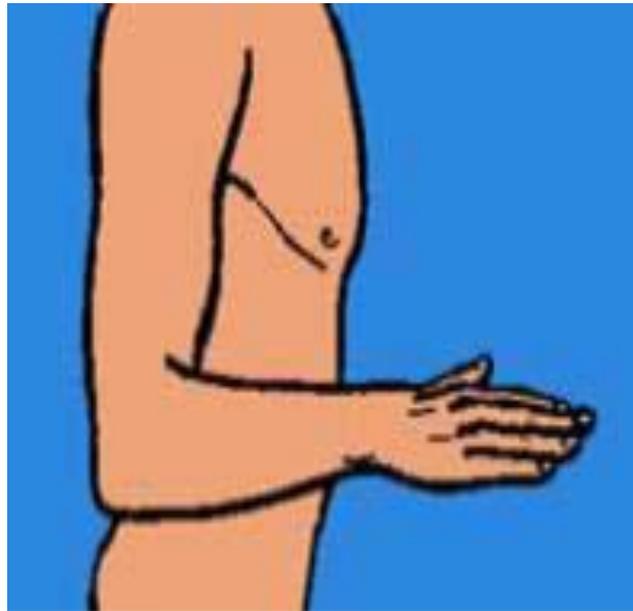
Position de référence



Supination



Position neutre



Pronation

Figure 2 : Les mouvements de pronosupinatio [9]

**2.2. Dynamique de la pronosupination :**

Au niveau de l'articulation radio-ulnaire supérieure :

L'axe de la tête radiale se déplace en dehors dans la pronation. C'est ce qui permet au radius de s'écarter de l'ulna à temps pour permettre le passage de la tubérosité bicipitale ou supinatrice.



**Figure 3 : Les Axes des deux radio-ulnaires (d'après kapandji). Les deux radio-ulnaires sont sur le même axe ou charnière de pronosupination. [9]**

➤ **Au niveau de l'articulation radio-ulnaire inférieure :**

En supposant que l'ulna (cubitus) reste fixe et que seul le radius est mobile, nous constatons que le mouvement principal à ce niveau est une translation circonférentielle de l'extrémité inférieure du radius autour de l'ulna (cubitus).

Ce mouvement circonférentiel est explicite lorsqu'on compare le radius à une manivelle.

➤ **Les moteurs de la pronosupination : [11]**

La coïncidence des deux axes, l'axe global des deux os et l'axe des deux courbures du radius est indispensable pour que la réalisation pronosupinatrice soit possible.

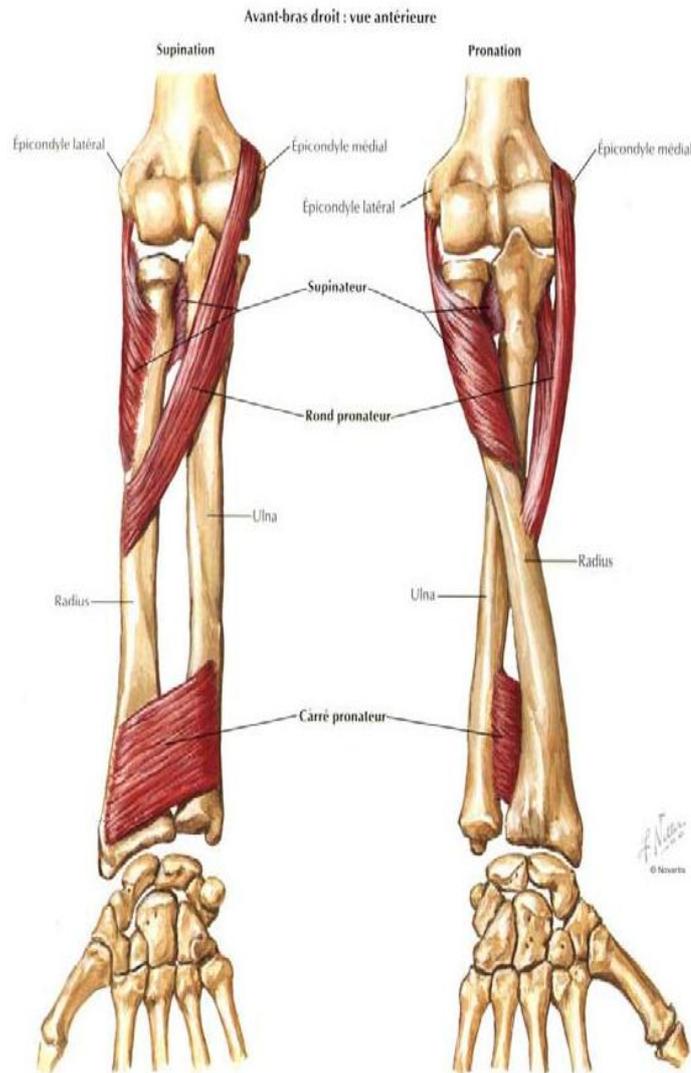
Pour mouvoir la manivelle, il existe deux moyens :

- Soit dérouler un tracteur enroulé sur l'une des branches.
- Soit tirer sur le sommet de l'une des courbures.

Tel est le mode d'action des muscles de la pronosupination.

Ils sont au nombre de quatre et sont associés deux à deux :

- Le court supinateur enroulé autour du col radial, agit par déroulement.
- le biceps agit par traction et son efficacité est maximale lorsque le coude est fléchi à 90°, Ce muscle est le plus puissant de la pronosupination.
- Le carré pronateur agit par déroulement de l'ulna par rapport au radius.
- Le rond pronateur agit par traction.



**Figure 4 : Muscles propres de l'avant-bras: rotateurs du radius [12]**

➤ **Conditions et cotation de la pronosupination\_:** [11]

Pour effectuer une pronosupination normale, certaines conditions sont nécessaires et indispensables :

- L'intégrité des axes diaphysaires des deux os,
- Le respect de la courbure pronatrice du radius,
- L'inégalité des articulations radio-ulnaires,
- La liberté de l'espace interosseux.
- Ainsi l'atteinte même partielle de l'un de ces éléments contribuera à rompre l'harmonie de cet ensemble donc à la limitation de la pronosupination.

En cotation internationale, cette amplitude (testée le coude fléchi à 90°) sera exprimé par la formule suivante :

0° supination maximale, 0° pronation maximale donc 180° pour pronosupination maximale notée 0°/0°/180°.

## II. Rappel Anatomopathologie.

### 1. Type de la fracture.

- L'épaisseur du périoste et l'élasticité de l'os chez l'enfant entraînent des lésions traumatiques de types anatomiques particuliers. Ainsi il existe deux fractures spécifiques de l'enfant: les déformations plastiques et les fractures en bois vert, à côté de ces fractures typiques, on trouve des fractures en commun avec l'adulte.

En effet, les différents types de fractures diaphysaires sont :

#### 1.1. Déformation plastique.

- Il s'agit comme l'a décrit BORDEN [13], de contraintes longitudinales en compression sur le squelette anté-brachial de l'enfant jusqu'à un seuil de contrainte, la déformation est élastique, l'os revient alors à son état initial dès que la contrainte cesse. Si la contrainte franchit un certain seuil, la déformation devient alors (plastique) et ne revient pas à son état initial. L'os conserve une incurvation pathologique, qui à défaut de diagnostic, peut être responsable d'une limitation de la pronosupination.

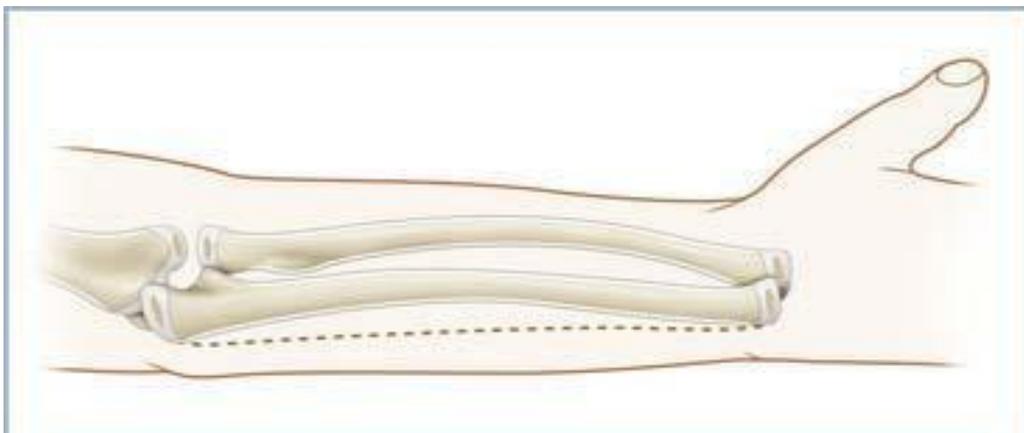
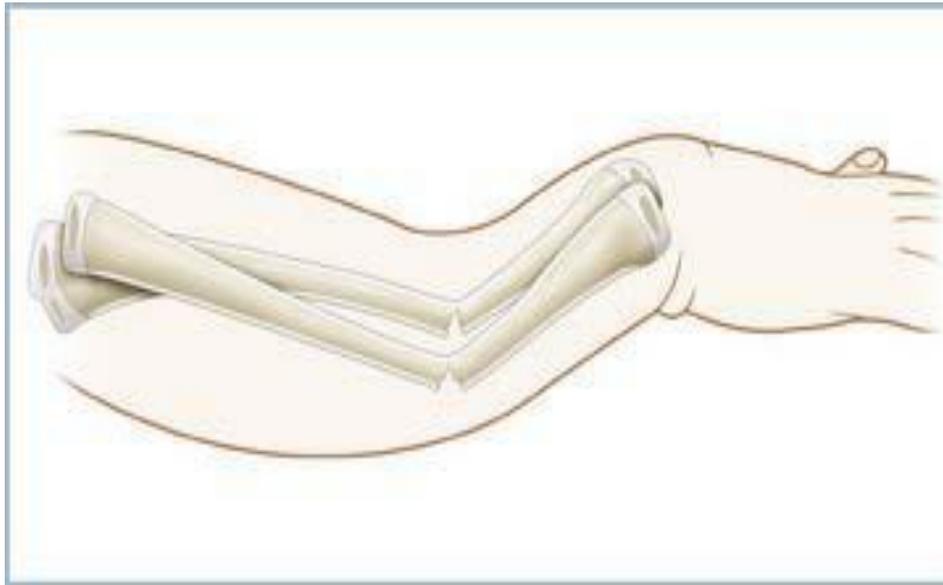


Figure 5 : Déformation plastique de l'avant-bras.

### **1.2. Fracture en bois vert.**

- Elle survient sur un traumatisme plus marquée, l'os va se rompre partiellement, car une partie de l'énergie, lors de l'impact a été absorbée par la déformation. La rupture partielle siège sur le versant convexe de l'os et le versant concave mis en compression reste en continuité. [14]



**Figure 6 : Fracture en bois vert.**

### **1.3. Fracture itérative.**

- Elles sont fréquentes à l'étage diaphysaire des deux os de l'avant-bras [2]. La plupart des séries publiées les retrouvent dans 6% des cas. L'origine de ces fractures est liée à plusieurs facteurs : à une immobilisation insuffisante, à un cal vicieux qui concentre les contraintes et à la lenteur du remaniement osseux de la reperméabilisation du canal médullaire [15].

#### **1.4. Fracture ouverte :**

Pour les fractures ouvertes nous avons adopté la classification de Cauchoix et Duparc [16], elle est fondée sur l'importance de l'ouverture cutanée, elle est connue sous trois types.

**TYPE I** : Il s'agit d'une ouverture cutanée punctiforme ou d'une plaie peu étendue, sans décollement ni contusion dont la suture se fait sans tension. La plupart de ces fractures sont à la limite des fractures fermées.

**TYPE II** : C'est une lésion cutanée qui présente un risque élevée de nécrose secondaire après suture. Cette nécrose est due soit à une suture sous tension d'une plaie ou à des plaies associées à des décollements ou à une contusion appuyée ou à des plaies délimitant des lambeaux à vitalité incertaine.

**TYPE III** : Perte de substance cutanée non suturable en regard ou à proximité du foyer fracturaire.

## **2. Siege de la fracture.**

### **2.1. Les fractures du tiers moyen.**

- Sont les formes les plus fréquentes, le plus souvent, il s'agit de fracture en bois vert, représentent à elles seules plus du tiers du total des fractures des deux os de l'avant-bras. Elles se situent vers le milieu de la diaphyse, souvent légèrement au-dessus, atteignant les deux os au même niveau ou légèrement plus haut sur le radius. Plus rarement, il s'agit d'une fracture basse sur un os, et moyenne sur l'autre [17]

### **2.2. Les fractures diaphysaires basses.**

- Elles sont fréquentes avec un trait plus haut sur le radius que sur le cubitus. Il s'agit d'une lésion en bois vert atteignant le radius dans plus de la moitié des cas. Elle réalise une angulation à sinus postérieur plus rarement postéro-externe antérieur ou interne (CHIGOT [14]).
- Les fractures complètes sont identiques à celles de l'adulte intéressant les deux os ou le seul radius. Le trait radial est transversal ou oblique. Le déplacement du fragment inférieur se fait vers l'arrière avec souvent bascule du fragment radial vers l'espace interosseux [18].

### **2.3. Les fractures diaphysaires hautes.**

- Elles sont plus rares, généralement, IL s'agit de fractures complètes à grand déplacement [18] .

### **3. Analyse des déplacements**

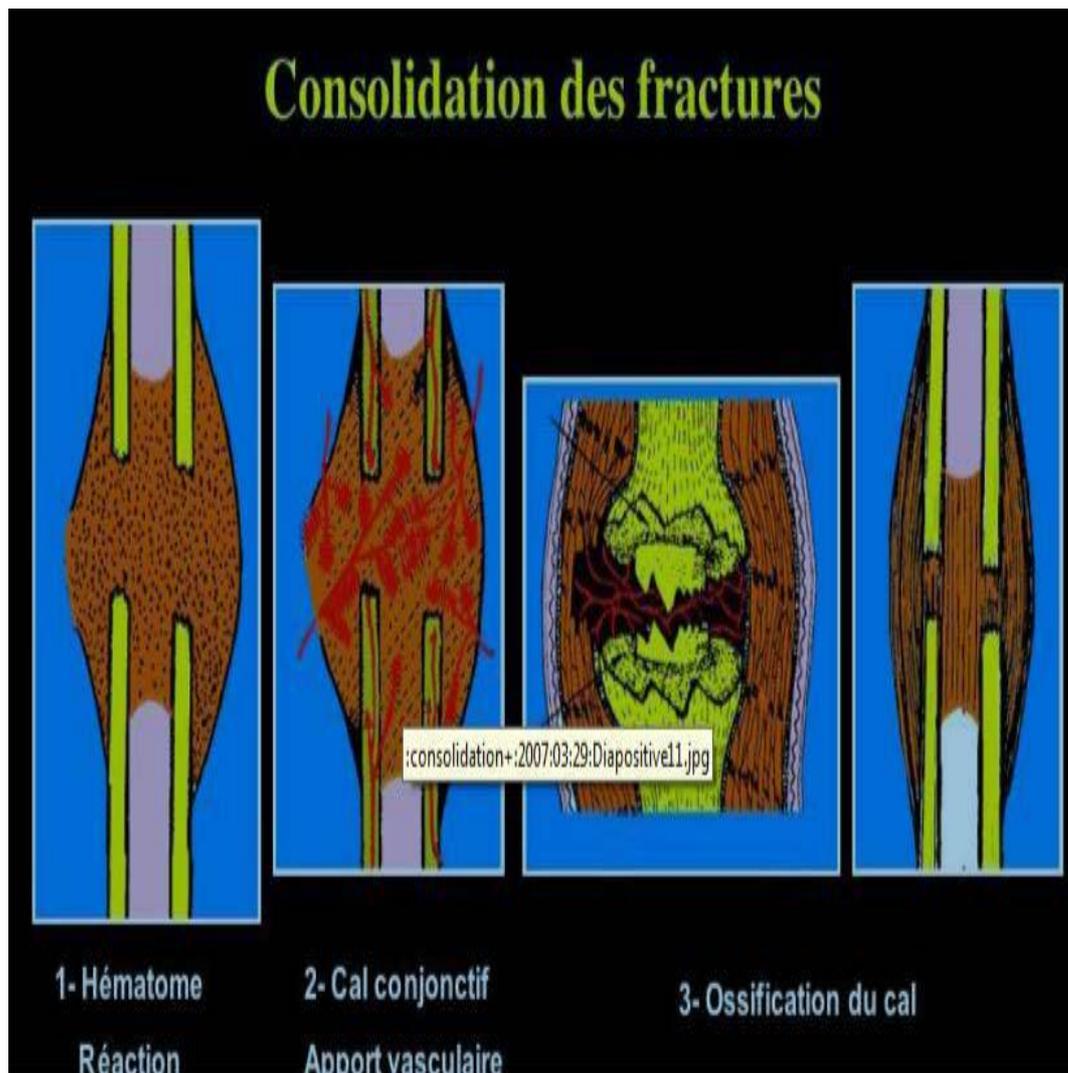
- Il est facile sur une radiographie de face et de profil de mesurer les angulations frontales et sagittales, les translations et les chevauchements et il est simple de rapporter ces déplacements aux contraintes de compression, tension, flexion. Plus difficile est l'appréciation des déplacements rotatoires liées aux contraintes de torsion ou aux actions des parties molles sur les fragments désolidarisés.
- Ainsi, dans les fractures en bois vert , on décrit principalement des déformations palmaires ou dorsales, l'analyse un peu simplificatrice du déplacement amène souvent à considérer qu'il s'agit d'une angulation dans un plan, ce qui peut fort bien être vrai lorsque les deux os sont fracturés au même niveau, par contre lorsque le niveau est différent, le mouvement n'est pas un plan et il existe une composante rotatoire. L'angulation palmaire qui est la déformation la plus fréquente, résulte de la supination du fragment distal par rapport au fragment proximal. L'angulation dorsal est constituée par une pronation du fragment distal par rapport au fragment proximal.
- De même dans les fractures complètes, par les manipulations. La fracture qui interrompt la continuité radiale libère le fragment proximal qui pivote dans le ligament annulaire selon une position d'équilibre dictée par l'action des forces musculaires et des parties molles qui lui sont attachées. Les fragments distaux prennent une position aléatoire, mais elle peut être contrôlée par les manipulations.
- Le déplacement rotatoire est fréquemment évident sur les premières radiographie par la différence de largeur des deux fragments du radius tendent au fait que la section transversal n'est pas circulaire .Ceci n'en donne pas pour autant la direction.

- Evans [18] Suggère alors d'utiliser la projection radiologique de la tubérosité est souvent très peu développée. Le niveau de la fracture peut aider à préjuger de l'action musculaire. Ceci aboutit à la règle des tiers d'Evans : mettre en pronation toutes les fractures du 1/3 distal, en supination toutes celles du 1/3 moyen en position neutre. Une telle règle est sans doute trop rigide car les déplacements ne sont pas réglés par le seul jeu musculaire
- Une autre approche a été dictée par Cresman [19] .qui a réalisé des radiographies de face et de profil en position déterminée de supination et de pronation permettant d'analyser, les courbures radiale et ulnaire entre les fragments fracturaires supérieurs et inférieurs.

### **III. Physiologie de la consolidation osseuse**

#### **La consolidation osseuse.**

- Une fracture est une rupture de la continuité d'un os. Cela peut aller d'une simple fissure osseuse sans déplacement, jusqu'à une fracture très comminutive (fracture à nombreux fragments). Une fracture peut être ouverte ou fermée. Lorsque la peau est ouverte le foyer de fracture communique avec l'extérieur et le risque infectieux est important et doit être prévenu.
- La fracture vient perturber un tissu vivant, structuré, vascularisé et en perpétuel remodelage, elle va déclencher un processus de réparation, l'ostéogénèse réparatrice destinée à reconstituer une continuité solide de l'os.
- La consolidation est un phénomène physiologique complexe qui aboutit à la cicatrisation du tissu osseux. La consolidation est assurée grâce à l'hématome périfracturaire et le périoste. La qualité de la consolidation sera liée en grande partie au choix du traitement.
- Toutes les fractures se consolident par l'intermédiaire d'une cal osseuse dont la constitution peut être divisée en trois phases principales.



**Figure 7 : Stades de la consolidation des fractures.**

**Premier stade : l'hématome et la réaction inflammatoire (J1 à J20) :**

- Tout foyer de fracture est envahi par un hématome. Celui-ci s'organise rapidement à partir de néo-vaisseaux qui proviennent des tissus sains environnants. Il est colonisé par des polynucléaires et des macrophages chargés de la détersion du foyer de fracture. L'hématome est remplacé progressivement par un tissu fibroblastique très richement vascularisé, déjà abondant 24 heures après l'accident.

**Deuxième stade : le cal conjonctif (J20 à J30) :**

- Le foyer de fracture « s'englué » progressivement dans le cal fibreux qui assure une certaine stabilité et une diminution de la mobilité du foyer de fracture. Des sels minéraux vont progressivement se déposer et une métaplasie cartilagineuse puis osseuse, définissant le cal osseux primaire qui va apparaître. L'augmentation de l'apport d'oxygène par les vaisseaux favorise la transformation des chondrocytes périphériques en ostéocytes. Les ostéoclastes apparaissent et commencent à résorber les extrémités osseuses dévitalisées.

**Troisième stade : l'ossification du cal (J30 à J60) :**

- Le cal conjonctif est progressivement envahi par les cellules ostéoblastiques qui vont construire le cal osseux, visible dès le trentième jour sur la radiographie standard. Le cal va ensuite se modeler et s'organiser en formant une jonction efficace entre les deux fragments à condition que la détersion, la contention et l'immobilisation (contraintes en compression et en traction très utiles au développement du cal) soient de qualité, que l'espace entre les deux fragments soit minime et la brèche périosteée petite. Le cal fibreux primaire sera remplacé progressivement par un cal secondaire ou définitif. Le cal va ensuite se remodeler et s'adapter aux conditions mécaniques pendant de nombreux mois [20] [21].

## **2. Le remodelage osseux.**

Le remodelage osseux est un processus complexe faisant intervenir des cellules d'origines diverses, une matrice extracellulaire calcifiée et une multitude de facteurs de régulation agissant tant au niveau tissulaire que cellulaire.

Les activités de résorption et de formation sont contrôlées à différents niveaux au cours de la succession des événements allant de la prolifération des cellules souches à la différenciation des cellules mûres. Les hormones calciotropes, ainsi que de nombreuses autres hormones, modifient la prolifération et la différenciation des

cellules osseuses de manière indirecte, par l'intermédiaire de la production de facteurs locaux, cytokines et facteurs de croissance.

Le remodelage osseux semble être sous le contrôle des ostéoblastes qui, par leur production de cytokines et la préparation de la matrice, permettent l'attachement des ostéoclastes aux protéines matricielles et la résorption ostéoclastique.

Certains facteurs locaux, présents dans la matrice, pourraient être des agents de couplage entre la résorption et la formation osseuse [22].

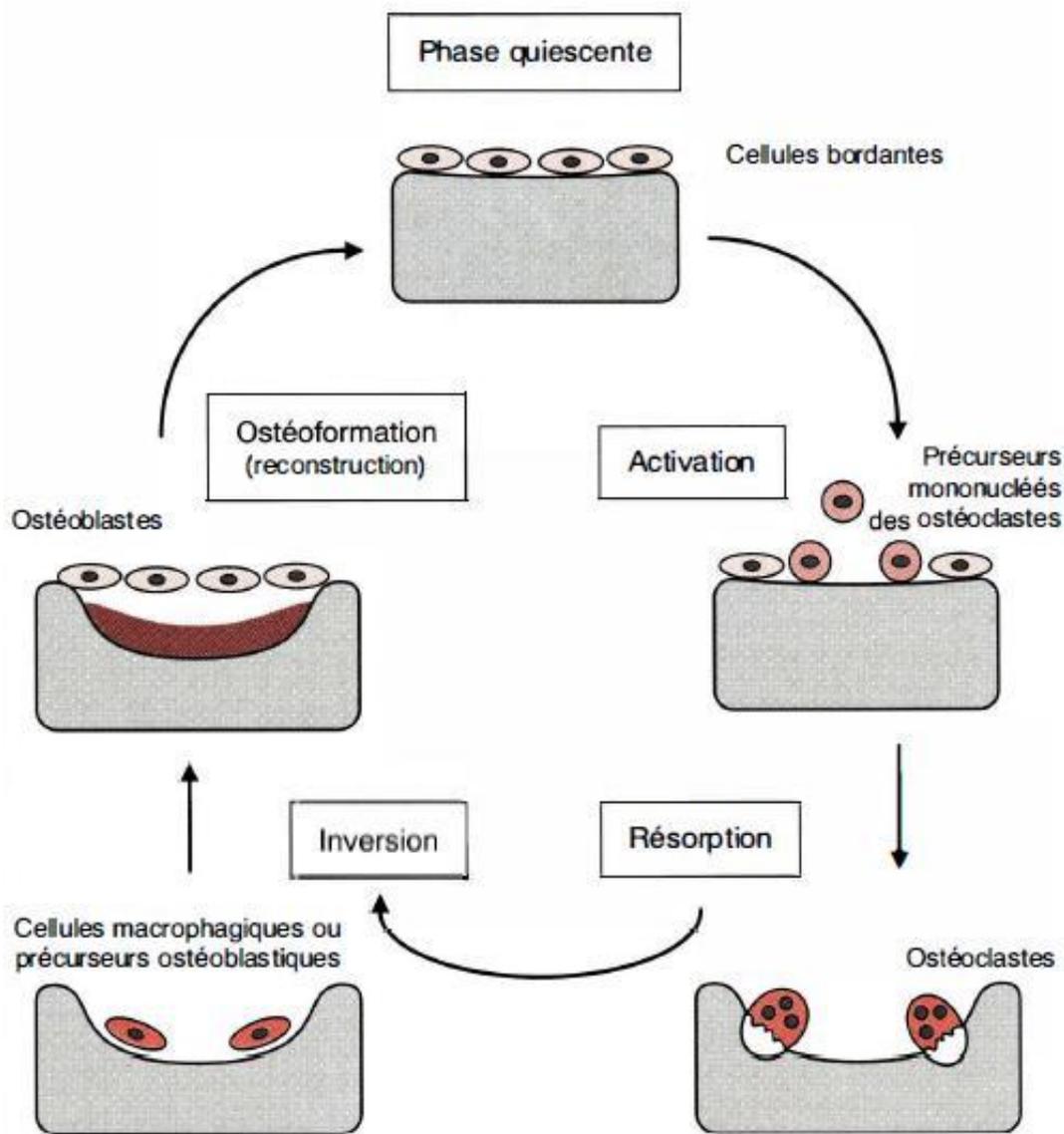


Figure 8 : Cycle du remodelage osseux

### **III – PARTICULARITE SUR LES FRACTURES DIAPHYSAIRES CHEZ L'ENFANT**

#### **1– Les caractéristiques de l'os chez l'enfant**

L'os de l'enfant est différent de l'os de l'adulte. Il existe trois différences

Importantes qui peuvent être comparées, toutes proportions gardées, avec le bois vert et le bois sec.

- Il est plus poreux et moins minéralisé, et donc moins résistant.
- Il est plus hydraté et donc plus plastique et plus élastique.
- Sa gaine périoste est plus épaisse et mieux vascularisée.

Les fractures diaphysaires de l'enfant sont très différentes de celles de

L'adulte pour deux raisons essentielles :

- L'épaisseur du périoste et l'élasticité de l'os chez l'enfant entraînent des lésions traumatiques de types anatomiques particuliers.
- La rapidité relative de consolidation et les possibilités de remodelage pendant la croissance justifient une attitude thérapeutique moins chirurgicale que chez l'adulte [23].

## **2- La consolidation et le remodelage des fractures diaphysaires chez l'enfant**

Chez l'enfant, l'ostéogenèse de réparation n'est pas différente dans son essence de celle de l'adulte.

La fracture diaphysaire, en rompant les canaux haversiens, produit un hématome et la nécrose des deux extrémités fracturaires.

Le processus de réparation démarre chez l'enfant avec une grande rapidité, dans les 24 premières heures.

Le tissu ostéogénique de réparation se développe à la périphérie de l'hématome fracturaire et dans la région médullaire, C'est la consolidation secondaire.

Dans de rares circonstances (fracture non déplacée, ostéosynthèse à compression après réduction exacte), la consolidation se produit par union primaire de l'os ou croissance directe des systèmes haversiens à travers le site fracturaire. C'est la consolidation per primam.

On distingue deux grandes étapes dans la consolidation des fractures diaphysaires.

La formation d'un cal provisoire qui aboutit en quelques semaines à la consolidation clinique.

Ce cal réalise l'immobilisation du foyer de fracture préalable indispensable à l'étape suivante : le remodelage du cal où l'os immature,

primitif, est remplacé par l'os lamellaire, définitif, haversien. Cette phase vise à redonner à l'os cortical sa structure anatomique et ses propriétés initiales.

Le cal provisoire comporte d'une part le cal périphérique périosté et d'autre part, le cal endosté ou médullaire.

Il faut insister sur l'importance du mode de réparation que constitue le cal périphérique.

Son organisation et son remodelage dépendent pour une grande part de sa vascularisation.

La vascularisation du cal primitif périphérique est essentiellement périostique. C'est dire l'importance de l'intégrité du périoste et de ses attaches musculaires.

La vascularisation médullaire joue, en revanche, un rôle mineur dans cette première phase de réparation fracturaire.

Les processus de contrôle de l'ostéogenèse de réparation sont encore mal connus.

Les facteurs influençant ces remodelages sont principalement :

- L'âge : plus l'enfant est jeune, plus la fracture aura le potentiel pour se remodeler.
- Le siège de la fracture : le remodelage et la correction seront d'autant plus
- importants que la fracture est proche du cartilage de croissance. [24] [25] [26] [27] .

# MATERIEL & METHODES

## **I-Patients**

Notre étude est rétrospective, elle concerne une série de 144 cas de fractures Diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'enfant de 0 à 15 ans, qui ont été pris en charge et traité au sein du service de Traumato-Orthopédie Pédiatriques du CHU HASSAN II FES, et étalée sur une période de 10 ans allant du 1 janvier 2011 au 31 décembre 2020.

### **1. Critères d'inclusion :** Sont inclus dans notre étude :

- Les patients âgés de moins de 15 ans.
- Toute fracture concernant l'un ou les 2 os de l'avant-bras survenu entre le 1 janvier 2011 et le 31 décembre 2020.
- Les dossiers exploitables.

## **II-METHODES**

Pour le recueil des données, nous avons utilisé le dossier médical, qui nous a permis de remplir une fiche d'exploitation qui vise à préciser les renseignements épidémiologiques, cliniques, radiologiques, l'évolution ainsi que la recherche des complications.

Le recueil des données a été procédé par étapes :

- 1 ère étape : nous avons consulté les registres d'hospitalisation du service de Traumato-Orthopédie Pédiatriques du CHU HASSAN II FES. D'où nous avons répertorié tous les cas de fractures diaphysaires des 2 os de l'avant-bras.
- 2 ème étape : l'exploitation de tous les dossiers exploitables retrouvés dans les archives année par année et les dossiers des patients suivis dans le service. Les renseignements ont été répertoriés sur une fiche de collecte des données élaborée à cet effet.

## **1. Paramètres à étudier**

Pour chaque dossier exploitable nous avons étudié :

### **1.1. Les données démographiques :**

L'identité, l'âge, le sexe, l'origine...

### **1.2. Les antécédents médicaux et chirurgicaux:**

Notamment la notion de traitement traditionnel par « jbirra »

### **1.3. Données cliniques.**

A l'examen clinique nous avons recherché les signes révélateurs de fracture des 2 os de l'avant-bras notamment, la douleur, l'impotence fonctionnelle, l'œdème, et la déformation des 2 os de l'avant-bras avec perte de repères osseux, ainsi que les signes révélateurs de complications immédiates vasculo-nerveuses et l'ouverture cutanée.

### III– Fiche d'exploitation :

#### I. Identité

1. Nom
2. Age
3. Sexe  masculin  
 Féminin.

#### II. Antécédents particuliers

#### III. Causes du traumatisme

- AVP
- Chute
- Agression.
- Autres.

#### IV. Contexte du traumatisme

- Traumatisme isolé
- Polytraumatisme

#### V. Mécanisme

- Direct
- Indirect

#### VI. Coté lésionnel

- Côté droit
- Côté gauche.

#### VII. Délai de consultation

#### IX. Examen clinique

- Attitude du traumatisé du membre supérieur
- Douleur
- Impotence fonctionnelle
- Déformations
- Ecchymose
- Œdème
- Ouverture cutanée
- Lésions vasculo-nerveuses
- Lésions associées (à préciser)

## X. Bilan radiologique

### 1. Radiographie standard

#### a. Siège de la fracture

- Tiers supérieur
- Tiers moyen
- Tiers inférieur

#### b. Type de la fracture

- Transverse pour les deux os
- Oblique pour les deux os
- Transverse pour le radius Oblique pour le cubitus
- Transverse pour le cubitus Oblique pour le radius

#### c. Selon le déplacement

- Angulation
- Chevauchement
- Angulation + chevauchement
- Translation
- Fracture non ou peu déplacée

### 2. Autres (à préciser)

## XI. Traitement

### 1. Orthopédique

- Réduction de la fracture
- Immobilisation plâtrée

### 2. Chirurgical (à préciser la technique)

- d'emblée avant ttt orthopédique
- Après ttt orthopédique non satisfaisant
- Secondaire

## XII. Complications

### 1. précoces

- Syndrome de loge
- infection
- Déplacement secondaire

### 2. tardives

- fracture itérative
- ostéite
- pseudarthrose
- Cal vicieux

## XIII. Evolution à préciser

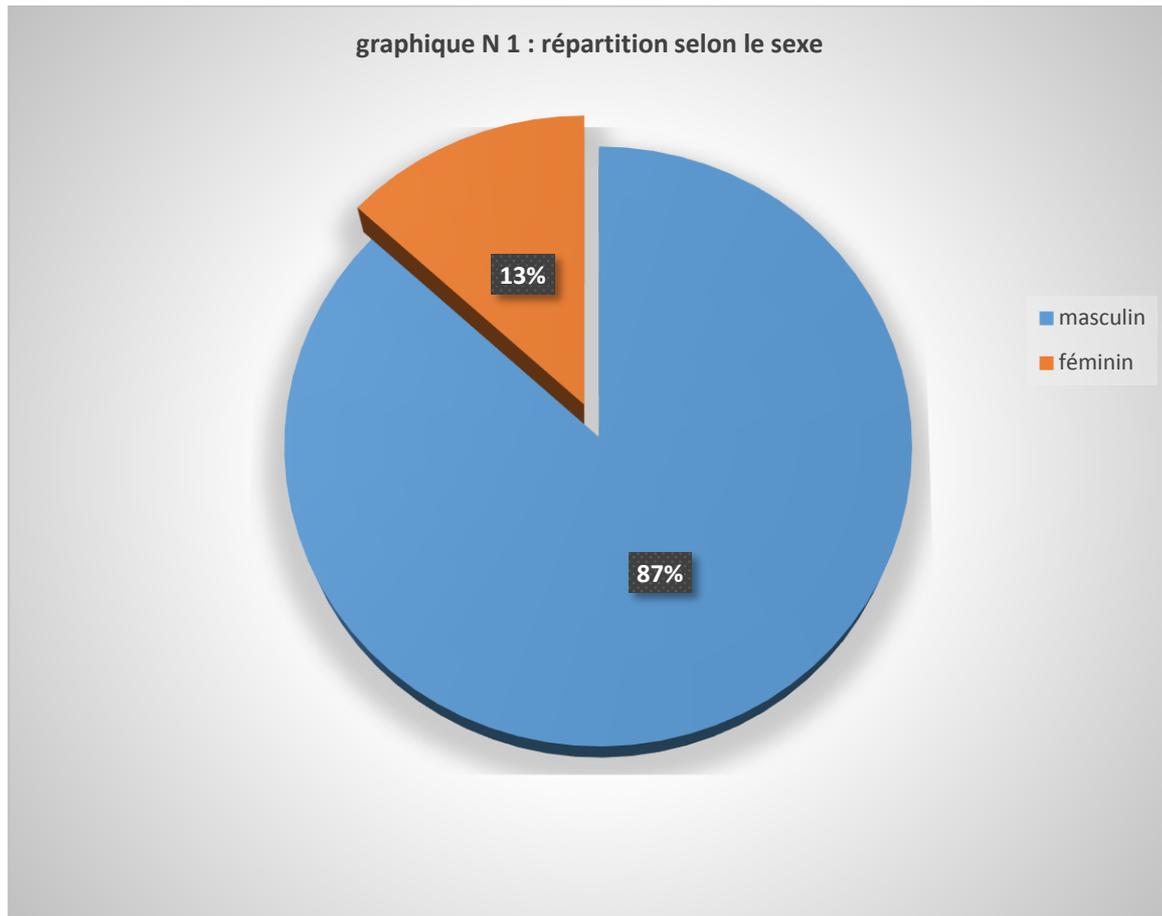
# RESULTATS

## I. Données épidémiologiques

### 1. Sexe

Nous avons dénombré dans notre étude 125 garçons et 19 filles

Avec un sexe ratio de 6.5

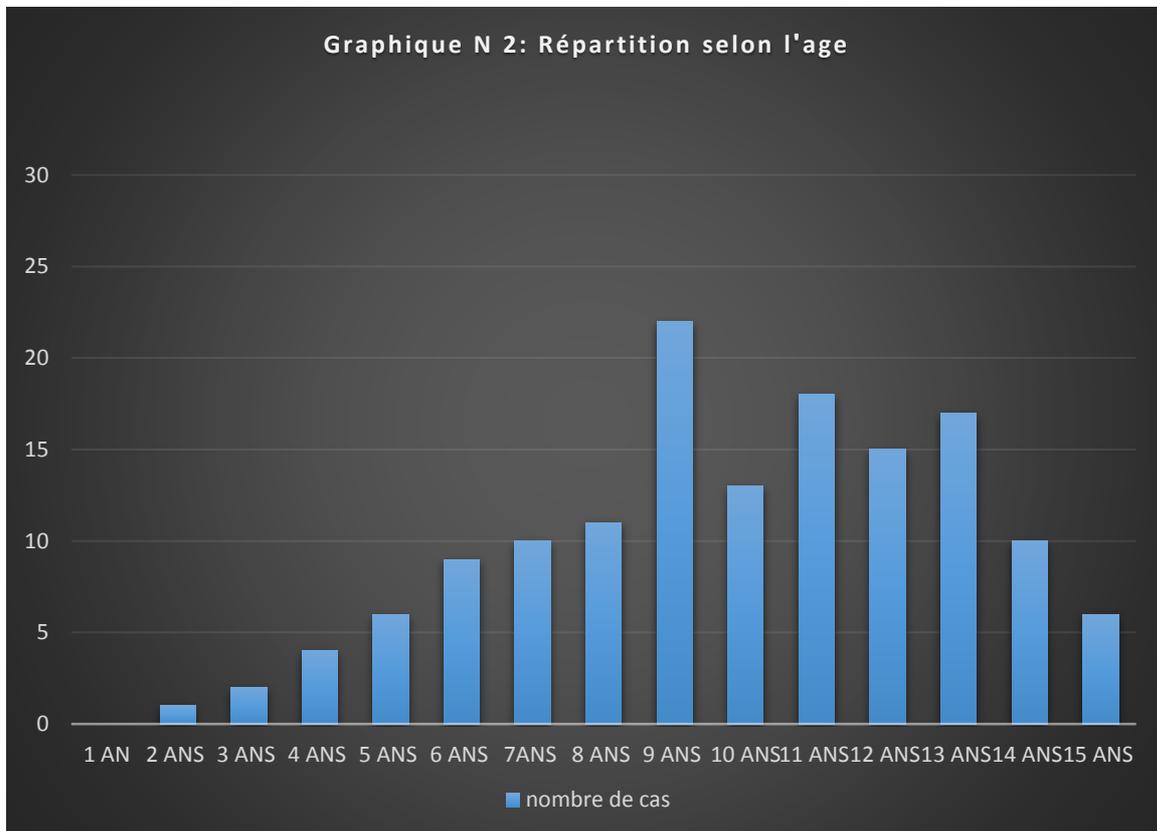


## 2. Age

- L'âge moyen était de 10.4 ans, avec des extrêmes allant de 2 à 15 ans.

**Tab 1 : répartition selon l'âge.**

Age	Nombre de cas
0-5 ans	13
6-10	65
11-15	66



### 3. les antécédentes :

15 malades soit 10.4% ont été admis après traitement traditionnel ( jbira ) dont 6 malades ont été admis dans un délai de 7jrs .

### 4.Accident causal

Les causes du traumatisme sont nombreuses, l'étiologie la plus fréquente était la chute simple ou la chute de sa hauteur qui représente 61.1% La chute d'une hauteur élevée venait au second lieu avec 18.7% des cas.

La Chute d'escalier était présente dans 6.9% des cas .

4.8% des fractures sont survenues au cours de la pratique du sport.

Les accidents de la voie publique étaient répertoriés chez 2 %.

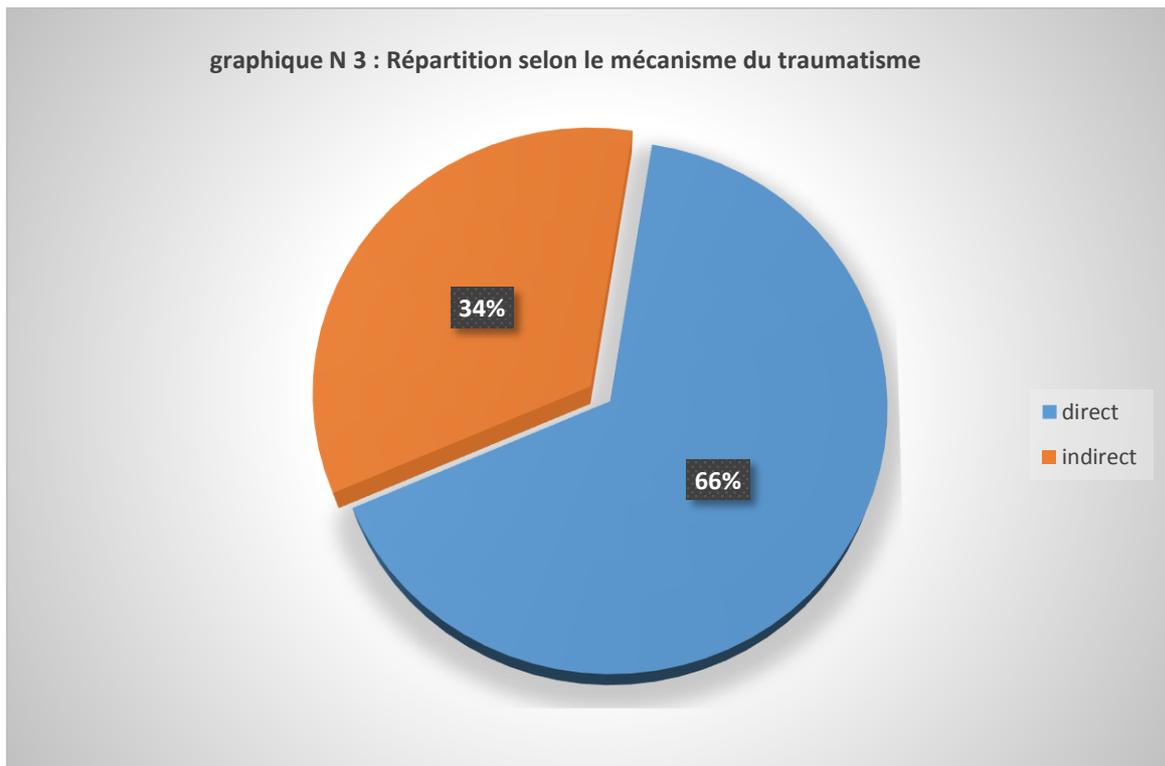
**Tab 2 : Répartition selon la cause du traumatisme.**

Circonstances		Nombre de cas	Pourcentage
Chutes	Chute simple	88	61,1%
	Chute d'une hauteur élevée/ arbre	27	18.7%
	Chute d'escalier	10	6.9%
	Chute lors du sport	7	4.8%
	Chute de bicyclette	6	4%
AVP		2	2%
Agressions		1	%
Autres		3	2%

## 5. Répartition selon le mécanisme du traumatisme

Les fractures par un mécanisme direct, avec chute sur le membre supérieur, ont été retrouvées chez 95 patients soit 66%.

Les fractures par un mécanisme indirect (chute sur la paume de la main, membre supérieur en extension), ont été retrouvées chez 49 patients soit 34%.

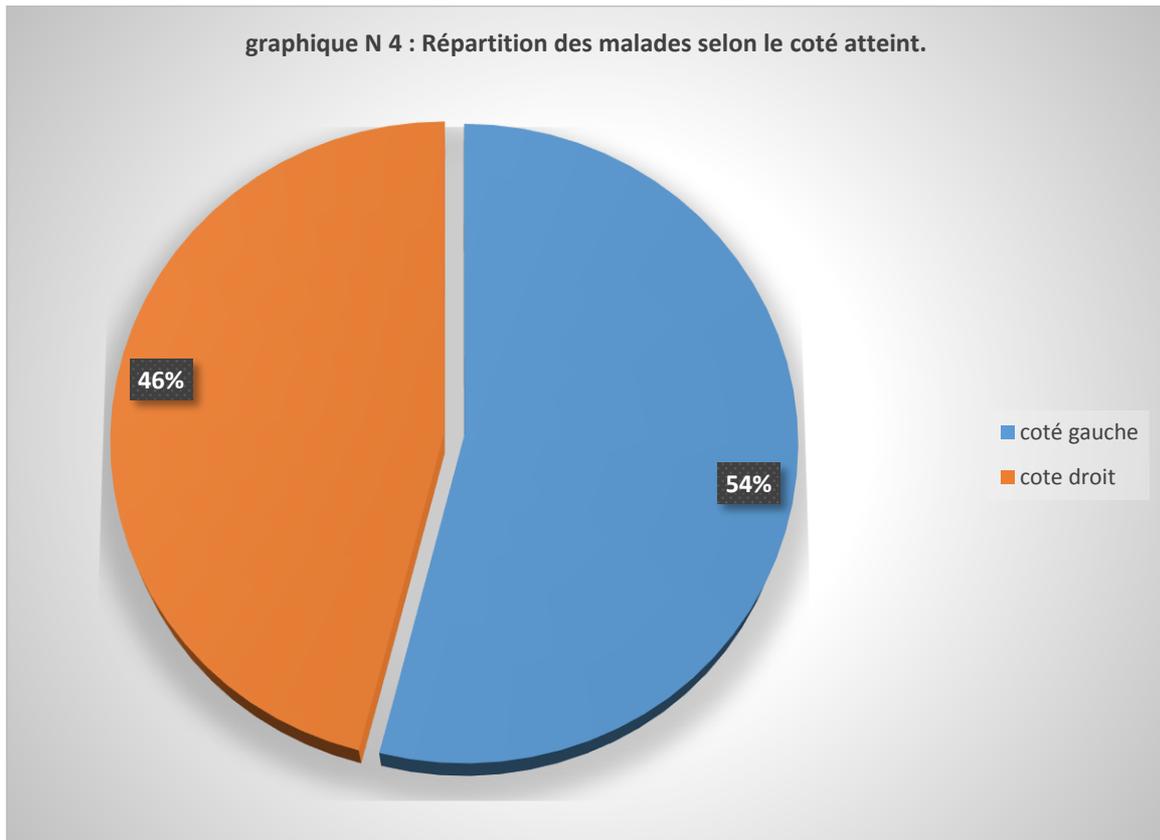


## II. Examen clinique

### 1. Côté atteint

L'atteinte du côté gauche était légèrement prédominante, avec 78 patients soit 54%.

L'atteinte du côté droit a été retrouvée chez 66 patients soit 46%.



## 2. Tableau clinique

Dans notre étude, la douleur post-traumatique était le motif de consultation le plus fréquent, retrouvée chez 134 cas soit 93%.

Cette douleur était associée à une impotence fonctionnelle du membre atteint.

A l'inspection, la déformation du membre traumatisé a été observée chez 116 enfants soit 80.5%.

L'œdème était évident chez 92 patients soit 63.8%, et l'ecchymose chez 4 malades.

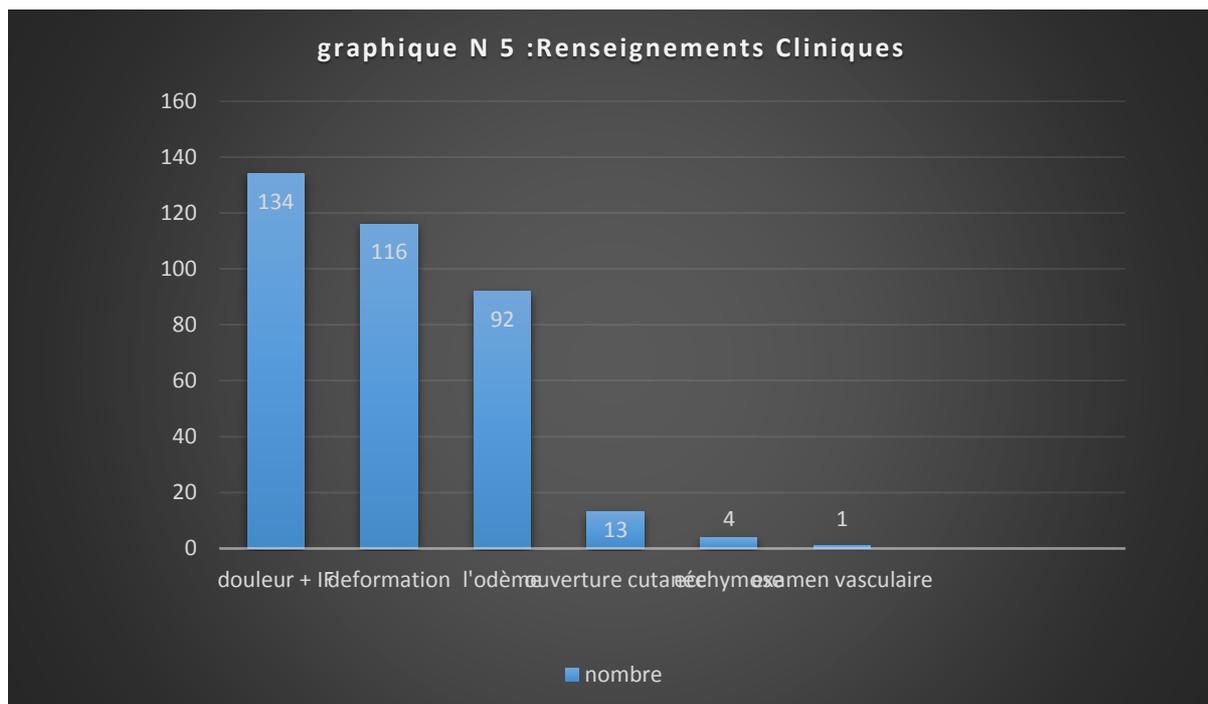
13 patients avaient une fracture ouverte : 11 STADE I et 2 STADE II selon Cauchoix et Duparc.

15 patients étaient admis après un traitement traditionnel par « Jbira »

Avec 1 patient au stade du syndrome de Wolkman

A l'examen vasculaire le pouls radial était présent chez tous nos malades, dont un seul patient présente un membre légèrement froid avec des pouls présents

L'examen neurologique était normal chez tous les patients.



### III. Examen radiologique

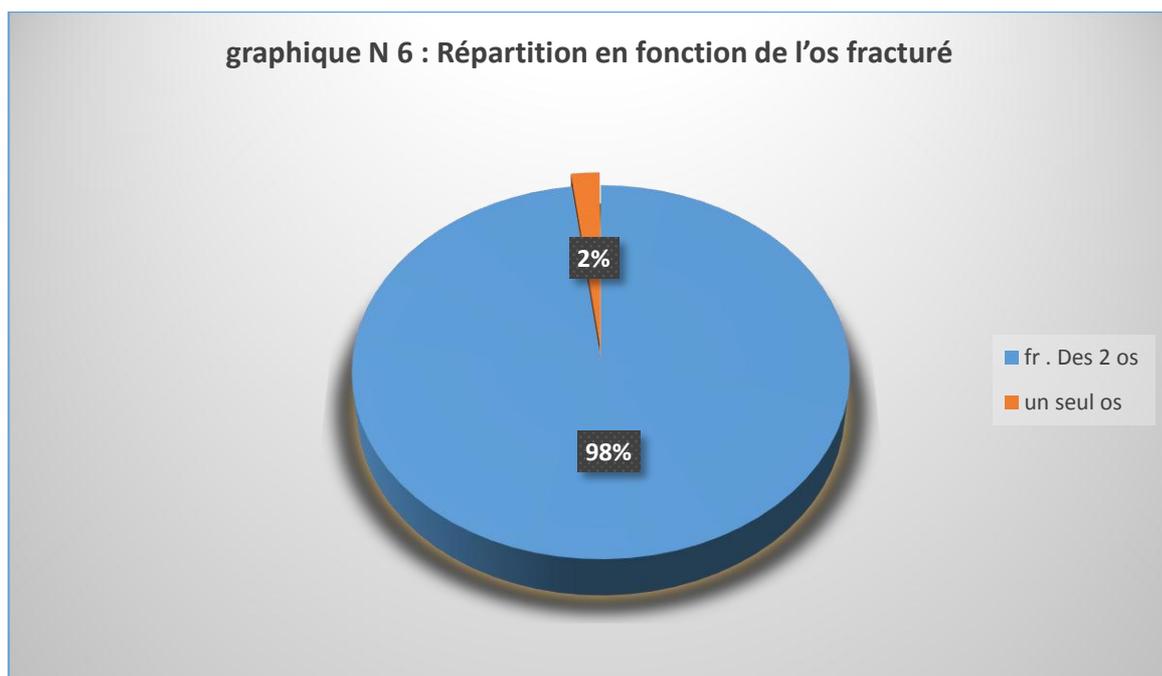
L'étude radiologique a été faite sur des radiographies standards de l'avant-bras de face et de profil prenant les articulations sus et sous-jacentes.

Cette étude radiologique, nous a permis de préciser le type anatomique de la fracture :

Niveau de trait, type de trait, l'existence ou non d'un déplacement et son importance ; l'association à des luxations radiocubitales supérieures ou inférieures, ou à des fractures du coude ou du poignet.

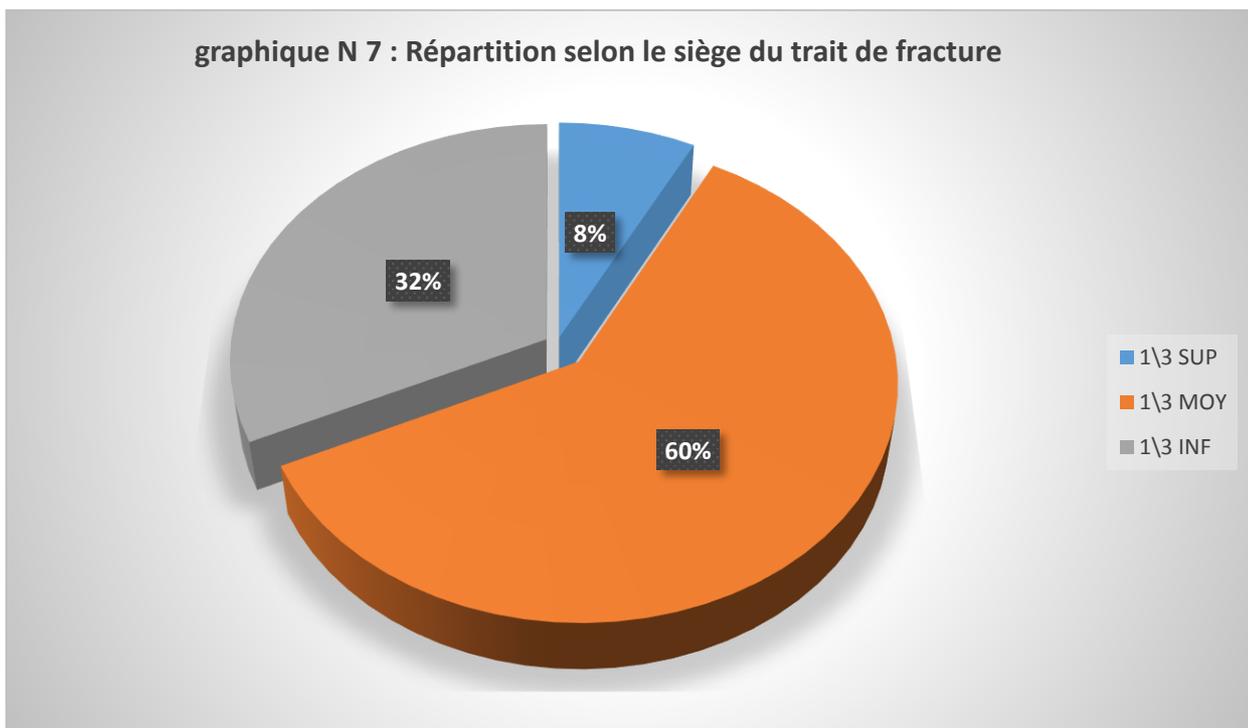
#### 1. L'os fracturé

- Les fractures des 2 os de l'avant-bras étaient les plus fréquentes observées chez 141 patients soit 98%.
- La fracture isolée du radius était observée chez 2 patients.
- La fracture isolée de l'ulna était observée chez 1 patient.



## 2. Répartition selon le siège du trait de fracture

L'atteinte du 1/3 moyen était la plus fréquente avec 87 malades soit 60% des cas, suivi par les fractures du 1/3 inférieur avec 46 malades soit 32% des cas, et en dernier les fractures du 1/3 supérieur avec seulement 11 malades soit 8% des cas.



### 3. Répartition selon le type du trait de fracture

**Tab 3 : Répartition selon le type du trait de fracture.**

Type des traits de fracture	Nombre de cas	Pourcentage
Transverse pour les deux os	89	61.8%
Oblique pour les deux os	18	12.5%
Transverse pour le radius Oblique pour le cubitus	29	20%
Transverse pour le cubitus Oblique pour le Radius	8	5.5%

Dans notre étude, le type du trait de fracture le plus fréquemment retrouvé est le trait transversal avec 126 cas soit 87,5%.

### 4. Selon le déplacement

La répartition en fonction du type de déplacement était comme suit :

**Tab 4 : Répartition selon le déplacement.**

Déplacement	Nombre de cas	Pourcentage
Angulation	58	40%
Chevauchement	39	27%
Angulation + Chevauchement	31	22%
Translation	16	11%

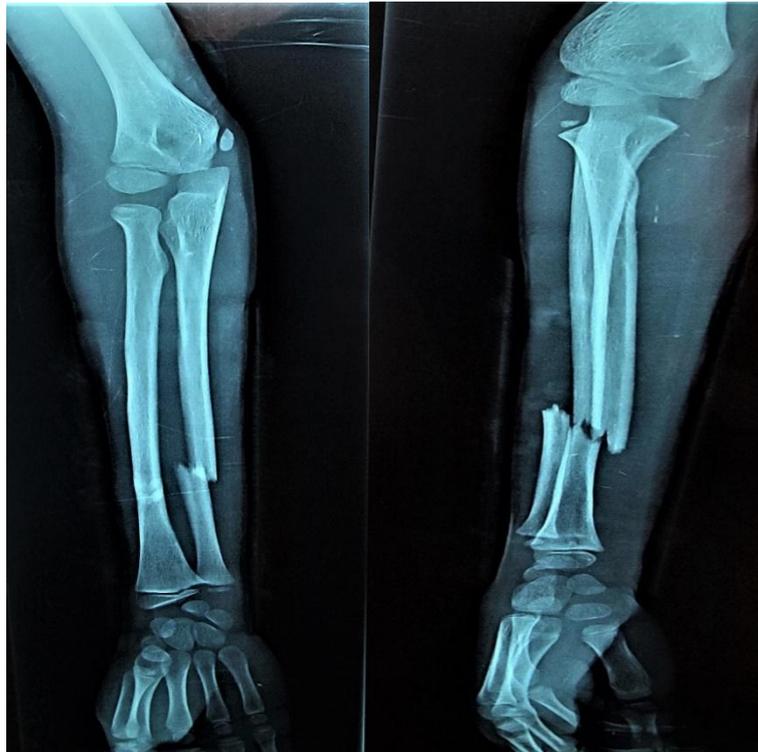
Le type du déplacement le plus fréquemment retrouvé était l'angulation, le chevauchement venait au second lieu.



**Fig 9 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 6 ans face et profil objectivant une fracture du 1/3 moyen du radius et 1/3 inferieur du cubitus déplacée en angulation et chevauchement.**



**Fig 10 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 4 ans face et profil objectivant une fracture de la jonction du 1/3 sup et 1/3 moyen des 2 os de l'avant-bras déplacée en translation et Chevauchement.**



**Fig 11 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture 1/3 inferieur des 2 os de l'avant-bras déplacée en Chevauchement.**



**Fig 12 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture du 1/3 moyen radius déplacée en angulation avec déformation plastique du cubitus**



**Fig 13 : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 11 ans face et profil objectivant une fracture de la jonction du 1/3 supérieur et 1/3 moyen des 2 os de l'avant-bras déplacée en Chevauchement.**

### 5. Lésions associées

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'enfant étaient le plus souvent isolées.

En effet, dans notre série nous avons relevé 143 cas de fractures isolées, soit 99%.

Alors que dans 1 cas : la fracture a été associée à Fracture supracondylienne

**Tab 5 : Répartition selon les lésions ostéo-articulaires associées**

	Nombre de cas	Pourcentage
Fractures isolées des 2 os de l'avant-bras	143	99%
Fractures associées à d'autres lésions ostéo-articulaires	1	1%

## **IV. Traitement**

### **1. Objectif**

L'objectif du traitement est d'obtenir une bonne réduction, et de la maintenir pour éviter les déplacements secondaires et leurs complications.

### **2. Moyen**

#### **2. 1. Traitement médical**

Un traitement antalgique a été prescrit chez tous les patients à base de paracétamol intraveineux ou intra rectal dès l'admission aux urgences, tous les enfants ont été gardés à jeûn.

Le traitement antibiotique à base d'amoxicilline-acide clavulanique a été prescrit pour toutes les fractures ouvertes pendant 10 jours, après un parage initiale aux urgences et administration d'un sérum anti-tétanique pour les enfants âgés plus de 5 ans.

#### **2.2. Traitement orthopédique**

Tous nos malades ont bénéficié à leur admission d'une immobilisation par attelle à but antalgique et pour éviter une aggravation du déplacement.

Dans notre série, le traitement orthopédique a été indiqué en première intention chez 135 malades soit 94%, ils ont bénéficié d'une réduction première manuelle sous anesthésie générale au bloc opératoire sous contrôle scopique, suivie d'une contention par un plâtre BABP.

30% des de ces fractures, ont été réduites sans contrôle radioscopique à cause du non fonctionnement de ce dernière.

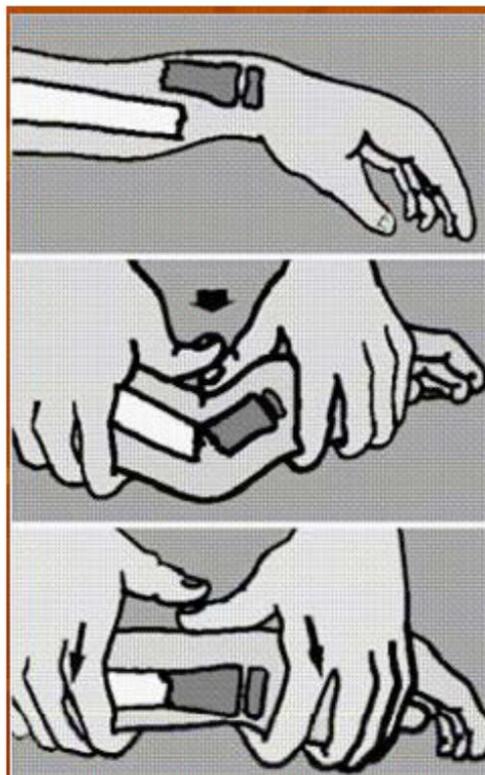
La technique de réduction orthopédique a été faite en trois phases le redressement de l'angulation en appuyant sur le sommet de la déformation, la traction axiale pendant quelques minutes pour prévenir le chevauchement et la tentative d'alignement de la fracture (**figure 14**).

En cas de fractures en bois vert, la réaxation s'est faite par appui doux sur l'apex de la déformation tout en cherchant à obtenir une légère hypercorrection par rupture de la corticale concave.

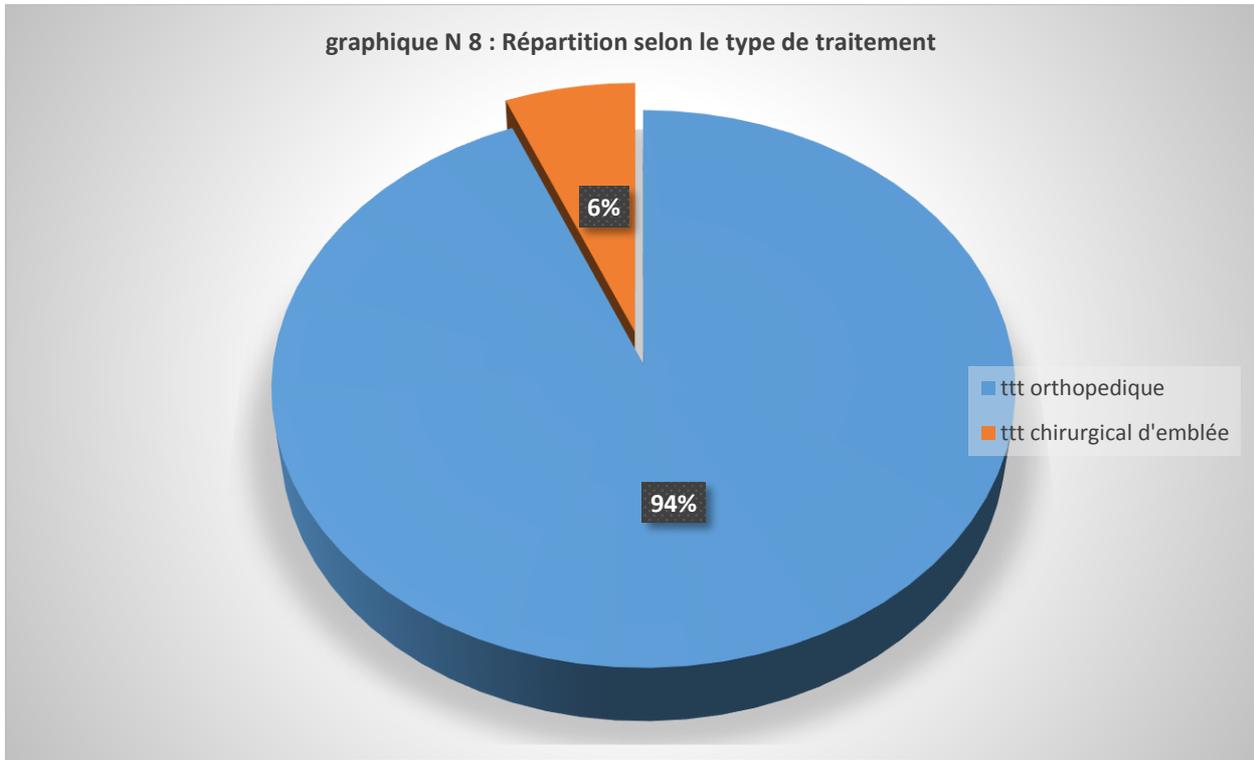
Après la réduction, l'immobilisation a été réalisée par un plâtre brachio-antébrachio-palmaire (BABP).

La durée de l'immobilisation a été en fonction du type de fracture :

- Fracture en bois vert : 6 semaines minimum.
- Fracture complète : 6 semaines chez les enfants de moins de 10 ans et 2 mois d'immobilisation pour les adolescents.
- Fracture itérative : 2 mois et demi à 3 mois d'immobilisation.
- La surveillance a été clinique le lendemain par un examen sous plâtre.
- Et radiographique, Les clichés de contrôle après l'immobilisation plâtrée ont été réalisés à J8-j10, J30, J60 à la recherche de déplacement secondaire



**Figure 14: Réduction orthopédique d'une fracture déplacée des deux os de l'avant-bras.**



**Tab 6 A : traitement orthopédique**

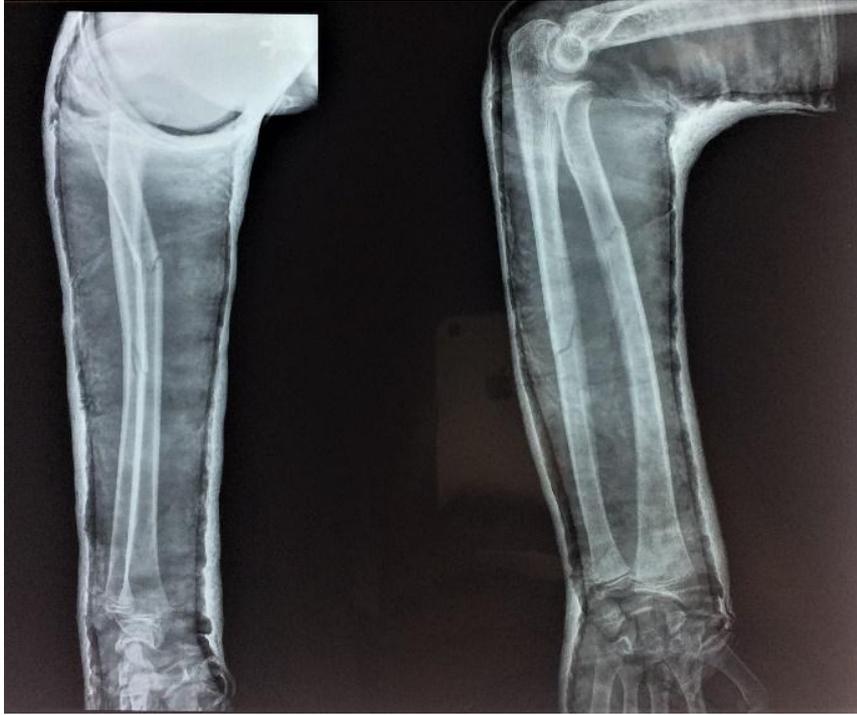
Traitement orthopédique	Nombre de cas 135 cas	Pourcentage
Traitement orthopédique réussi	74	55%
Echec immédiat du traitement orthopédique	49	36%
Echec du traitement orthopédique après 15 jours (déplacement Ilre)	12	9%



**Fig 15 A : Radiographie de l'avant-bras chez un enfant âgé de 15 ans face et profil objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras déplacée en angulation**



**Fig 15 B : Radiographie après réduction orthopédique sous AG et immobilisation par PBABP montrant un bon alignement**



**Fig 15 C : Radiographie de contrôle a j 7**



**Fig 16 A : Radiographie de l'avant-bras chez un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture du radius déplacée en chevauchement et non déplacée du cubitus**



**Fig 16 B : Radiographie après réduction orthopédique sous AG et immobilisation par PBABP montrant un bon alignement avec un contact osseux de 50%**

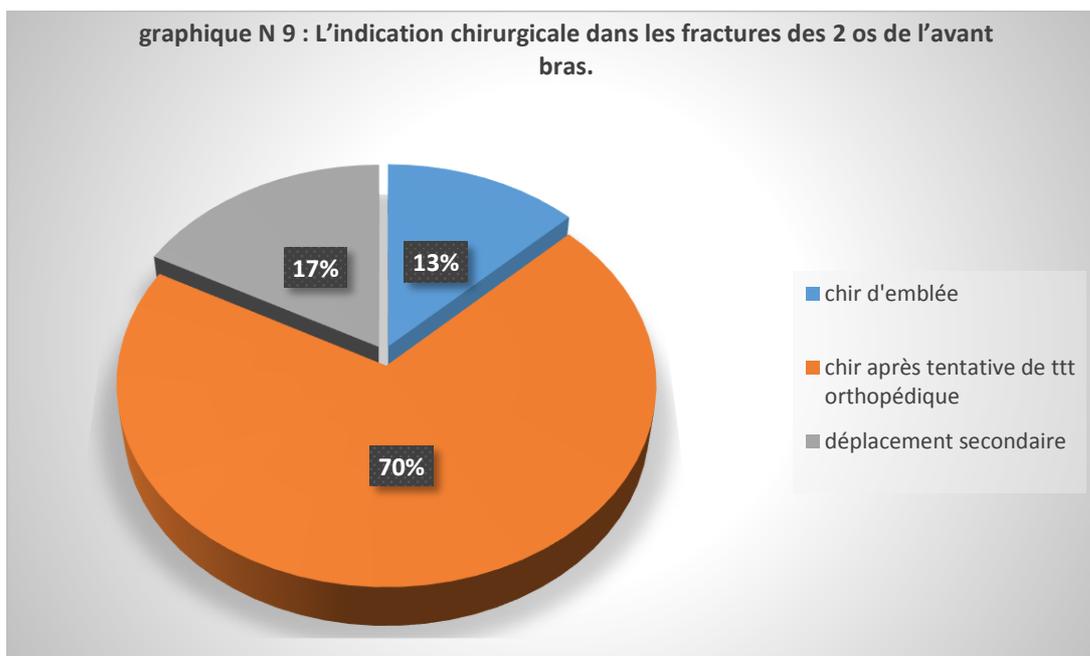
### **3. Traitement chirurgical**

70 malades de notre série soit 48% ont bénéficié d'un traitement chirurgical

49 patients (soit 69 %) après échec du traitement orthopédique, soit pour impossibilité d'avoir une réduction parfaite, ou pour une instabilité de la fracture lors de la réduction orthopédique initiale.

12 patients (soit 17%) ont été opérés devant la constatation entre le 8ème et le 21ème jour d'un déplacement secondaire après réalisation initiale d'un traitement orthopédique

9 patients (soit 13%) ont été opérés immédiatement, dont 7 malades ont bénéficié d'un traitement traditionnelle - jbirra -, et 2 malades présentant une ouverture cutanée stade II cauchoix et duparc.



Le traitement chirurgical consistait en une ostéosynthèse type ECMES dont le matériel d'ostéosynthèse utilisé était :

- les broches de kirschner ou de métaizeau dans 93% des cas soit 65 malades
- une plaque vissée dans 7% des cas

**Les types de traitement chirurgical utilisé :**

**Tab 7 : Répartition selon le traitement utilisé.**

le traitement chirurgical utilisé	Nombre de cas	Pourcentage
ECMES	65	93%
PLAQUE VISSEE	5	7%
total	70	100%

## A – Principe de l'embrochage.

### ❖ ECMES

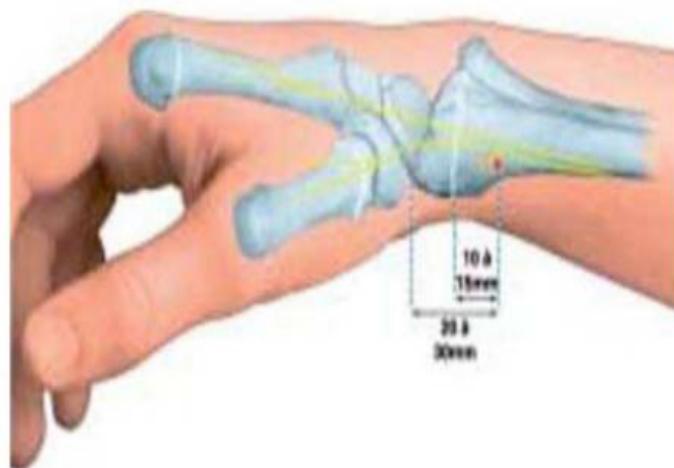
#### A -1- Installation et repère.

Nos malades ont été opérés sous anesthésie générale, installé sur une table à bras radio transparente, un garrot étant placé à la racine du membre au cas où un abord chirurgical du foyer de fracture serait nécessaire.

Tout le membre supérieur est préparé stérilement. Si les images radioscopiques de face sont fiables, l'incidence de profil, plus difficile, est obtenue soit en tournant l'arceau, soit en tournant tout le membre supérieur, bras inclus, afin de ne pas modifier la pronosupination de l'avant-bras durant ce contrôle.

**Radius** : le point d'introduction de la broche se situe sur le bord latéral de la métaphyse distale du radius, 15 mm au-dessus de la physe, soit 30 mm au-dessus de la pointe du processus styloïde radial, et plutôt sur son versant antérieur sous cutané (**figure 17**).

Il se situe entre l'insertion du tendon brachio-radial en arrière et la face osseuse ventrale où repose l'artère radiale. Ainsi, la dissection ne risque pas de léser la veine céphalique ni les branches sensibles du nerf radial laissées en arrière.



**Fig 17 : Installation et repère pour le radius.**

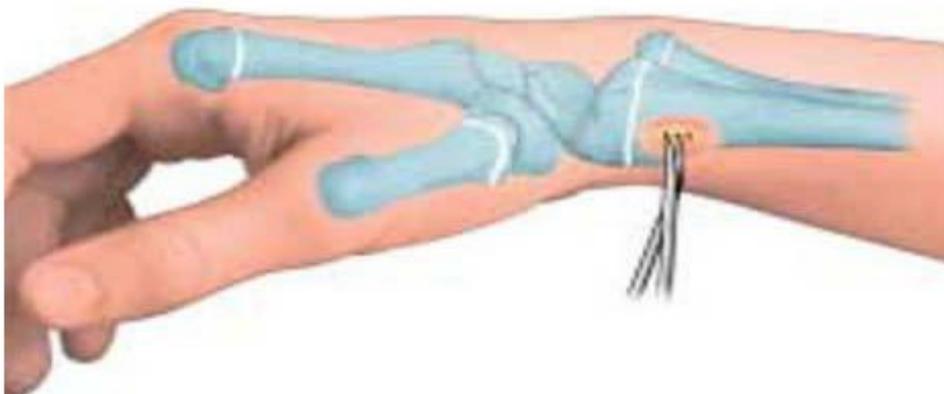
La technique opératoire utilisée dans le service était l'ostéosynthèse par embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES). Cette technique fut développée vers la fin des années 1970 par l'équipe de Prévot et Métaizeau à l'hôpital des enfants de Nancy. Il s'agit d'une ostéosynthèse interne à foyer fermé qui permet de stabiliser une réduction anatomique de fracture.

**Ulna** : le point d'introduction de la broche se situe sur la face postéro-latérale de l'olécrane, 3 cm au-dessous de son sommet. Ainsi, l'extrémité de la broche enfouie dans le muscle court extenseur du coude (Ancône) ne sera pas soumise aux appuis sur le coude. L'abord postéro-médial est à proscrire du fait de la présence du nerf ulnaire, ainsi que l'introduction au sommet de l'olécrane à l'origine de douleur sur la broche, voire de perforation cutanée.

#### **A -2- Radius ou ulna en premier ?**

Il est souhaitable de respecter l'adage « 1er os réduit = 1er os embroché » pour ne pas perdre la réduction du premier os en tentant la réduction du deuxième. Dans 80 % des cas, le radius est embroché en premier, car du fait de sa situation plus profonde, il peut être difficile à réduire dès lors que l'ulna est embroché. Dans un second temps, la réduction de l'ulna est assez facile car son bord postéro médial est bien palpable sous la peau.

#### **❖ Embrochage du radius.**



**Fig 18 : Embrochage du radius**

❖ Incision cutanée :

Le point d'introduction de la broche se situe sur le bord latéral de la métaphyse distale du radius, 1,5 à 2 cm au-dessus de la physe pour ne pas la léser, soit 3 cm au-dessus de la pointe du processus styloïde radial, et plutôt sur son versant antérieur sous-cutané. Il se situe donc entre l'insertion du tendon brachio-radial (long supinateur) en arrière et la face ventrale osseuse où repose l'artère radiale. Ainsi, la dissection ne risque pas de léser la veine radiale ni les branches sensibles du nerf radial laissées en arrière, la broche ne passe pas entre les tendons extenseurs, et l'orientation de la pointe carrée se fait vers l'arrière, limitant ainsi le risque de dérapage vers l'artère radiale. L'incision cutanée verticale se situe donc en avant de la veine radiale latérale et mesure 2 cm de longueur.

❖ Introduction de la broche :

Tandis que la pointe carrée est laissée en place dans l'os, le chirurgien, sans bouger sa main gauche, saisit la poignée montée sur la broche radiale et approche son béquillage de l'incision cutanée en le dirigeant perpendiculairement à l'orifice osseux.

L'aide retire lentement la pointe carrée pendant que le chirurgien pousse la broche au travers de la cicatrice et retrouve aisément le contact osseux, puis l'orifice dans lequel entre la broche.

Le contact intra-osseux contre la corticale opposée est perçu, la broche est retournée sur elle-même pour être orientée vers la diaphyse (**figure 19**).

Puis, tout en tractant la main du patient dans l'axe, la broche progresse dans le radius grâce à des mouvements de rotation alternés de la poignée.



**Fig 19 : Introduction de la broche pour le radius**

❖ **Réduction de la fracture :**

Le premier contrôle d'amplificateur vérifie la position de la broche et le sens de son béquillage. La réduction de la fracture est obtenue par les manœuvres externes habituelles. Puis la pointe de la broche est orientée vers le fragment opposé grâce à des petits mouvements de rotation de la poignée dans un sens ou dans l'autre, par exemple de 90° seulement pour balayer un quart de tour (**figure20**).



**Fig 20 : Réduction de la fracture pour le radius**

❖ **Passage du foyer fracturaire :**

Tandis que le chirurgien maintient la réduction obtenue, l'aide pousse délicatement la broche, « droit devant », à l'aide d'un marteau sans tourner la poignée car toute modification risquerait de voir cette broche progresser vers les parties molles.

L'amplificateur contrôle le franchissement du foyer de fracture sur quelques millimètres.

Une sensation de stabilisation est rapidement perçue par l'opérateur.

❖ **Poursuite de l'embrochage :**

La broche est ensuite poussée comme précédemment jusqu'au col radial.

En même temps, elle est tournée de façon à orienter sa concavité vers l'ulna, ce qui rétablit la courbure pronatrice du radius.

La certitude du bon montage est offerte par la position médiale de l'extrémité béquillée (**figure21.**)



**Fig 21 : Poursuite de l'embrochage pour le radius**

### a.3. Embroschage de L'ULNA.

#### ❖ Incision cutanée :

Le point d'introduction de la broche ulnaire se situe sur la face postérolatérale de l'olécrane.

Ainsi, l'extrémité de la broche enfouie dans le muscle court extenseur du coude (Ancône) n'est pas en zone d'appui.

L'abord postéro médial est risqué du fait de la présence du nerf ulnaire, et l'introduction au sommet de l'olécrane est à proscrire car elle est à l'origine d'une saillie constante et douloureuse de la broche lors de la flexion du coude, voire d'une trop fréquente perforation cutanée.

Pour pouvoir accéder à l'olécrane, le coude est fléchi tandis que le bras est en rotation médiale.

L'incision cutanée verticale mesurant 2 cm de longueur est située la face postérolatérale de l'olécrane, 3 cm au-dessous de son sommet, de façon à ce que sa partie distale soit située à plomb de l'orifice osseux prévu.

#### ❖ Introduction de la broche :



Fig 22 : Introduction de la broche de l'ulna.

Ici encore, il est important de ne pas perdre le trajet dans les parties molles sans retirer trop tôt la pointe carrée, et en la remplaçant par la broche (**figure 22**).

❖ **Progression de la broche :**

La broche est descendue dans l'ulna dont le diamètre est assez fin. En cas de blocage, il peut être utile de raccourcir la longueur de l'extrémité béquillée.

❖ **Réduction de la fracture :**

Lorsque la broche ulnaire atteint la fracture, celle-ci est réduite en prenant comme repère la palpation sous-cutanée du bord postéro-médial de l'ulna. En cas de difficulté de réduction de l'ulna, il est possible de reculer la broche radiale jusqu'à 1 à 2 cm au-dessus du trait de fracture, ce qui donne plus de mobilité au radius et facilite la réduction ulnaire. Grâce au contrôle radioscopique de face et de profil, la pointe de la broche est orientée vers le fragment opposé

❖ **Passage de la broche dans la Fracture :**

Comme pour le radius, l'aide frappe sur la broche à l'aide du marteau dès que la broche est bien orientée et tandis que le chirurgien maintient la réduction de la fracture.



**Fig 23 : Passage de la broche dans la fracture.**

❖ **Poursuite de l'embrochage**

La broche est ensuite poussée comme précédemment jusqu'à la métaphyse ulnaire distale. Il faut vérifier que sa concavité est tournée vers le radius, ce qui est confirmé par l'orientation latérale du béquillage (**figure24**).



**Figure 24 : Poursuite de l'embrochage pour l'ulna.**

La broche de Kirschner est introduite dans le canal médullaire, à travers une petite incision de la peau inférieure à 2 cm, le site d'entrée est déterminé à l'aide de l'amplificateur de brillance en évitant l'agression du cartilage de croissance.

Le site d'entrée est distal sur la surface latérale du radius, et proximal pour l'ulna. Ces points d'entrée sont préférés, car dans ces régions, le canal centromédullaire est large réduisant ainsi l'effet de stress de causer une fracture iatrogène, en plus la largeur du canal centromédullaire permet l'entrée et la progression de la broche dans ce canal.

Un trou oblique de 4.5mm est fait, ceci permet à la broche d'être introduite à un angle optimum de 30°. La broche est tenue par une poignée en T, qui quand elle est tapée par un marteau permet à la broche d'avancer dans le canal centromédullaire sans déformation, jusqu'au site de fracture. La rotation de la broche à l'aide du poignet permet la réduction du déplacement.

La fracture n'est pas réduite par cette méthode, une réduction ouverte est faite, à travers une incision de 2cm sur le site de fracture. La broche siégeant dans le canal centromédullaire proximal ou distal du site de fracture, peut passer à ce moment à travers la fracture réduite, et sera ancrée dans la métaphyse opposée, au point d'introduction.

Il est souhaitable de respecter l'adage « 1er os réduit = 1er os embroché » pour ne pas perdre la réduction du premier os en tentant la réduction du deuxième. Dans 80 % des cas, le radius est embroché en premier, car du fait de sa situation plus profonde, il peut être difficile à réduire dès lors que l'ulna est embroché.

Dans un second temps, la réduction de l'ulna est assez facile car son bord postéro médial est bien palpable sous la peau. La réduction est contrôlée par une radiographie de l'ensemble de l'os opéré de face et de profil.

En fin d'intervention, les extrémités des broches sont légèrement recourbées pour ne pas rester au contact de l'os, et sont coupées, si possible à l'aide d'une pince permettant une section franche et non agressive.

Son extrémité agressive peut être protégée par un capuchon élastique.

3 à 4mm seulement doivent rester hors de l'os pour permettre leur ablation ultérieure, si bien qu'un impacteur peut les repousser en cas de nécessité après section.

La peau est fermée sans drainage et un pansement compressif est confectionné. Il est alors fondamental d'effectuer des mouvements complets en pronation et supination de façon à corriger une éventuelle imperfection de réduction dans le plan horizontal.

Une écharpe de protection est portée quelques semaines, les activités physiques sont reprises selon les capacités de l'enfant, souvent assez rapidement. La rééducation est rarement nécessaire. Les broches sont retirées lors d'une hospitalisation ambulatoire 6 mois plus tard.

Une attelle BABP à visée antalgique a été confectionnée systématiquement chez tous nos patients pendant une durée moyenne de 2 semaines.

La durée d'hospitalisation moyenne a été de 5 jours avec des extrêmes de 3 à 8 jours.

La radiographie de contrôle avec les 2 incidences face et profil a été également de règle en post opératoire immédiat, à une semaine, à la fin du premier mois, au deuxième mois, et à l'ablation du matériel.

Les patients ont été convoqués en consultation pour évaluation clinique et radiologique dans une semaine, à la fin du premier mois, au deuxième mois, et pour ablation du matériel.

L'ablation des broches chez nos malades a été réalisée entre 6 mois et 1 an sous anesthésie générale.



**Fig 25 A : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 9 ans face et profil objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras avec déplacement en chevauchement et angulation**



**Fig 25 B : radiographie après traitement chirurgical par ECMES pour une instabilité orthopédique initiale montrant une bonne réduction**



**Fig 25 C : Radiographie de contrôle après consolidation a J 45**



**Fig 26 A : Radiographie face et profil de l'avant-bras d'un enfant âgé de 14 ans admis pour fracture ouverte stade I objectivant : - fracture étagée du 1/3 moyen et inf du cubitus avec déplacement en angulation - une fracture de la jonction du 1/3 moyen et 1/3 inf du radius a trait oblique déplacée en chevauchement**



**Fig 26 B : radiographie après traitement chirurgical par ECMES**

### **B- ostéosynthèse par plaque vissée**

5 malades soit 3.4% de nos malades admis pour fracture négligée des 2 os de l'avant-bras ont bénéficié d'un traitement à base d'ostéosynthèse par plaque vissée

C'est une technique simple qui réclame beaucoup de minutie, dont le but est d'obtenir une réduction parfaite maintenue par une ostéosynthèse solide.

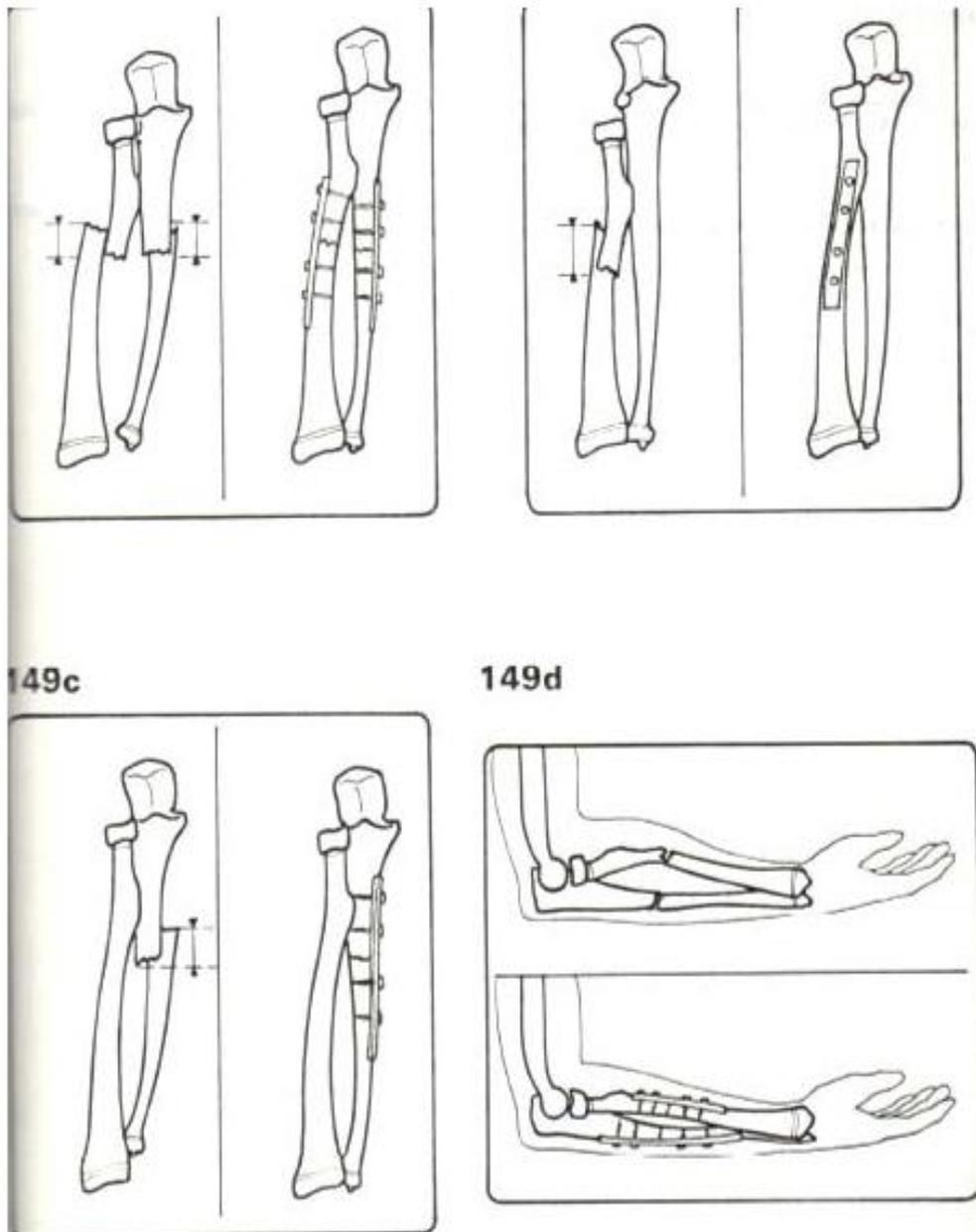
Le malade était installé en décubitus dorsal sous AG

La voie d'abord doit être double :

Une voie d'abord sur le radius : il se fera par voie stylo-humérale.

Une voie d'abord pour l'ulna : C'est un os sous-cutané que l'on peut aborder sur toute sa longueur.

- La réduction est confiée à une plaque vissée comportant deux vis de part et d'autre de la fracture.
- Une immobilisation plâtrée postopératoire n'est pas recommandée ; l'ablation de matériel se fait après la consolidation au 6ème mois.



**Fig 27: Technique de l'ostéosynthèse par plaque vissée[28]**



**Fig 28 A : Radiographie de l'avant-bras face et profil d'un enfant âgé de 7 ans après traitement traditionnel par jbirra pendant 1 mois objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras avec déplacement en chevauchement ; et présence d'un cal osseux**



**Fig 28 B : radiographie après réduction chirurgicale et résection du cal**



Fig 28 C : Radiographie après AMOS a 4 mois

Le traitement chirurgical en matière de l'avant-bras ne trouve son indication que dans :

- les fractures irréductibles
- les fractures réductibles mais instables
- les fractures à déplacement secondaire
- les fractures dans le cadre d'un polytraumatisme
- les fractures chez les maladies en réanimation
- les fractures ouvertes
- les fractures avec complication vasculo-nerveux

## **V – Complications**

### **Complications précoces**

Bien que les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'enfant soient réputées être bénignes, les complications ne sont pas rares.

Dans notre étude, nous avons dénombré malheureusement certaines complications

#### **1.1. Syndrome de loge**

1 patient a présenté un syndrome de loge.

Bien que cette complication ne soit pas secondaire à un traitement médical que ce soit orthopédique ou chirurgical, mais plutôt une complication d'un traitement traditionnel fait de jbira, on a vu la nécessité de le rapporter

Il s'agit d'un patient âgé de 5 ans victime d'un traumatisme du membre supérieure gauche ayant bénéficié d'une mise en place de jbira pendant 7 jours compliqué d'un syndrome de walkman.

Examen trouve légère flexion des phalanges sans amyotrophie et membre légèrement froid,

Le traitement a consisté en une ablation du bandage serré et aponévrotomie en urgence permettant de récupérer la vascularisation de l'avant-bras sans séquelles et réduction chirurgicale de fracture par ECMES



**Fig 29 : traitement traditionnel par JBIRA**



**Fig 30 A : Radiographie de l'avant-bras face et profil d'un enfant âgé de 5 ans objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras avec déplacée en chevauchement et angulation**



**Fig 30 B : Radiographie de l'avant-bras face et profil après réduction chirurgicale par ECMES**

### **1.2. Infection du site d'introduction des broches**

7 patients ont présenté une infection superficielle, ayant bien répondu au traitement antibiotique avec recoupe de la broche.

### **1.3. Saillie cutanée des broches**

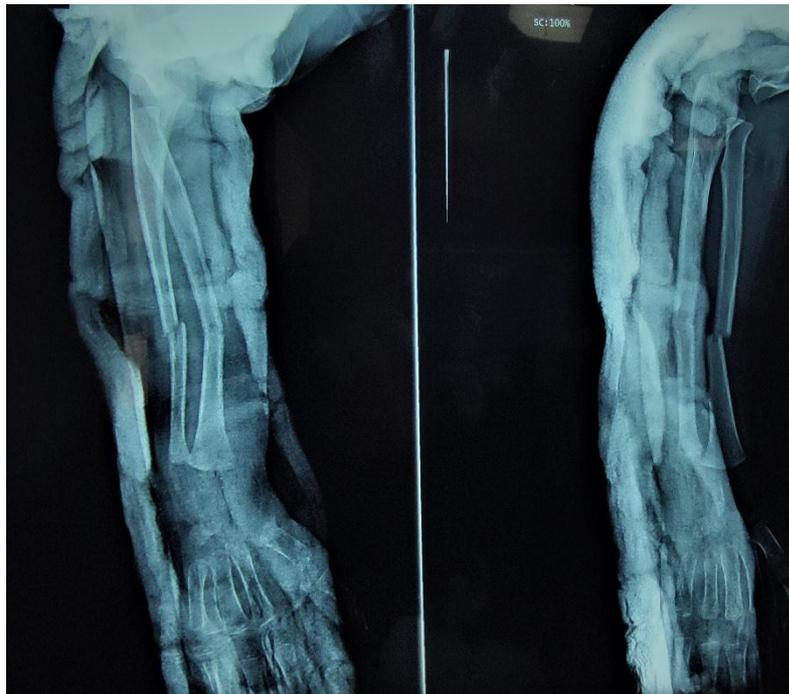
1 malade a présenté Infection avec saillie cutanée de la broche radiale, a bien répondu au traitement antibiotique avec recoupe de la broche.

#### **1.4 Déplacement secondaire**

Il a été objectivé sur la radiographie de contrôle chez 12 malades, soit 8.3% des cas,

- Au 2ème jour chez 2 patients,
- entre le 8ème et le 10ème jour chez 9 enfants,
- au 30ème jour chez un enfant.

Les 12 cas ont bénéficié d'un traitement chirurgical par ECMES.



**Fig 31 A : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 2 ans face et profil de contrôle après traitement orthopédique d'une fracture des 2 os de l'avant-bras par attelle postérieure**



**Fig 31 B : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 2 ans face et profil objectivant déplacement secondaire d'une fracture de l'avant-bras suite à une 2eme chute sur le même membre avec déplacement en chevauchement et angulation**



**Fig 31 C : Radiographie après ECMES**

## 2. Complications tardives

### 2.1. Pseudarthrose et ostéomyélite

1 seul cas de pseudarthrose a été recensé dans notre série

Il s'agit d'une malade âgée de 14 ans admise pour fracture ouverte stade I du 1/3 moyen des 2 os de l'avant-bras, elle a bénéficiée d'un traitement orthopédique non réussi et complété par réduction chirurgicale (ECMES), 3 mois après le traitement chirurgical par ECMES, l'évolution a été marquée par la survenue d'une infection osseuse type ostéite avec bilan infectieux positif d'où la décision d'enlever le matériel d'ostéosynthèse et de mettre la malade sous antibiotique.

L'évolution a été marquée par l'apparition d'une pseudarthrose septique qui a été reprise pour une plaque vissée après stérilisation du foyer et normalisation du bilan biologique



**Fig 32 A : Radiographie de l'avant-bras face et profil objectivant une fracture des 2 os de l'avant-bras avec déplacée en chevauchement**



**Fig 32 B : radiographie après réduction orthopédique**



**Fig 32 C : radiographie après réduction chirurgicale par ECMES**



**Fig 32 D : radiographie de l'avant-bras face et profil montrant une ostéite étendue du cubitus et localisée au niveau du radius**



**Fig 32 E : radiographie après AMOS**



**Fig 32 F : Radiographie de l'avant-bras face et profil objectivant des séquestres osseux**

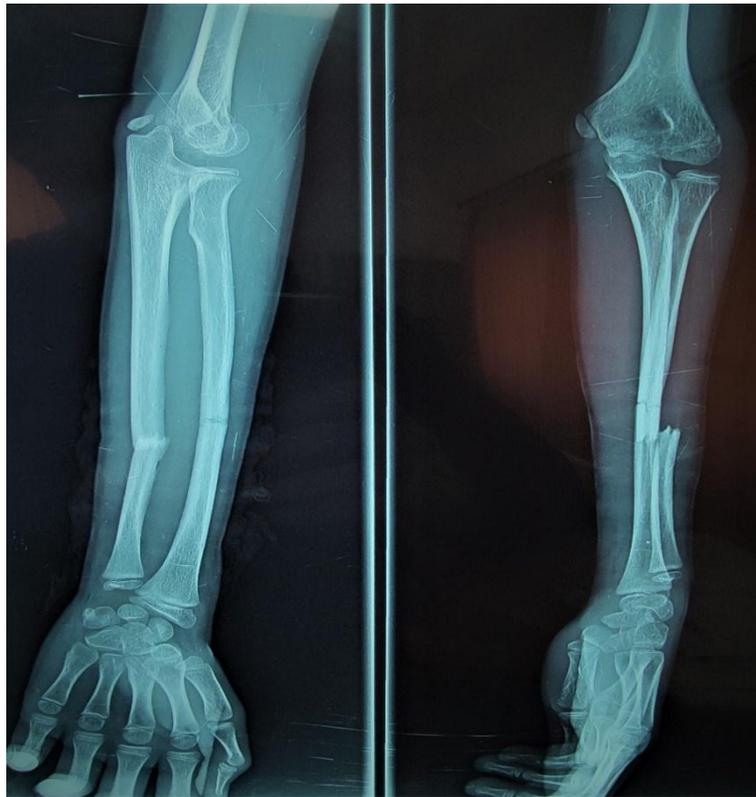
## **2.2. Fractures itératives :**

Les fractures itératives surviennent dans les 3 à 18 mois après la 1<sup>ère</sup> fracture et se situent exactement au même niveau.

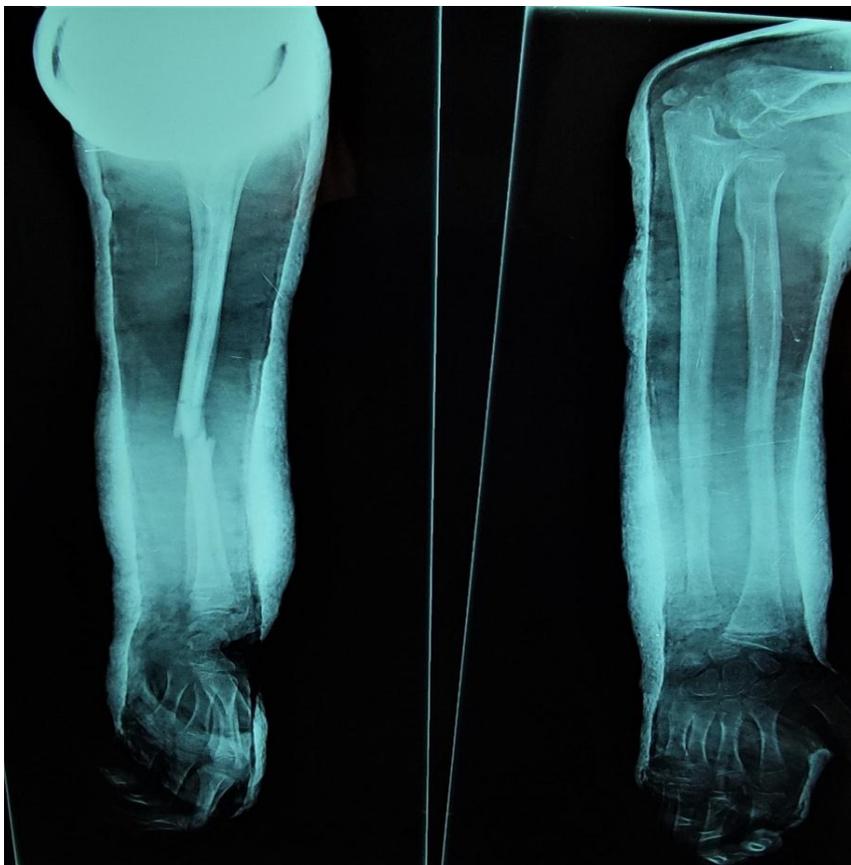
Ils ont été observée chez 4 de nos patients soit 2 %.

- 2 fractures itératives ont été signalées après traitement traditionnel de 1 mois
- au 4<sup>ème</sup> mois pour 1 malade après un traitement orthopédique de 45 jours
- au 15<sup>ème</sup> mois pour un cas après un traitement chirurgical par ECMES .

3 malades ont bénéficié d'un traitement chirurgical par ECMES, et le 4<sup>ème</sup> a bénéficié d'un traitement orthopédique de 60 jours.



**Fig 33 A : Radiographie de l'avant-bras d'un enfant âgé de 10 ans face et profil objectivant une fracture itérative des 2 os de l'avant-bras déplacée en chevauchement ulnaire a noter que le malade a été traité initiale,ent pqr ECMES**



**Fig 33 B : Radiographie après réduction orthopédique et plâtre PBABP**

## **VI- RESULTATS DE NOTRE ETUDE**

### **1- Critères d'appréciation**

Pour évaluer nos résultats des différents traitements qui ont été instaurés, nous avons utilisé les critères de Jones fondés sur la douleur, la fonction, la consolidation et la mobilité du membre.

Les résultats sont jugés de la façon suivante :

#### **Sur le plan fonctionnel :**

Par l'existence des douleurs au niveau du foyer de fracture.

Par la reprise de l'activité normale antérieure.

Par les mouvements de la pronosupination.

#### **Sur le plan anatomique :**

Par la qualité de la cicatrice.

Par la présence ou non de déformation du membre.

#### **Sur le plan radiologique :**

Par l'existence d'un défaut d'axe.

Par la consolidation du foyer de fracture.

❖ Les résultats sont classés en deux catégories :

Résultats satisfaisants : sur tous les plans.

Résultats non satisfaisants : sur au moins un plan.

## 2- Résultats globaux

Nous avons eu après traitement de ces fractures les résultats suivants :

**Tab 8 : Résultats globaux.**

Résultats	Nombre de cas	Pourcentage
Résultats satisfaisants	129	89,5%
Résultats non satisfaisants	15	10.5%

## 3- Résultats analytiques

### 3.1. Selon le traitement utilisé

Sur 86 cas traités orthopédiquement, nous avons eu :

- 73 cas qui ont récupéré les fonctions normales de l'avant-bras avec bonne consolidation.
- 12 cas de déplacement secondaire.
- 1 enfant a présenté une fracture itérative.

Sur 58 cas traités chirurgicalement, nous avons eu 2 cas non satisfaisant :

- Un cas d'infection sur matériel avec suspicion de pseudarthrose.
- un cas de fracture itérative

**Tab 9 : Résultats selon le traitement utilisé.**

Traitement utilisé	Orthopédique		Chirurgical	
	Nombre de cas	Pourcentage	Nombre de cas	Pourcentage
Résultats satisfaisants	73	85%	56	96.5%
Résultats non satisfaisants	13	15%	2	3.5%
Total	86	100%	58	100%

### 3.2. selon le siège du trait de fracture

Les meilleurs résultats que nous avons eu dans notre étude étaient constaté dans les fractures du 1/3 inférieur avec 96%, ceci est dû au fait que le foyer est accessible à la réduction puisqu'il est sous cutané d'une part, et d'autre part, il est proche du cartilage de conjugaison qui est doué d'un haut potentiel de remodelage. Alors que pour les fractures du 1/3 moyen et du 1/3 supérieur, nous avons eu respectivement comme résultats satisfaisants 87% et 82%.

En ce qui concerne les résultats non satisfaisants, nous avons eu 2 cas soit 18% pour les fractures du 1/3 supérieur et 11 cas soit 12% du 1/3 moyen.

Ceci est en rapport avec l'inaccessibilité de ces foyers et l'importance du jeu musculaire qui aggrave les déplacements, et rendent parfois la réduction impossible.

**Tab 10 : Résultats selon le siège de la fracture**

Siège Résultats	1/3 supérieur		1/3 moyen		1/3 inférieur	
	Nombre de cas	%	Nombre de cas	%	Nombre de cas	%
Résultats satisfaisants	9	82%	76	87.3%	44	96%
Résultats non satisfaisants	2	18%	11	12.7%	2	4%
Total	11	100%	87	100%	46	100%

### **3.3. Selon le type de déplacement**

Pour le type de déplacements, les meilleurs résultats sont obtenus avec les déplacements en angulation avec 58 cas, soit 98% des résultats satisfaisants.

### **3.4. Recours au traitement chirurgical selon l'âge**

Dans notre étude, on a eu recours au traitement chirurgical le plus fréquemment chez les enfants de 10 à 16 ans, ceci est dû au fait qu'à partir de l'âge de 10 ans, nous avons de plus en plus des fractures déplacées d'une part, et d'autre part, on devient plus exigeant quant à la qualité de la réduction qui doit être parfaite, si l'on sait que le potentiel de remodelage commence à diminuer à partir de la deuxième enfance.

**Tab 11 : Recours au traitement chirurgical selon l'âge.**

	<b><u>Nombre de cas</u></b>	<b><u>Pourcentage</u></b>
0 - 5 ans	2	3%
6 - 10 ans	22	38%
11 - 16 ans	34	59%
Total	58	100%

# DISCUSSION

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'enfant sont beaucoup plus fréquentes que chez l'adulte.

Elles constituent près de la moitié (45%) de celles des os longs et le quart du total des Fractures.

Elles viennent au second lieu après les fractures du quart inférieur des deux os de l'avant-bras dans les fractures du membre supérieur chez l'enfant [6], et touchent plus les enfants en âge scolaire de sexe masculin [2], [29], [30].

Dans notre étude, 144 fractures des deux os de l'avant-bras ont été recensées,

Le mécanisme est le plus souvent indirect lors d'une chute sur la main entraînant une flexion forcée des deux os de l'avant-bras.

La fracture peut également résulter d'un traumatisme direct, favorisée par le caractère sous-cutané du radius et de l'ulna [31].

L'étiologie la plus fréquemment retrouvée est la chute simple, la chute d'une hauteur vient secondairement.

Le traitement conseillé pour ces fractures est généralement orthopédique. L'intervention chirurgicale est réservée aux cas de réductions médiocres à partir de l'âge de 10 ans.

Le remodelage joue un rôle important dans la correction des réductions anatomiques imparfaites [6].

Les résultats de notre étude seront discutés à la lumière d'études similaires.

## I- Analyse épidémiologique de la série

### 1. Sexe

Retrouver un nombre de garçons atteints plus important dans notre série, ainsi que dans les autres études ne semble pas surprenant car ils sont souvent de nature plus active que les filles et donc plus souvent exposés aux traumatismes.

Dans notre série, nous avons dénombré 125 garçons et 19 filles soit un sexe ratio de 6,5.

Même chose retrouvé dans la littérature où le nombre de garçons était plus important que les filles.

**Tab 12 : Répartition selon le sexe dans plusieurs séries.**

	OUTTARA et al. [12]	FRANCOIS [32]	HAMRAOUI [33]	D.Toussaint et al. [34]	Notre série
<b>Sexe ratio</b>	2,63	1,7	6,8	2,3	6.5

### 2. Age

La répartition des fractures en fonction de l'âge montre que l'âge moyen dans plusieurs études se situe entre 6,9 et 10.5 ans. Ceci peut être expliqué par la turbulence des enfants à cet âge.

**Tab 13 : Répartition des fractures diaphysaires des 2 os d'avant-bras chez l'enfant en fonction de l'âge dans plusieurs études.**

Auteurs	Age moyen
HAMEL [10]	8,6
OUATTARA et al.[12]	8,2
FRANCOIS[32]	6,9
LASCOMBS et JUDET [35]	8,5
Notre série	10.4

### **3. Accident causal**

La chute simple (ou la chute de sa hauteur) représente l'étiologie la plus fréquente avec 61.1% des cas étudiés dans notre série, et le chute de hauteur vient en 2eme place avec 18.7%,

plus rarement il s'agit d'un accident de la voie publique (2%) ou d'une agression (1%), même chose retrouvée chez la plupart des auteurs.

Dans la série de HAMMEL [10], plus d'une fracture sur deux (52,4 %) était secondaire à une chute simple. La survenue de la fracture au cours de la pratique sportive était notée dans 31,2 % des cas. Les accidents de la voie publique étaient responsables de 4,7 % des fractures. Les chutes d'un lieu élevé ne représentaient que 4,6 % des fractures, alors que les chocs directs n'étaient retrouvés que dans 0,6% des observations.

Dans la série d'OUATTARA et al. [12], les fractures des deux os de l'avant-bras étaient dues à des accidents domestiques ou de jeu dans 93% (64 cas), par des accidents de la voie publique dans 6% (4 cas) et un cas d'accident de sport 1%.

### **4 . Répartition selon le mécanisme du traumatisme**

Le mécanisme le plus fréquent dans notre étude est le mécanisme direct, Ceci est différent du résultat de certains auteurs [12], [32], [33] qui rapportent une fréquence élevée pour le mécanisme indirect.

Probablement, le mécanisme du traumatisme de ces fractures est mal précisé par la famille dans notre contexte, c'est de cette manière que nous expliquons cette différence entre nos résultats et les données de la littérature.

## II- Analyse clinique

### 1. Coté atteint

Dans notre série l'atteinte du côté gauche est prédominante, retrouvée chez

78 patients soit 54% ; même chose retrouvée dans les autres études. [32][36][45]

Pour FRANCOIS [32], le côté lésionnel prédominant était le côté gauche dans les deux tiers des dossiers, alors que dans un tiers des dossiers, le côté atteint n'était pas précisé.

Il semblerait que la majorité de nos patients étaient des droitiers. L'avant-bras gauche est le plus sollicité dans les parades lors des agressions et sert d'appui au cours des chutes.

**Tab 14 : Répartition selon le coté lésionnel dans plusieurs études.**

Auteurs	Nombre de cas	Côté gauche		Côté droit	
		Nombre de Cas	Pourcentage	Nombre de cas	Pourcentage
AZMY [36]	99	57	57,57%	42	42,42%
FRANCOIS [32]	37	-	60%	-	40%
D. Toussaint [34]	20	14	70%	6	30%
Notre série	144	78	54%	66	46%

## 2. Renseignements cliniques

C'est ainsi qu'à la fin de notre examen on a pu recenser les informations suivantes :

Le diagnostic en urgence est dans la grande majorité des cas très facile à réaliser devant l'impotence fonctionnelle absolue et la déformation de l'avant-bras, le patient se présentant dans la position classique des traumatisés du membre supérieur : le membre atteint était soutenu par le membre sain.

La douleur, la déformation et l'impotence fonctionnelle restent les signes cliniques les plus fréquentes dans les cas de fracture des 2 os de l'avant-bras, [38],[39].

Toute pronosupination est strictement impossible, car excessivement douloureuse

Il est en revanche indispensable de vérifier l'absence d'anomalie clinique des articulations sus et sous-jacentes.

Une ouverture cutanée peut s'associer à la fracture, soit par traumatisme direct, soit par la saillie du squelette fracturé (ouverture moins septique car de dedans en dehors). Elle peut aller d'une ouverture punctiforme jusqu'à une perte importante de substances cutanées exposant ainsi l'os au risque d'infection [18].

Dans la littérature, la fréquence des fractures ouvertes de l'avant-bras est inférieure à celle de notre série (16%), estimée entre 0,5 et 4,5 % [40]. Elles sont généralement dues à un traumatisme à haute énergie.

Le bilan locorégional comprend la vérification de l'absence de complications cutanées, vasculaires et neurologiques par vérification des pouls distaux, de la sensibilité et de la mobilité des doigts L'analyse des courbures de fragments proximaux, de leur juxtaposition, de l'espace interosseux dans des positions radiographiques de référence peut aussi être utilisée [37].

L'examen général permet d'apprécier l'état de conscience, l'état hémodynamique et de rechercher d'autres lésions associées entrant dans le cadre d'un polytraumatisme surtout en cas d'accidents de la voie publique ou de chute d'une hauteur élevée.

Le tableau clinique peut être discret et limité à une douleur légère. Dans tous les cas, la radiographie est systématique.

### **III- Analyse radiologique**

#### **1- La radiographie standard**

Dans la grande majorité des cas, deux clichés orthogonaux suffisent : L'un de face, en supination complète, car la pronation entraîne un croisement, gênant, du radius et du cubitus. L'autre de profil.

Il est extrêmement important d'inclure de façon systématique sur les clichés, les articulations sus et sous-jacentes (le coude et le poignet), en raison de la grande fréquence des luxations associées. Parfois, il est utile de réaliser des clichés comparatifs du membre controlatéral en cas de suspicion de fracture plastique.

La radiographie standard renseigne sur :

##### **a. Répartition selon le siège du trait de fracture**

Le tiers moyen est le siège le plus souvent retrouvé dans notre étude avec un pourcentage de 60% rejoignant ainsi les résultats de HAMMEL [10] et HAMRAOUI [33]. Alors que pour GHANDI [41] et THOMAS [29] la majorité des fractures était localisée au tiers distal.

**Tab 15 : Répartition selon le siège de la fracture dans plusieurs études.**

Auteurs	1/3 supérieur	1/3 moyen	1/3 inférieur
HAMMEL [10]	13%	67%	20%
HAMRAOUI [33]	10,9%	57,7%	31,40%
GHANDI [41]	1%	35%	64%
THOMAS [29]	2%	8%	90%
Notre série	8%	60%	32%

**b. Selon le déplacement**

Dans notre étude, les fractures sont souvent déplacées, l'angulation est le type de déplacement le plus rencontré rejoignant ainsi ce qui a été retrouvé par AZMY [36] et HAMRAOUI [33].

**Tab 16 : Répartition selon le déplacement dans plusieurs études.**

Auteurs	Fractures non Déplacées	Angulation	Chevauchement	Angulation + chevauchement	Translation
AZMY [36]	11,11%	40,40%	25,25%	21,21%	2,02%
HAMRAOUI [33]	19%	44,4%	2,3%	-	7%
Notre série	-	40%	27%	21.5%	11%

## **2- L'échographie**

Selon Williamsmon et al. [42] l'échographie peut être une alternative de la radiographie standard surtout dans la détection des fractures simples non déplacées chez l'enfant. D'après leur étude comportant 26 cas de fractures, l'échographie a une sensibilité et une spécificité de 100%.

L'échographie n'a pas été utilisée dans notre série, toutes les fractures étaient déplacées avec un diagnostic radiologique évident sur la radiographie standard.

## **IV- Prise en charge thérapeutique**

### **1. Objectif**

Le but de traitement est de restituer une anatomie normale permettant une fonction satisfaisante de l'avant-bras.

Ceci explique la nécessité de la restitution anatomique de ce segment par méthode orthopédique ou chirurgicale en fonction des indications. Pour cela, certaines conditions doivent être respectées :

Les courbures normales du radius et du cubitus doivent être conservées.

L'inégalité de longueur des deux os de l'avant-bras doit être maintenue.

L'axe de rotation anté-brachial doit être conservé.

L'homologie de rotation des deux articulations radio cubitales supérieure et inférieure doit être respectée. [29], [30] [43].

### **2. Moyens**

#### **2.1. Traitement orthopédique**

##### **➤ Technique**

Le traitement orthopédique est le traitement de choix des fractures des deux os de l'avant-bras de l'enfant.

En l'absence de déplacement, une immobilisation par plâtre brachio-anté-brachio-palmaire doit être réalisée pour une durée de 6 semaines pour les fractures en « bois vert » (qu'il ne faut pas hésiter à prolonger en cas de consolidation limite), et de 2 à 2 mois et demi pour une fracture complète chez l'adolescent.

En cas de fracture complète déplacée, une réduction première sous anesthésie générale par traction prolongée dans l'axe du membre, coude fléchi à 90°, plus ou moins associée à des manipulations externes du foyer doit être effectuée sous contrôle à l'amplificateur de brillance.

Le principe de la réduction orthopédique des fractures des deux os de l'avant-bras est basé sur la règle du tiers d'Evans [17].

Selon ce principe, la position de la tubérosité bicipitale serait fonction de la position de l'avant-bras.

En fait, la bonne réduction du radius se traduit par l'alignement du radius proximal sur le radius distal et s'apprécie radiographiquement sur la position de la tubérosité bicipitale.

Sur cette base, Evans a proposé la mise en pronation de l'avant-bras pour les fractures du tiers distal, en supination pour les fractures du tiers proximal et en position neutre pour les fractures du tiers moyen pour contrôler la réduction de la fracture du radius [17].

L'amplificateur de brillance reste cependant indispensable pour l'application de ce principe.

Une fois la réduction obtenue, avec restauration d'une bonne courbure pronatrice du radius, une immobilisation plâtrée est effectuée par plâtre brachio-anté-brachio-palmaire, coude à angle droit et poignet dans la position de réduction. [17]

Pour les fractures en « bois vert » avec angulation importante, la réduction se fait sous anesthésie générale par manipulation douce. L'immobilisation se fait de la même façon par un plâtre brachio-anté brachio-palmaire [31].

## **2.2. Surveillance**

➤ **Clinique** : elle est très importante à la recherche des signes pouvant prélude à un syndrome de Volkmann.

Dans tous les cas, la surveillance de l'enfant au cours des premiers jours suivant la réduction est très importante. Il est indispensable de surélever le membre supérieur, de veiller au pouls, à la chaleur, à la couleur, à la sensibilité et à la motricité des doigts.

Le risque d'œdème et d'une compression vasculaire, ou nerveuse pouvant prélude à un syndrome de loge, constitue une grande préoccupation lors de l'application d'un plâtre.

➤ **Radiologique** : elle doit obéir à des règles très strictes à cause du risque de déplacement secondaire.

Quant à la surveillance de la fracture elle-même, elle doit obéir à des règles très strictes à cause du risque du déplacement secondaire. On ne doit jamais manquer de faire, une radiographie de contrôle,

Dans notre étude une radiographie de contrôle en post opératoire immédiat, au 2ème jours, au 8ème a 10ème jrs , j30 , j60.

Alors que dans les littérature la radiographie de contrôle a la 48eme heure au 8, 15, 21 jours, au-delà duquel, le foyer est suffisamment englué [32], [34], [36].

### **2.3. Traitement chirurgical**

Le traitement chirurgical est un traitement d'exception dans les fractures des deux os de l'avant-bras,

Ses buts sont différents de ceux de l'adulte visant à obtenir et maintenir une réduction sans impératif de mobilisation immédiate ; les troubles trophiques les pertes fonctionnelles et les raideurs liées à l'immobilisation sont en effet absents chez l'enfant, l'utilisation de plaque est de venue exceptionnelle. [40], [44], [45], [46], [47]

#### **A.1. Embrochage Centro Médullaire Elastique Stable «ECMES».**

L'ECMES est apparu en Espagne en 1977 (Perez-Sicilia [48]) puis développé par l'école de Nancy (Lascombes et al [45], Ligier et al [49], Métaizeau [44]) pour devenir le « gold standard » du traitement chirurgical des fractures diaphysaire chez l'enfant et l'adolescent [50].

L'ECMES permet une consolidation rapide, basée sur le développement optimal du cal externe qui est à la fois physiologique, précoce et résistant [51],

une hospitalisation courte n'excédant généralement pas huit jours, et une reprise fonctionnelle rapide en général, sans immobilisation plâtrée prolongée, ce qui est compatible avec la reprise précoce de la fréquentation scolaire.[50]

La brièveté de l'hospitalisation rend compte du coût financier raisonnable du traitement. [50]

L'ECMES est utilisé avec des broches de diamètres différents allant de 1.6 à 3mm [50]

➤ **Les avantages de la technique d'ECMES :**

- Respecte les principes biologiques de la consolidation osseuse [50, 52]
- Respecte l'hématome fracturaire [50]
- Permet d'obtenir une réduction anatomique [50]
- Pas d'immobilisation plâtrée [50, 52]
- Faible taux de complications [50, 52]
- Limite les cicatrices chirurgicales [50, 52]

➤ **Les inconvénients de la technique d'ECMES :**

- L'infection sur les broches [50]
- Le temps d'irradiation est plus long [50]
- L'ablation des broches doit être envisagée ultérieurement [50, 52]

**A.2. Embrochage par broches de kirshner.**

L'embrochage, en utilisant la broche de Kirschner d'un diamètre allant de 14mm à 20mm, est la méthode de choix selon certains auteurs [52], [53], chez les enfants moins de 11ans, elle est facile à reproduire, elle permet de corriger les déformations angulaires et rotationnelles, l'ablation est simple et le coût du traitement est acceptable.

➤ **Les avantages de la technique d'embrochage par broches de kirshner :**

Le coût du traitement est acceptable pour les patients.

Mais la plupart des auteurs recommandent actuellement les broches de Métaizeau vu leur supériorité mécanique et leur stabilité.

## **B. Réduction sanglante**

Son objectif est d'obtenir une réduction parfaite maintenue par une ostéosynthèse solide.

Les deux os sont abordés par deux voies différentes :

- L'abord du cubitus est simple, se fait par voie postéro- interne.
- L'abord du radius se fait par voie antérieure au niveau du 1/3 supérieur, voie stylo-humérale au niveau du 1/3 moyen, voie antérieure ou externe au niveau du 1/3 inférieur.

### **B.1. La plaque vissée .**

L'ostéosynthèse par plaque vissée était la plus couramment utilisée. En réalité, elle n'est pas parfaitement adaptée aux exigences physiologiques spécifiques de l'os en croissance de l'enfant [44]. Ses inconvénients sont nombreux et en font un moyen de traitement trop agressif [45]

#### ➤ **Les inconvénients de l'ostéosynthèse par plaque vissée.**

- la plupart des équipes ont abandonné la réduction par plaque vissée car elle fait courir **trois dangers** : [54,55]
- Un danger nerveux, surtout dans la chirurgie au quart supérieur du radius;
- Un danger osseux. Il est important de bien modeler les plaques en fonction des courbures ;
- Un danger cartilagineux, surtout dans le cadre des fractures basses, le risque est de provoquer une épiphysiodèse du cartilage de conjugaison inférieur, si la plaque n'est pas placée correctement.

Dans la série de OZKAYA et al [56], qui compare les résultats de la réduction par l'ECMES et la réduction par plaque vissée, on trouve que l'ECMES est moins pourvoyeur de complications et respecte les normes physiologiques de l'os chez l'enfant. Par ailleurs, les complications de la réduction par plaque vissée observées par OZKAYA et al sont :

- Un déperiochage
- Une pseudarthrose pour un cas

Des complications de type infectieux dues au matériel pour 3 cas.

### **B.2. Le fixateur externe**

L'ostéosynthèse est assurée par deux fixateurs externes de petite taille spécialement adaptés au volume des deux os de l'avant-bras chez l'enfant comportant chacun au moins deux fiches sur chacun des fragments. [57],

Le fixateur externe a pour lui de pouvoir être mis en place par une voie d'abord peu étendue et ne nécessite pas une nouvelle intervention pour être osé.

L'ostéosynthèse solide par broche. La mise en place d'un plâtre est obligatoire après l'ostéosynthèse, et l'ablation du matériel se fait au 60ème ou au 90ème jour [57].

#### **❖ Les avantages de l'ostéosynthèse par fixateur externe [57].**

- Technique simple et relativement rapide ;
- Pas d'implant au niveau du foyer fracturaire ;
- Risque infectieux diminué ;
- Pas de pose de plâtre nécessaire ;
- Mobilisation active précoce.

#### **❖ Les inconvénients de l'ostéosynthèse par fixateur externe [57].**

- Gêne du matériel.
- Rares réactions locales ou infection des fiches cutanée

### **3. Indications**

#### **3.1. Traitement orthopédique**

Le traitement orthopédique reste la première indication des fractures des deux os de l'avant-bras [36], [44], aussi bien celles avec ou sans déplacement.

La réduction et la contention par un plâtre brachio-anti-brachio-palmaire ont été réalisées chez 86 enfants le plus souvent en urgence.

L'amplificateur de brillance reste cependant indispensable pour l'application de ce principe.

Dans notre étude, toutes les réductions ont été dans la plupart des cas réalisées sous amplificateur de brillance (70% des cas).

Lorsque les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras sont très déplacées ou instables la réduction orthopédique connaît des limites.

Ainsi, dans notre étude, 12 fractures diaphysaires complètes (13%) traitées orthopédiquement se sont compliquées de déplacements secondaires.

Il s'agissait vraisemblablement de réduction insuffisante sur des fractures potentiellement instables.

#### **3.2. Traitement chirurgical**

Selon plusieurs auteurs, l'ostéosynthèse doit être d'emblée indiquée pour les fractures instables des deux os de l'avant-bras [45], [18], [54], [3].

Pour Kirkos et coll. [58] les fractures instables sont celles qui ont présentés des déplacements secondaires sous plâtre immédiatement après l'immobilisation ou avant le 10<sup>ème</sup> jour de même que celles qui sont compliqué d'une perte de l'extension de l'index après l'immobilisation.

Pour traiter ces fractures instables, les techniques chirurgicales utilisées ont été variées en fonction des équipes.

Certaines équipes ont préféré l'enclouage centromédullaire stable (ECMES) [59] alors que d'autres ont proposé la réduction à ciel ouvert et la contention de la fracture du radius par une plaque vissée [29].

Pour ces derniers, l'ostéosynthèse à ciel ouvert du radius suffit à elle seule à traiter les fractures des deux os de l'avant-bras.

Une bonne réduction anatomique des déplacements du radius et leurs contentions stables par une plaque ont amélioré de fait l'alignement de l'ulna.

Pour Ligier [49], les indications de la chirurgie sont les polytraumatismes, les traumatismes crâniens avec agitation, les fractures ouvertes, les complications vasculaires, nerveuses ou cutanées et les infirmes moteurs cérébraux.

Pour certains auteurs [60], [61], [62], [63] le traitement chirurgical constitue le traitement de 2ème intention après l'échec du traitement orthopédique.

On peut distinguer ses indications en plusieurs catégories :

- Les indications de première intention sont en général des grandes fractures ouvertes, des complications vasculaires ou nerveuses qui imposent l'exploration des lésions et des irréductibilités complètes.
- Les indications secondaires sont essentiellement des déplacements secondaires en cas d'échec du traitement orthopédique, des fractures itératives ; soit d'emblée si le traitement initial a été chirurgical, soit après échec du traitement orthopédique en cas de son utilisation initiale et pseudarthroses ou certains cals vicieux intolérables.

Dans notre série, le traitement chirurgical n'a été envisagé que comme alternative secondaire ; après plusieurs tentatives de réduction, ou de fractures ouvertes.

C'est ainsi que Le traitement orthopédique reste le traitement de 1ere intention et le plus fréquemment utilisé dans notre série, ainsi que dans les autres études

En cas d'échec du traitement orthopédique, le traitement chirurgical a été fait en 2eme temps opératoire après 24h, alors que dans les littérateurs la chirurgie a été faite immédiatement en même temps opératoire.

- L'indication de plaque vissée est exceptionnelle dans la littérature la plupart des équipes ont abandonné la réduction par plaque vissée vue ses complications plus fréquentes, Dans notre série, 5 malades ont été traité par cette technique d'ostéosynthèse, 4 avaient été traité par jbira et ont présenté un cal osseux et un patient a présente une pseudarthrose.

L'utilisation de fixateur externe peut être utile en cas de fracture ouverte Cauchoix II et III nécessitant des soins particuliers.

Dans notre expérience et comme plusieurs auteurs [12][32][33], et en cas de fracture ouverte nous préconisons un parage puis ATB pendant 5 jours, et en 2ème temps un embrochage.

**Tab. 17 : Répartition selon le traitement utilisé dans plusieurs études.**

Auteurs	Total		Traitement orthopédique		Traitement chirurgical	
	Nombre de patients	Nombre de patients	Pourcentage	Nombre de patients	Pourcentage	
HAMRAOUI [33]	655	565	86,30%	90	13,70%	
OUATTARA et al [12]	69	67	97%	2	3%	
FRANCOIS [32]	37	33	89,2%	4	10,8%	
Notre série	144	86	60%	58	40%	

## **V- Complications**

### **1. Complications précoce.**

#### **1.1. Le syndrome de loge [17], [2], [18], [61]**

Le syndrome des loges se caractérise par une augmentation de la pression qui s'exerce sur les tissus internes de ce que l'on appelle une loge musculaire (compartiment), située dans l'avant-bras ou le mollet, soit suite à une blessure (syndrome des loges aigu), soit lors d'une sur sollicitation (syndrome des loges chronique).

Le syndrome des loges aigu est toujours une urgence médicale qui doit être immédiatement prise en charge en établissement hospitalier afin d'éviter la dégénérescence des tissus.

**Le syndrome des loges se traduit cliniquement par :**

La douleur qui reste le principal signe d'appel du syndrome des loges, aussi les fourmillements et les engourdissements, liés à la pression sur les nerfs sensitifs. [64].

La notion capitale d'élévation de pression dans un espace clos, et la réversibilité jusqu'à un stade de lésions musculaires et nerveuses justifient les interventions chirurgicales, d'urgence, de compression qui enrayent l'évolution vers la transformation fibreuse [23], [64].

Les différentes étiologies peuvent être divisées en deux familles, en sachant que de nombreux cas, plusieurs causes peuvent concourir simultanément à produire ce syndrome.

Les causes qui diminuent le volume sont représentées par des pansements constrictifs, les plâtres serrés, la fermeture d'une déhiscence aponévrotique, et les brûlures qui entraînent une compression externe par l'escarre cutanée.

L'augmentation de volume des constituants de la loge peut se faire par surcharge œdémateuse, par infiltrat hémorragique, ou par une combinaison des deux processus.

Le traitement traditionnel par « **Jbira** » fut le grand agent causal du fait du bandage trop serré, associé à des manœuvres de réduction multiples, et laborieuses, sans anesthésie générale, qui favorise ce syndrome.

C'est une complication redoutable des fractures des deux os de l'avant-bras, majorée par le déplacement secondaire, et les manipulations importantes d'une réduction difficile.

L'analyse de la littérature montre que le syndrome de loge dans les fractures isolées de l'avant-bras est rare, survenant dans moins de 1 % des cas (Yuan et al. [52])

(Bae et al. [65]), ont analysé 235 fractures de l'avant-bras et n'a pas retrouvé de syndrome de loge dans les 205 cas traités orthopédiquement.

En revanche, parmi les 30 patients traités par ECMES, 3 ont développés un syndrome de loge.

La durée de l'intervention et la difficulté de réduction comme en témoigne le temps d'exposition à la scopie seraient les principaux facteurs favorisant. Ils traduisent en tout cas les problèmes thérapeutiques engendrés par ces fractures.

C'est une complication qui continue, malheureusement, de s'observer dans notre contexte, alors qu'elle est devenue rare ailleurs, par respect des règles d'hygiène, et par l'élévation du niveau socioculturel et économique, puisque, dans la majorité des cas, elle est secondaire au traitement traditionnel par Jbira.

Dans notre série, sur 15 patients traités par Jbira nous avons révélé malheureusement 1 patient au stade du syndrome de walkman

Le patient a bénéficié d'une aponévrotomie en urgence permettant de récupérer la vascularisation de l'avant bras sans séquelles.

Pour la série de J. SALES DE GAUZY, A. ABID [66] : ils ont révélé 1 cas de syndrome de loge. Cet enfant a été traité par un ECMES et une aponévrotomie et il a récupéré en totalité.

Pour la série de FRANCOIS [32], il n'a révélé aucun cas de syndrome de loge.

Le traitement par Jbira constitue le principal facteur intervenant dans l'apparition du syndrome de Volkmann dans notre contexte. En effet, la ruralité, le nomadisme, l'ignorance de notre société qui fait usage de cette thérapie, l'éloignement, ou, à l'inverse, l'urbanisme des patients, tout cela correspond à l'ambiance normale dans laquelle se déroule et se développe tout système de pensée traditionnel ».

L'État connaît l'existence des tradipraticiens, mais il n'a jusqu'alors élaboré aucune politique claire quant à leur profession qui reste informelle, non réglementée.

Il y a ceux qui sont plus réalistes devant la situation sanitaire du Maroc et qui pensent qu'il y a moyen de remédier de manière positive à cet état des lieux.

Informé du public sur une bonne prise en charge de la pathologie traumatique de l'appareil locomoteur qui doit aller nécessairement de pair avec la lutte contre l'analphabétisme.

L'accès à la santé doit être en principe ouvert à toute la population marocaine et plus encore aux indigents auxquels l'État accorde la gratuité des soins dans les dispensaires, les infrastructures et les unités de soins sont loin de couvrir tout le territoire.

### **1.2. Le déplacement secondaire**

Quelle que soit la technique d'immobilisation du foyer de fracture utilisée, il existe un risque de déplacement secondaire. Ce risque constitue le souci constant des fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras, justifiant une surveillance radiologique régulière sous plâtre au cours des premières semaines (immédiats, au 8ème jour et plus si nécessaire).

Les facteurs favorisant ce déplacement sont :

- Les fractures instables.
- Les plâtres fenêtrés.
- L'œdème, et l'inflammation.

Les immobilisations plâtrées ont la réputation d'entraîner des déplacements secondaires fréquents. Il est d'autant plus fréquent chez les grands enfants, avec des fractures déplacées, imparfaitement réduites. La réduction du nombre de ces déplacements nécessite :

- Indication à bon escient du traitement orthopédique.
- Réalisation soigneuse du plâtre qui doit être moulé, sans espace inutile entre la peau et le plâtre.
- Immobilisation des articulations sus et sous-jacentes à la fracture.
- Eviter les fenêtrés pour vérifier l'état cutané, car la contention devient moins bonne.

Son traitement admet plusieurs solutions :

- Une reprise orthopédique peut être tentée.
- En cas d'échec, la réduction sanglante surtout en cas de grand déplacement [52].

Dans notre série, nous avons dénombré 12 déplacements secondaires :

12 cas ont bénéficié d'un traitement chirurgical, par embrochage par broches de kirshner (ECMES).

J. SALES DE GAUZY, A. ABID [66] ont trouvé 26 patients qui ont présenté un déplacement secondaire après traitement orthopédique

17 patients ont été réduits chirurgicalement.

9 cas ont été repris orthopédiquement

FRANCOIS [32] a révélé 2 cas de déplacement secondaire décelé 10 jours après l'intervention, les 2 enfants ont bénéficié d'un traitement orthopédique.

**Tab 18 : prise en charge des déplacements secondaires selon plusieurs études**

Auteurs	Déplacement secondaire	Reprise orthopédique	Reprise chirurgicale
J. SALES DE GAUZY, A. ABID [66]	26	9	17
FRANCOIS [32]	2	2	0
Notre série	4	0	12

### 1.3. Infection :

Le risque d'infection après ostéosynthèse selon plusieurs auteurs se situe entre 0 et 33% (Davis et Green [64], Cullen et al. [68], Greenbaum et al. [69], Klasson et Blasier [70], Ortega et al. [71], Van der Reis et al. [72], Wyrsh et al. [73]).

Luhmann et al.[74] ont rapporté récemment une série de 65 fractures ouvertes ont retrouvé uniquement 1 cas d'infection. Pour ces auteurs, l'utilisation d'une ostéosynthèse n'augmente pas le risque infectieux.

## 1. Complications tardives

### 2.1. Les cals vicieux

On appelle cals vicieux, la consolidation en position anormale. Il est le plus souvent dû à une fracture déplacée non réduite, à une réduction insuffisante, ou à un déplacement secondaire.

Ce cal vicieux peut être de tout type (baïonnette, chevauchement, angulation ou décalage). Si les cals en baïonnette sont le plus souvent bien tolérées, surtout s'ils intéressent les deux os de l'avant-bras, les autres déformations mènent à la limitation

de la pronosupination dont on a vu le retentissement fonctionnel pour le membre supérieur.

La lutte contre cette complication est donc le principal but du traitement de cette affection (qualité de l'ostéosynthèse et surveillance radiographique).

Toutes les études sont attachées à préciser les limites tolérables de ces défauts de correction, et surtout à la possibilité de correction par l'âge.

Les cals vicieux rotationnels sont très sévères car ils ne sont jamais corrigés par la croissance.

Les translations résiduelles en baïonnette sont remodelées par la croissance dans plus de 90% des cas.

Les déformations angulaires inférieures à 20° peuvent être corrigées par la croissance, alors que celles supérieures à 20° ne sont jamais corrigées par la croissance et entraînent toujours un déficit de fonction.

Le recours à la chirurgie de correction est en fonction de l'angle et de l'âge, et en tenant compte de l'importance de la gêne fonctionnelle.

La chirurgie à ciel ouvert, ostéotomie de réaxation et la fixation par plaque vissée restent le traitement de choix pour le cal vicieux. [68] , [69], [70].

Nous n'avons identifié aucun cas de cal vicieux avec des répercussions sur la pronosupination.

## **2.2. Les pseudarthroses**

On désigne sous le nom de pseudarthrose toute fracture qui n'aboutira pas à la consolidation osseuse spontanée dans les délais physiologique avec des extrêmes allant de 3 à 6 mois. Elles sont exceptionnelles chez l'enfant et liées à des défauts thérapeutiques [75].

Le traitement fait appel à tous les moyens pouvant assurer une stabilité du foyer de pseudarthrose :

- La combinaison de la greffe osseuse conventionnelle avec la plaque vissée constitue une option chirurgicale de choix dans le traitement de la pseudarthrose du radius avec une perte de substance osseuse.. [74] , [76] , [77].
- L'immobilisation plâtrée : de moins en moins utilisée dans le traitement des pseudarthroses.
- L'ostéosynthèse interne : les principes de base sont les mêmes que dans les fractures récentes.
- L'ostéosynthèse externe : quand l'ostéosynthèse est risquée ou impossible. [78].

Nous avons identifié un seul cas de pseudarthrose septique traitée par plaque visée.

### **2.3. Les synostoses radio-cubitales**

Elles sont caractérisées par l'existence d'un pont osseux radio-cubital. C'est une complication rare chez l'enfant, mais grave car elle aboutit à une suppression complète de la pronosupination. [12], [32], [33],

Ces synostoses s'observent électivement au tiers proximal et au tiers moyen de l'avant-bras et semblent connaître plusieurs facteurs favorisant :

- Fractures des deux os situées au même niveau, déchirure de la membrane interosseuse,
- fractures comminutives, déplacements des fragments réduisant l'espace interosseux, dislocation des articulations adjacentes et immobilisation prolongée [12], [32], [33],

Le traitement chirurgical est difficile, impératif et le risque de récurrence est important. La technique classique consiste en une résection du pont osseux en extra périosté avec interposition musculaire, et fibreuse entre les deux os, et une rééducation précoce [15].

#### **2.4. Les fractures itératives**

Les fractures itératives des deux os de l'avant-bras sont classiques chez l'enfant [66], [78], [79]. Elles sont fréquentes (2 à 6%). On distingue deux types de fractures itératives :

- Les refactures : survenant en général peu de temps, quelques semaines, après le déplâtre de la fracture initiale.
- Les fractures itératives proprement dites qui surviennent plus tardivement, dans un délai de 3 à 4 mois environ, après le déplâtre de la première fracture.
- Un seul facteur est retrouvé dans la majorité des cas, c'est l'insuffisance de la durée d'immobilisation (inférieur à 2 mois). L'immobilisation de 90 jours, et surtout la vérification sous plâtre du cal osseux fracturaire sont la meilleure prévention. Mais aussi, la persistance après de long délai d'une zone de fragilité et l'existence d'un cal vicieux.

Les indications du traitement chirurgical sont rares chez l'enfant et réservées aux réductions imparfaites. Les fractures itératives après traitement chirurgical obligent habituellement à une reprise chirurgicale avec décortication et nouvelle ostéosynthèse [47], [33].

**Tabl 19 : Survenue de fractures itératives dans plusieurs études**

Auteurs	Nombre de cas	Nombre de fractures itératives	Pourcentage
AZMY [36]	99	6	6,06%
LASCOMBES [39]	265	17	6,4%
BOULD et BANNISTER	-	-	4,9%
LASCOMB et JUDET [35]	508	-	3,5%
SALES DE GAUZY et MARY [66]	-	-	3,1%
Notre série	144	4	2.7%

Une immobilisation suffisante et surtout la vérification sous plâtre d'un cal vicieux osseux fracturaire constituent la meilleure prévention.

## VI- Evaluation des résultats

### 1. Résultats globaux

Dans notre série, Nous avons jugé nos résultats Excellents puisque 89.5% des enfants ont eu un alignement anatomique après la réduction anatomique.

Même chose retrouvée dans les autres études ou les résultats a été satisfaisants dans la grande majorité des cas.

Ces résultats confirment la relative bénignité des fractures diaphysaires de l'enfant, ainsi que le rôle du périoste permettant dans la plupart des cas leur remodelage.

**Tab 20 : Résultats globaux dans plusieurs études**

Auteurs	Total		Résultats satisfaisants		Résultats non satisfaisants	
	Nombre de cas	Nombre de cas	pourcentage	Nombre de cas	pourcentage	
AZMY [36]	89	87	97,7%	2	2,3%	
OUATTARA et al. [12]	69	60	87%	9	13%	
FRANCOIS [32]	37	33	89,2%	4	10,8%	
Notre série	144	129	89.5%	15	10.5%	

## 2. Résultats selon le traitement utilisé

D'après les résultats comparatifs, les résultats sont satisfaisants dans la majorité des cas quel que soit le traitement utilisé.

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'enfant qu'elles soient avec ou sans déplacement doivent bénéficier d'un traitement orthopédique, mais il ne faut pas hésiter à opérer en cas d'échec de réduction orthopédique, en cas de grands déplacements, surtout chez les grands enfants ou quand le pronostic fonctionnel de la main est mis en jeu.

**Tab 21 : Résultats selon le traitement utilisé dans plusieurs séries.**

	Total	traitement	chirurgical	traitement	orthopédique
auteurs	Nombre de cas	Résultats Satisfaisants	Résultats non Satisfaisants	Résultats Satisfaisants	Résultats non Satisfaisants
HAMMEL [10]		-	-	74%	26%
SOULIE et VIOLASI [8]	295	96.3%	3.7%	-	-
FRANCOIS [32]	37	91%	9%	100%	0
Notre série	144	96.5%	3.5%	85%	15%

### 3. Résultats selon le siège du trait de la fracture

Les meilleurs résultats sont obtenus avec les fractures du 1/3 inférieur dans notre série et dans les autres études, car c'est un foyer accessible à la réduction puisqu'il est sous cutané d'une part, et d'autre part, proche du cartilage de conjugaison doué d'un haut potentiel de remodelage.

**Tab 22 : Résultats selon le siège du trait de fracture dans plusieurs séries.**

Auteurs	Nombre de cas	Total		1/3 supérieur		1/3 inférieur		1/3 moyen	
		R.S	R.N.S	R.S	R.N.S	R.S	R.N.S	R.S	R.N.S
AZMY [36]	99	85,71%	14,28%	93,75%	5,88%	66,66%	33,33%		
CHIGOT [12]	200	90%	10%	90%	10%	-	-		
Notre série	144	82 %	18%	96%	4%	87.3%	12.7%		

#### **4. Résultats selon le déplacement**

C'est avec les fractures non ou peu déplacées que nous avons obtenus les meilleurs résultats, rejoignant ainsi tous les auteurs.

Pour les fractures déplacées, les résultats sont relativement moins satisfaisants pour la majorité des auteurs, ceci semble du à :

L'hésitation thérapeutique surtout chez les grands enfants ou en cas de difficultés de réduction.

Ou bien parfois une sous-estimation du déplacement en comptant trop sur le remodelage spontané.

#### **5. Recours au traitement chirurgical selon l'âge**

En matière des deux os de l'avant-bras, l'âge est un facteur discriminant pour poser l'indication chirurgicale, l'âge limite de l'indication de l'ECMES reste sujet de discussion.

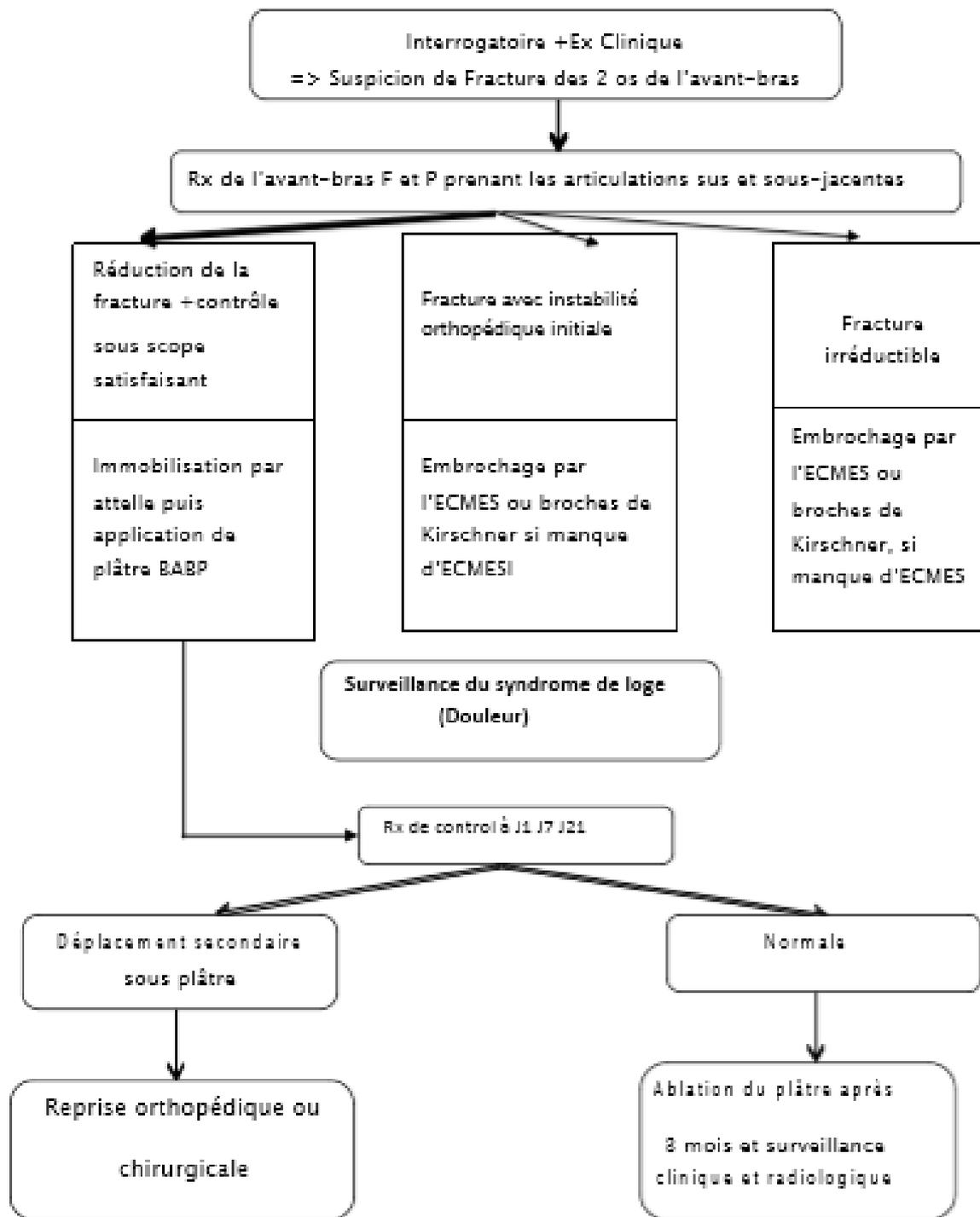
Dans notre série, avant 10 ans, la réduction anatomique parfaite n'est pas obligatoire du fait du remodelage osseux, un traitement orthopédique peut être instauré, le déplacement résiduel à la sortie du plâtre se corrigeant avec la croissance.

Chez l'adolescent, devant une fracture instable ou irréductible, le traitement chirurgical s'impose, d'autant plus qu'il existe une diminution de l'espace interosseux, un chevauchement fracturaire, des troubles rotatoires, et une instabilité ou une irréductibilité du foyer laissant une angulation supérieur à 15° [23].

Les extrêmes d'âge a été de 10 et 15 ans, chose retrouvée également dans la littérature [23]. Les différentes séries chirurgicales retrouvées dans la littératures proposent les mêmes indications [75]. Seul wirch [73] conseille ce dernier dès l'âge de 08 ans.

# CONCLUSION

# & RECOMMANDATIONS





**Figure 34 (a,b) : Arbre décisionnel devant la suspicion d'une fracture des 2 os de l'avant-bras.**

## **Recommandations**

A la lumière de nos résultats et les données de la littérature et pour mieux prévenir les complications, parfois redoutables on propose certains recommandations dans la prise en charge des fractures autour de l'avant-bras.

Le diagnostic doit être précoce.

Le délai de réduction doit être le plus court possible, l'idéal serait de réduire dans les 24h suivant le traumatisme.

Le traitement doit être adapté à chaque cas, en tenant compte de :

L'âge du patient,

Le déplacement,

Le degré de l'angulation,

Le traitement orthopédique reste le traitement de choix pour ce type de fracture, ce traitement est fait au bloc sous AG, avec contrôle scopique, et le risque de déplacement secondaire reste la complication la plus fréquente, imposant des radiographies de contrôle à 7 J15, J21.

Le traitement chirurgical est indiqué en 2<sup>ème</sup> intention, et l'utilisation de broches de Métaizeau, a montré sa supériorité mécanique et sa stabilité.

Le syndrome de loge est une complication fréquente quel que soit le type de traitement, la douleur est le signe qui doit attirer l'attention des parents et des praticiens.

Pour éviter certaines complications comme la pseudarthrose, la durée d'immobilisation doit être prolongée et le diamètre des broches en cas de traitement chirurgical doit être bien calculé.

## **Recommandations aux autorités locales**

L'aménagement des voies urbaines et interurbaines, des pistes cyclables :

L'amélioration du transport collectif :

L'exigence du respect strict du code de la route par les usagers.

La vulgarisation du code de la route par les usagers.

La formation de plus en plus de spécialistes en chirurgie traumatologique pédiatrique.

L'approvisionnement constant des structures sanitaires en matériels adéquats et en personnels qualifiés.

La médiatisation des gestes utiles à apporter au traumatisé du genou avant son admission dans une structure sanitaire.

Lutte contre le traitement traditionnel par jbirra.

# RESUMES

## **Résumé**

**Introduction** : L'objectif de ce travail est d'étudier l'expérience du service de traumatologie-orthopédie pédiatrique de CHU HASSAN II FES dans la prise en charge des fractures des 2 os de l'avant-bras chez l'enfant à travers une étude rétrospective de 144 cas étalé sur une période de 10 ans, d'analyser nos résultats clinique et paracliniques, de discuter nos méthodes thérapeutiques à la lumière de la littérature.

**Matériel et méthodes** : Une série de 144 cas de fractures des 2 os de l'avant-bras, colligés au service d'orthopédie pédiatrique du CHU HASSAN II FES sur une période de 10 ans (janvier 2011-décembre2020) ont servi à la réalisation de cette étude rétrospective.

**Résultats** : L'âge moyen de nos patients était de 10,4 ans avec des extrêmes allant de 2 à 15 ans, avec une nette prédominance masculine à un sex-ratio de 6.5.

88 patients étaient victime d'une chute de sa hauteur (soit 61%), le mécanisme direct était présent chez 95 cas soit 66%,

Le traitement était orthopédique dans 86 cas soit 60%.

Les complications les plus fréquentes étaient les déplacements secondaires 12 cas et 4 cas de fracture itérative, 1 cas d'infection sur matériel d'ostéosynthèse avec suspicion de pseudarthrose.

### **Discussion et conclusion** :

Les résultats fonctionnels étaient satisfaisants chez 89.5% de nos malades, et non satisfaisants chez 10.5% des cas, alors que le devenir d'une fracture des 2 os de l'avant-bras peut être lié au traumatisme lui-même en raison du déplacement et du risque infectieux.

La tolérance de ces lésions sera donc liée d'un part à une bonne prise en charge orthopédique et chirurgicale visant à restaurer au mieux une bonne réduction anatomique et d'autre part à l'importance des lésions initiales

## Summary

The diaphyseal fractures of both forearm bones are extremely frequent in children. It's harmful for the superior member's function if not given an appropriate treatment.

Our study is a retrospective serie of 144 medical observations collected in the surgical pediatric service in the university hospital HASSAN II of FES during a period of 10 years, from January 2011 until december 2020.

The average age of the fractures happening is 10,4 years old, with a very clear male predominance.

The mecanism is usually direct.

The fall from the child's hight is the principal cause.

This kind of fractures are usually displaced.

For the treatment, it is basically orthopaedic. The surgical treatment was only discussed in second hand, after the failure of orthopaedic treatment. This treatment is usually using the elastic stable intramedullary pinning.

The results are in the most cases satisfactory , whatever the treatment.

ملخص:

مقدمة : الهدف من هذا العمل هو دراسة تجربة قسم طب العظام عند الاطفال في المستشفى الجامعي الحسن الثاني - فاس - في علاج كسور عظمي الساعد لدى الاطفال من خلال دراسة استيعادية ل 144 حالة موزعة على 10 سنوات لتحليل نتائجنا السريرية و شبه السريرية لمناقشة اساليبنا العلاجية على ضوء الدراسات المنشورة في هذا الاطار  
المواد و الأساليب : تم استخدام سلسلة من حالات الكسور لعظمي الساعد تم جمعها في قسم طب العظام عند الاطفال بالمستشفى الجامعي الحسن الثاني -فاس- على مدى سنوات ( يناير 2011 - ديسمبر 2020 ) لاجراء هذه الدراسة بأثر رجعي

النتائج : كان متوسط عمر مرضانا 10.4 مع فترات متطرفة تتراوح بين 2-15 سنة مع عيمنة للذكور واضحة على مستوى الجنس 6.5

و كان 88 مريضا ضحية السقوط من ارتفاعه (61) % و كانت الالية المباشرة موجودة في 95 حالة .

وكانت اصابة الجانب الايسر في 78 مريضا و الايمن في 66 مريضا

فيما يتعلق بالعلاج فانه يركز اساسا على التقويم 60 % العلاج الجراحي لم يناقش الا ثانويا في حالة فش التقويم او حالة

انزياحات مهمة خصوصا لدى الاطفال الكبار اللذين ينقص لديهم ناتئ التعديل بالنمو و يعتبر الاسفاد المركزي النخاعي المرن الثابت العلاج الجراحي المستعمل غالبا

تعتبر النتائج مرضية في غالب الأحيان কিفما كان نوع العلاج المستعمل في سلسلتنا وجدنا 85% من النتائج المرضية

بالنسبة للعلاج التقويمي و 96.3% من النتائج المرضية بالنسبة للإرجاع الدامي

# BIBLIOGRAPHIES

**[1]: A. Quesnot, J-C Chanussot, R-G Danowski.**

Fractures Diaphysaires des deux os de L'avant-Bras

Rééducation de l'appareil locomoteur. Tome 2. Membre supérieur, 2008, Pages 239-255

**[2] :Rigault P.**

Les fractures de l'avant bras chez l'enfant, Ann Chir 1980 ; 34 ;8 10-6.

**[3] : L Testut.**

Traité d'anatomie 4ème édition Tome 1 Osteologie, arthrologie, myologie P902.1899.

**[4] : Clavert Jm, Karger C, Lascombes P, Ligier Jn, Metaizeau JP :** Fracture de l'enfant. Monographie du GEOP. Sauramps Médical, Montpellier, 2002.

**[5] : Rouviere H, Delmas A.**

Anatomie Humaine-Description Topographique et Fonctionnelle. Tome III : Membres, Système Nerveux central.14eme Edition.

**[6] : Echarri J; M'bombo W; Lumur.**

Fractures de l'avant bras chez l'enfant

Expérience et spécificité dans un milieu Urbano-Rural de Kinshasa (CONGO) Med Afr Noire 2001; 48; 8/9,352p.

**[7] : Gregoire .R, Oberlin. S.**

Précis d'anatomie Atlas, 9eme éd, T1 ; Paris, 1973.

**[8] : J-L.Jouve, F.Lounay, E.Viehweger, Y.Lefevre, G.Bollini.** Traumatismes des membres de l'enfant.

EMC, Medecine d'urgence,25-140-K-20,2007

**[9] : Kapandji A.**

Le cadre radio-ulnaire, son importance fonctionnelle dans les fractures des 2 os de l'avant-bras.

Ann Chir Main 1998; 17: 348-61.

**[10] : A.Hamel , L. Geffory**

des séries rétrospective (508 fractures) et prospective (322 fractures) Symposium-  
SO.F.C.O.T.2004.

**[11] : Condamine J.L.**

Fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras.

Encycl Med Chir. Elsevier SAS. Paris, appareil locomoteur, 14044-A-10,4-1989,114p

**[12] : Ouattara O, Kouame Bd, Odehour Th, Gouli Jc, Yao K, Dick RK.**

Service de chirurgie pédiatrique du centre Hospitalier Universitaire de  
Yopougon.Résultats du traitement des fractures des deux os de l'avant-bras de

l'enfant Mali médical 2007. Les fractures des 2 os de l'avant bras chez l'enfant

Conférences d'enseignement de la sofcotExpansion scientifique Française , Paris,  
1990 ; 38 115-128.

**[13] : Borden S**

Traumatic bowing of the forearm in children. J Bone joint Surg 1974 ; 56A : 611-616

**[14] : Chigot P.L.,EsteveP**

Etude anatomo-clinique des fractures de l'avant-bras chez l'enfant. Rev. Prat., 1972,  
22, 10, 1067-1613.

**[15] : Filipe G, Dupont JY, Carlioz H**

Fractures itératives des deux os de l'avant-bras chez l'enfant. Chir. Péd. 1970. 20.  
421-426.

Chir. Pédiatr 1979; 20; 421-426.

**[16] : Duparc J, Hutten D.**

Classification des fractures ouvertes. In:children. Clin orthop 1984;188;40-53.

**[17] : A.Tanguy**

Les fractures des 2 os de l'avant bras chez l'enfant

Conférences d'enseignement de la sofcotExpansion scientifique Française , Paris,  
1990 ; 38 115-128.

**[18] : Evans E.M**

Fractures of the radius and ulna .

Bone Joint Surg, 1951, 33B. 548-561.

**[19] : Creasman C. Zaleske D.J, Ehrlich M.G.** Analyzing forearm fractures in children.

Clin. Orthop. 1984. 188. 40-53

**[20] :Professeur P. Chiron**

Consolidation osseuse adaptation de l'os aux contraintes aspects fondamentaux  
service d'orthopédie CHU Rangueil. Docteur Anne Brouchet, service  
Anatomopathologie Rangueil.

**[21] : Yann Macé,**

Processus de réparation osseuse : conséquences sur le délai de mise en contrainte,  
Service de rééducation et de réadaptation de l'appareil locomoteur et des pathologies  
du rachis, Hôpital Cochin, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

**[22] : M.-C. de Vernejoul**

Biologie cellulaire et moléculaire de l'os et du cartilage, Centre Viggo Petersen, Hôpital  
Lariboisière 1993

**[23] Jean-Claude Pouliquen, Jean Langlais, Christophe Glorion**

Généralités sur les fractures de l'enfant

Emc appareil locomoteur [ 14-031-B-10 ] ( 2002 )

**[24] : Currey J.D, Butler G.**

The mechanical properties of bone tissue in children.

J Bone Joint Surg Am 1975 ; 57 : 810-814

**[25] : Maurer P, Zucman J, Lewalle J.**

Rôle de la vascularisation périfracturaire et centro-médullaire dans l'ostéogénèse  
réparatrice. Rev Chir Orthop 1966 ; 51 : 229-242

**[26] : McKibbin B.**

The biology of fracture healing in long bones.

J Bone Joint Surg Br 1978 ; 60 : 150-162

**[27] : Pauwels F.**

Biomécanique de la guérison des fractures. In : Biomécanique de l'appareil locomoteur. Berlin : Springer- Verlag, 1979

**[28] : H. El Amri**

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant- bras chez l'enfant ; Thèse en médecine, fes 2007 n° 213

**[29]: Thomas E.M, Tuson K.W.R, Browne P.S.H**

Fractures of th radius and ulna in childen. Injury, 1975, 7, 120-124. ,

**[30] : L.Agostini-A.Soulie-F.Bergault-S.Contios-P . Fargues-P. Violas**

Les fractures des deux os de l'avant-bras chez l'enfant thèse en médecine 2012  
ANN.ORTHOP.OUEST-2002-34-193 à 216 J pediorthop. Volume 24,  
number2,march april 2004.

**[31] : J.Allain, S.Pannier,D.Gouttalier**

Traumatismes de l'avant-bras et du poignet Emc, 24-100-C-40 31-019-A-10, 2000

**[32] : François PERLA**

Les fractures diaphysaires des deux de l'avant-bras chez l'enfant à propos d'une étude de 37 cas au CHU d'Amiens

Thèse en médecine, CHU d'Amiens 2005, n8.

**[33] : Hamraoui T.**

Les fractures diaphysaire des deux os de l'avant bras chez l'enfant à propos de 655 cas à l'hôpital d'enfant de Rabat.

**[34]: D.Toussaint, C. Vanderlinden, J.Bremen**

Nailing applied to diaphyseal fractures of the forearm in children

**[35 ] : P.Lascombes et T.Judet**

Analyse des spécifités des fractures des deux de l'avant-bras chez l'enfant et de l'adulte 79 ème réunion annuelle de la SOFOCT.10-11-2004.

**[36] : Azmy. J**

Fractures des deux de l'avant-bras chez l'enfant Thèse en médecine, Casablanca, 1991,n4.

**[37] : M.B.E. Mseddi, O. Manicom, P. Filippini, A. Demoura, O. Pidet, P. Hernigou**  
Intramedullary pinning of diaphyseal fractures of both forearm bones in adults: 46 cases Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur (2008) 94, 160—167

**[38]: Z.Moussaid,M.A.Dendane.**

Fractures des deux os de l'avant bras chez l'enfant Thèse en médecine,  
RABAT, 2013, n52

**[39] : Lascombes P:**

Embrochage centromédullaire élastique stable.

EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–  
Traumatologie, 44–018, 2007

**[40] : P.Lascombes, T.Haumont, P.Journeau**

L'embrochage centromédullaire des fractures des 2 os de l'avant bras chez l'enfant et  
l'adolescent. Elsevier Masson SAS, 2006

**[41] Gandhi R.K, Wilson P, Masson Brown J.J, McLeod W.**

Spontaneous correction of deformity following fractures of the forearm in children.  
Br. J. Surg. 1963, 50, 5–10.

**[42] : Dominic Williamson, Roland Watura, Mark Cobby**

Ultrasound imaging of forearm fractures in children: a viable alternative?

J Accid Emerg Med 2000;17:22–24

**[43]: Albert I Kapandji**

Physiologie articulaire TOME I Edition Maloine 2005 6 éme édition

**[44] : Metaizeau JP**

Ostéosynthèse chez l'enfant. Embrochage centromédullaire élastique stable. Montpellier, Sauramps Médical, 1988, 69–74.

**[45] :Lascombes P, Prevot J, Ligier Jn, Metaizeau Jp, Poncelet T**

L'embrochage centromédullaire des fractures des 2 os de l'avant bras chez L'Enfant et l'adolescent. Elsevier Masson SAS, 2006. Elastic stable intramedullarynailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. J. Pediat. Orthop, 1990, 10.167–17.

**[46]: M.B.E. Mseddi, O.Manicom, P.Fillippini, A.Demoura, O.Pidt,P.**

Hernigoultramedullarypinning of diaphyseal fractures of Bothforearmbones in adults:46 cases Revue de chirurgie Orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur (2008) 94,160–167

**[47] : Sedel L, Vareilles JL.** Consolidation des fractures.

Ed Encycl Med Chir(appareillocomoteur) 14031 1992;A20:11.

**[48]Perez–Sicilia JE. Morote jurado jl. Gorbacho Girones JM.**

Hernandez cabrera ja. Gonzalez buena yr: osteosintesis percutanea en fracturas diafisarias de antebrazo en ninos y adolescentes.Rev espcir ostr, 1977, 12, 321–334

**[49]Ligier JN.**

Fractures des deux os de l'avant-bras . Fractures de l'enfant, monographiu du groupe d'étude d'orthopédie. Edit.Sauramps.2002.P :164–169.

**[50] : Saad Andaloussi, Mohamed Amine Oukhouya, Othmane Alaoui, Karima Atarraf, Lamiae Chater1, My Abderrahmane Afifi**

Les complications de l'ECMES dans le traitement des fractures des 2 os de l'avant-bras chez l'enfant Service de Traumato–Orthopédie Pédiatrique, CHU Hassan II, Fès, Maroc May 2017

**[51] S.Sabah, A Abdrrahmane**

L'embrochage centromédullaire élastique stable

Faculte de medecine et de pharmacie fes, thèse n° 030/10

**[52] : Yuan Ps, Pring Me, Gaynor Tp, Mubarak S, Newton PO**

Compartment syndrome following intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. J Pediatr Orthop, 2004, 24, 370–375.

**[53] Yung.Sh, Lam.Cy, Ng.Kw, Maffuli.N, Gheng.JCY**

Percutaneous intramedullary Kirchner wiring for displaced diaphyseal forearm fracture in children Journal bone and joint surgery, 1998, 80, 1,91–94.

**[54] Rieunau**

Manuel de traumatologie. MASSON

**[55] P. Chrestian**

Guide illustré des fractures des membres de l'enfant, Éditeur maloine, 1987, 134–145,

**[56] Ozkaya U., Parmaksizoglu A.S., Kabukcuoglu Y., Yeniocak S., Sokucu S.**

Surgical management of unstable both-bone forearm fractures in children. Acta Orthop Traumatol Turc, 2008. 42(3): p. 188–92.

**[57] Schuind, Burny,**

Treatment principles in hand fractures,  
Rev Med Brux., juin 1996 17

**[58] : Kirkos Jm, Beslikas T, Kapras Ea, Papavasiliou VA**

Surgical treatment of instable diaphyseal both-bone forearm fractures in children with single fixation of the radius.

Injury Int J Care Injures 2000; 31:591–596.

**[59]: Calder Pr, Achan P, Barry M.**

Diaphyseal forearm fractures in children treated with intramedullary fixation :  
outcome of K-wire versus elastic stable intramedullary nail. Injury Int

J Care injured 2003 : 34 :278–284.

**[60] Waseem/M;Patron.RW**

Percutaneous intramedullary elastic wiring of displaced diaphyseal forearm fractures in children: a modified technique:

Injury, 1999, 30, 1, 21–24.

**[61] : Béla Novoth, Karolyfekete, ErnoHargitai, Tamas Kassai,**  
DieintramedullareMarKraumschienung der Unterarmfraktur mit TENS Unfallchirurg  
2005.108:235–238.

**[62]: Murat Altay, CemNuriAkteKin, BulentOzKurt, Baris, Birinci, AKifMuhtar OZTURK,**  
**A.\* Yalc,**inTabakIntramedullary wire fixation for unstable forearm fractures in children  
Injury, Int.  
J.Care Injured (2006) 37, 966–973.

**[63] : D.Mann, M.Schnabel, M.Baacke, L.GotzenErgebnisz**  
der elastishstabilenintramedullarenNagelung (ESIN) BeischafftKraKturenimKindesalter.

**[64] : L.Teot.**  
L'enclouage centromédullaire élastique stable chez l'enfant Cahier d'enseignement de  
la Sofcot.  
Conférences d'enseignement 1987.pp.71 à 90

**[65] : Bae Ds, Kadiyala Rk, Waters Pm A**  
cute compartment syndrome in children: contemporay diagnosis, treatment, and  
ouctome. J PediatrOrthop, 2001, 21, 680–688 SYMPSOSIUM–S0.F.C.O.T.2004

**[66] : J. Sales De Gauzy , A. Abid**  
Complications des fractures des 2 os de l'avant-bras chez l'enfant Service  
d'Orthopédie Pédiatrique, CHU de Toulouse, Hôpital d'Enfants.

**[67] : El.Majid**  
Fractures des deux os de l'avant bras chez l'enfant Thèse en médecine, CASABLANCA  
,2015,n105.

**[68] : Cullen M, Roy D, Giza E, Crawford A.**  
Complication of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures.  
J Pediatrthop, 1990, 10, 713–716.

**[69] : Greenbaum B, Zionts Le, Ebramzadeh E** Open fractures of the forearm in  
children. J Orthop Trauma, 2001, 15, 111–118.

**[70] : Klasson Sc, Blasier RD**

Open pediatric forearm fractures in children. J Pediatr Orthop Trauma, 2001, 15, 111–118.

**[71] : Ortega R, Loder Rt, Louis DS**

Open reduction and internal fixation of forearm fractures in children. J Pediatr Orthop, 1996, 16, 651–654.

**[72] : Van Der Reis Wl, Otsuka Ny, Moroz P, Mah J**

Intramedullary nailing versus plate fixation for unstable forearm fractures in children. J Pediatr Orthop, 1998, 18,

**[73] : Wyrsh B, Mencio Ga, Green Ne**

Open reduction and internal fixation of pediatric forearm fractures. J Pediatr Orthop, 1996, 16, 644–650.

**[74] : Luhmann Sj, Schootman M, Schoenecker Pl, Dobbs Mb, Gordon Je** Complications and outcomes of open pediatric forearm fractures. J Pediatr Orthop, 2004, 24, 1–6.

**[75] : Wyrsh B, Mencio Ga, Green Ne**

Open reduction and internal fixation of pediatric forearm fractures. J Pediatr Orthop, 1996, 16, 644–650.

**[76] : Richard M, Ruch D, Aldridge J.**

Malunions and nonunions of the forearm.

Hand Clin. 2007;23:235–43, VII

**[77] : Os Reis F, Albertoni W, Stahel P.**

Outcome of diaphyseal forearm fracture–nonunions treated by autologous bone grafting and compression plating. Ann Surg Innov Res. 2009;3:5

**[78] : M W T Arnander, K J H**

Newman Forearm fractures.

Orthopedic II: injuries to the upper limb SURGERY. 24:12.

**[79] : Seyffarth G.**

Répétées de l'avant-bras chez l'enfant. MschrUnfallheilk 1966 ; 69: 525–53.

