



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة  
+023790111 +01511111111 +00000000000  
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2018

Thèse N° 208/18

# TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES DES DEUX OS DE L'AVANT-BRAS (à propos de 78 cas)

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 18/10/2018

PAR

Mr. RETAL YOUSSEF

Né le 30 mai 1994 à Casablanca

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Fracture avant bras – Radius – Cubitus – Traitement chirurgical – Ostéosynthèse  
Plaque vissée

JURY

M. AMHAJJI LARBI.....	PRESIDENT
Professeur de Traumatologie-orthopédie	
M. LOUASTE JAMAL.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	
M. ATOINI FOUAD.....	} JUGES
Professeur agrégé de Chirurgie thoracique	
M. LAOUTID JAOUAD.....	
Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation	
M. ZEJJARI HASSANE.....	MEMBRE ASSOCIÉ
Professeur assistant de Traumatologie-orthopédie	

# PLAN

INTRODUCTION .....	7
RAPPEL HISTORIQUE.....	10
MATERIELS ET METHODES .....	12
I.NATURE DE L'ETUDE.....	13
II.DUREE DE L'ETUDE .....	13
III.POPULATION CIBLE.....	13
1. Critères d'inclusion.....	13
2. Critères d'exclusion.....	13
IV. METHODES .....	14
RESULTATS.....	15
I.ETUDE EPIDEMIOLOGIE .....	16
1. Fréquence .....	16
2. .L'âge .....	16
3. Le sexe.....	17
4. Terrain .....	17
5. Circonstances.....	18
6. Coté atteint: .....	20
II.ETUDE CLINIQUE .....	21
III.ETUDE RADIOLOGIQUE .....	24
IV.TRAITEMENT .....	31
1. Délai du traitement .....	31
2. Le traitement médicale .....	31
3. Le traitement chirurgical.....	32
V.COMPLICATIONS.....	36
1. Complications précoces.....	36
2. Complications tardives .....	36

VI.RESULTATS THERAPEUTIQUES.....	38
1. Critères d'évaluation.....	38
2. Résultats globaux.....	39
3. Analyses des résultats .....	39
ICONOGRAPHIE .....	42
DISCUSSION.....	64
I. Rappel anatomique .....	65
1. Articulations et moyens d'union .....	65
2. Les plans musculaires .....	69
2.1. Les plans musculaires de la région antérieure de l'avant-bras .....	69
a. Plan musculaire superficiel .....	69
b. Plan musculaire moyen .....	69
c. Plan musculaire profond .....	69
2.2. Les plans musculaires de la région postérieure de l'avant-bras .....	71
a. Plan superficiel .....	71
b. Plan profond .....	71
3. Vascularisation et innervation .....	73
3.1. Vascularisation artérielle .....	73
3.2. Vascularisation veineuse .....	74
a. Les veines superficielles .....	74
b. Les veines profondes .....	74
3.3. Innervation .....	74
a. Le nerf ulnaire .....	74
b. Le nerf radial .....	74
c. Le nerf musculo-cutané .....	75
d. le nerf median.....	75

II. Biomécanique .....	76
III.ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE :.....	79
1. Age .....	79
2. Sexe .....	81
3. Circonstances du traumatisme .....	82
IV.ETUDE CLINICO-RADIOLOGIQUE.....	83
1. Etude clinique .....	83
2. Etude radiologique .....	87
3. Classification des fractures des deux os de l'avant-bras .....	91
V.TRAITEMENT :.....	94
1. But du traitement .....	94
2. Méthodes thérapeutiques .....	95
3. Traitements associés.....	109
4. Traitement des cas particuliers.....	111
VI.EVOLUTION ET COMPLICATIONS.....	113
1. Discussion des résultats thérapeutiques .....	113
2. Complications .....	114
CONCLUSION .....	124
ANNEXES .....	126
RESUMES .....	131
BIBLIOGRAPHIE .....	137



# ***ABREVIATIONS***

## LISTE DES ABREVIATIONS

AMO : Ablation du matériel d'ostéosynthèse

AO : Association pour l'ostéosynthèse

AS : Accident de sport

AT : Accident de travail

ATCD : Antécédent

AVP : Accident de la voie publique

Chir : Chirurgicale

DCP : Dynamic compression plate

Fig : Figure

FR : Fracture

H.M.M.I : Hôpital Militaire Moulay Ismail

HTA : Hypertension artérielle

J : Jour

N° : Numéros

Nbr : Nombre

Ortho : Orthopédique

PSO : Perte de substance osseuse

Pré-op : Pré-opératoire

Post-op : Post-opératoire



# INTRODUCTION

Nous regroupons sous le nom de fracture des deux os de l'avant-bras, l'ensemble des fractures qui affectent l'un ou les deux os de l'avant-bras, dont le trait siège à hauteur de la membrane interosseuse, c'est à dire tout trait de fracture siégeant à deux centimètres sous la tubérosité bicipitale et quatre centimètres au-dessus de l'interligne radio-carpienne (1).

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

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.

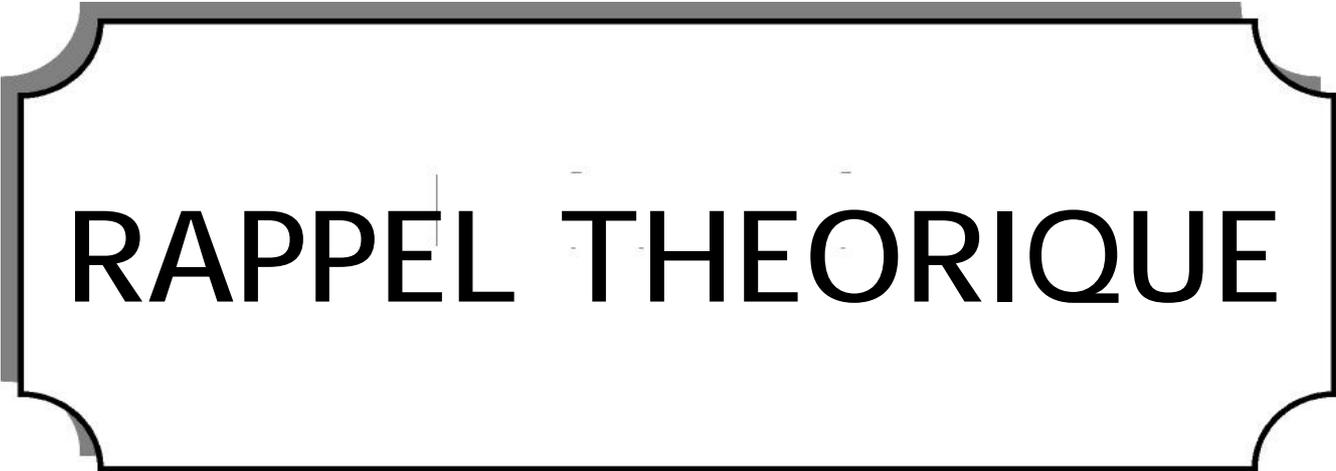
L'ostéosynthèse par plaque est la technique opératoire la plus souvent utilisée. Elle expose au risque de démontage en cas d'insuffisance d'extension du matériel d'ostéosynthèse, de pseudarthrose en cas de dépériostage excessif, et de fracture itérative après ablation précoce du matériel.

L'embrochage centro-médullaire des deux os de l'avant bras n'est souvent indiqué que dans les fractures transversales simples du tiers moyen du radius et du tiers moyen - tiers inférieur de l'ulna. L'utilisation de fixateur externe en hémicadre est utile en cas de perte de substance osseuse ou de fracture ouverte de haut grade.

Les complications sont représentées surtout par le syndrome de loges, la pseudarthrose, l'infection, les fractures itératives et la synostose radio ulnaire ; elles nécessitent un traitement bien particulier .

Nous rapportons dans ce travail les résultats du traitement chirurgical des fractures de l'avant bras, à travers une étude rétrospective de 78 cas des fractures

des deux os de l'avant-bras, pris en charge au service de traumatologie-orthopédie de Hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès durant la période allant de janvier 2014 à décembre 2017.



# RAPPEL THEORIQUE

## I. RAPPEL HISTORIQUE

1738: Duhamel a effectué les premières études expérimentales de l'ostéosynthèse pour les fractures diaphysaires des deux os de l'avant bras.

1814: Monteggia a décrit l'association d'une fracture du 1/3 proximal du cubitus avec une luxation antérieure de la tête radial

1916: Villard a réalisé une ostéosynthèse par plaque dans le traitement des fractures ouvertes des deux os de l'avant bras avec de bons résultats.

1943: la fracture de Galeazzi a été mieux étudiée par la radiologie.

1964: Anderson a constaté une nette diminution de la fréquence des pseudarthroses avec le traitement par fixation interne et a recommandé la greffe osseuse pour les fractures comminutives des deux os de l'avant bras.

1971: Sage a démontré l'inefficacité du traitement orthopédique et a beaucoup défendu le traitement chirurgical par plaque vissée des fractures des deux os de l'avant bras.

1981: METAIZEAU et LIGIER (2) ont développé l'embrochage centromédullaire élastique stable (E.C.M,E.S)



# MATERIELS

## I. Nature de l'étude

C'est une étude rétrospective concernant une série de 78 cas des fractures des deux os de l'avant-bras colligées au service de Traumatologie-orthopédie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès

## II. Durée de l'étude

Cette étude s'étale sur une période de 4 ans de Janvier 2014 à décembre 2017.

## III. Population cible

Les patients ont été sélectionnés selon les critères d'inclusion et d'exclusion suivants :

### 1. Critères d'inclusion :

- ü Patients ayant une fracture des deux os de l'avant-bras.
- ü Patients ayant une fracture isolée du radius.
- ü Patients ayant une fracture isolée de l'ulna.
- ü Fractures luxation de Monteggia.
- ü Fractures luxation de Galeazzi.
- ü Dossiers cliniques complets avec bilan radiologique initial et des contrôles post- opératoires jusqu'à la consolidation.

### 2. Critères d'exclusion :

- ü Les patients décédés avant la consolidation.
- ü Les patients traités orthopédiquement.
- ü Les patients ayant bénéficié d'un traitement traditionnel initial.
- ü Les fractures des extrémités supérieur et inférieur de l'avant bras.

## IV .Méthodes

Les renseignements épidémiologiques, cliniques, paracliniques, thérapeutiques et évolutifs ont été recueillis à partir :

- ü Des dossiers des malades,
- ü Des registres du bloc opératoire.
- ü Par convocation des patients par téléphone .

Pour une meilleure analyse de ces dossiers nous avons mis au point une fiche d'exploitation (voir annexe 1).

Les résultats ont été évalués selon la classification d'Oestern et Tscherne (voir tableau VI).



# RESULTATS

# I. EPIDEMIOLOGIE

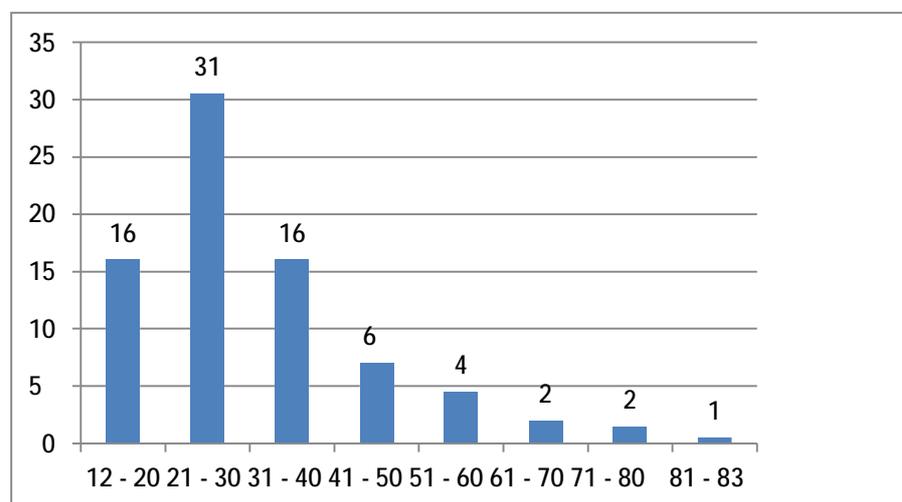
## 1. Fréquence:

Tableau I : répartition de nombre des cas selon les années

Années	Nbres totales des hospitalisées	Nbres totales des traumatismes des l'avant-bras		% des Hospitalisées
		Ortho.	Chir.	
2014	1099	19	18	3.3
2015	1025	40	22	6
2016	997	27	19	4.6
2017	1149	26	21	4

On déduit que la fréquence des fractures des deux os de l'avant-bras constitue 4.47% des motifs d'hospitalisation au service traumatologie-orthopédie. deux patients ont été sortis contre avis médical.

## 2. L'âge:



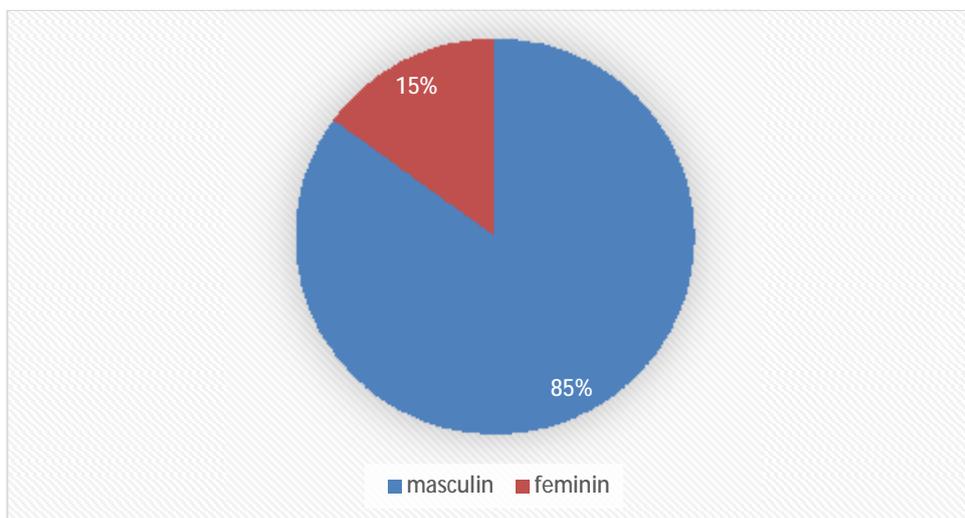
L'âge de nos patients variés entre 12 et 83 ans avec une moyenne d'âge de 32 ans .

Graphique n°1 : Répartition des fractures des os de l'avant-bras selon l'âge.

On en déduit que la population jeune et active reste la plus touchée (tranche d'âge entre 21 et 30 ans).

### 3. Le sexe:

Nous avons noté une prédominance masculine avec 66 hommes (85%), dont un sexe-ratio de 5,5 .



Graphique n°2 : Répartition des fractures des deux os de l'avant-bras selon le sexe

### 4. Terrain :

Les antécédents de nos patients étaient:

ü HTA mal suivie	1cas
ü Asthme	1cas
ü Diabète	1cas
ü Tuberculose pulmonaire traité et guéris	1cas
ü Epilepsie	1cas

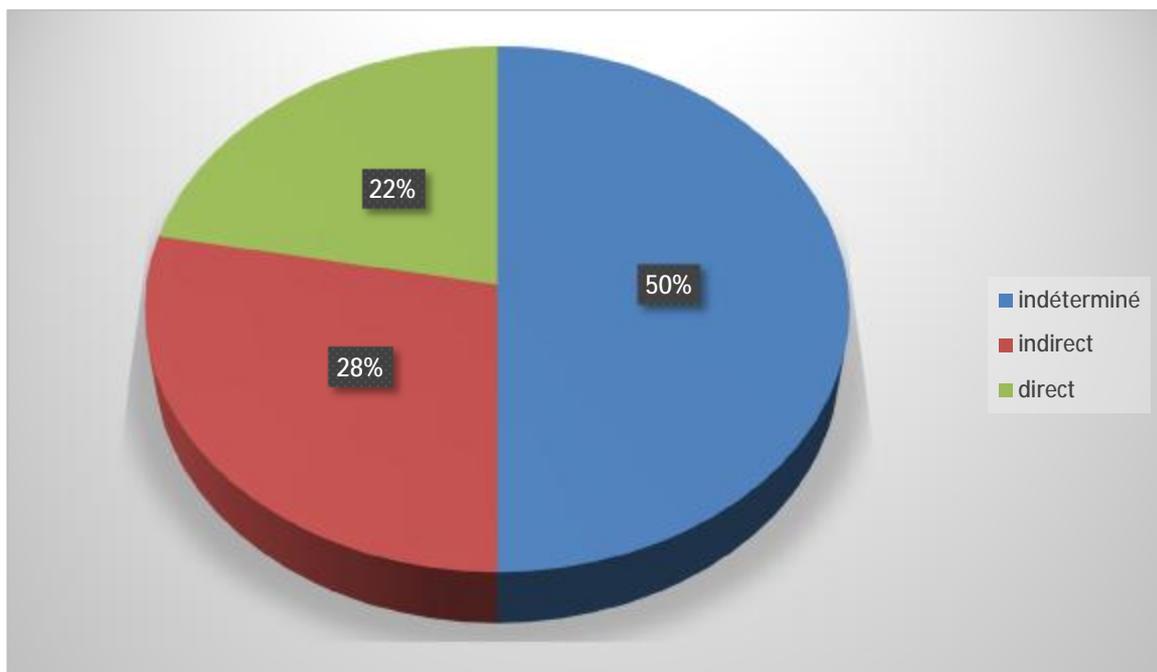
## 5. Circonstances:

### 5-1 Délai de consultation:

- La majorité de nos patients (90%) ont consulté le jour même de leur traumatisme.
- Cinq (6%) ont consulté le deuxième jour suivant le traumatisme.
- Trois (4%) ont consulté le troisième jour suivant le traumatisme.

### 5-2 Mécanisme lésionnel:

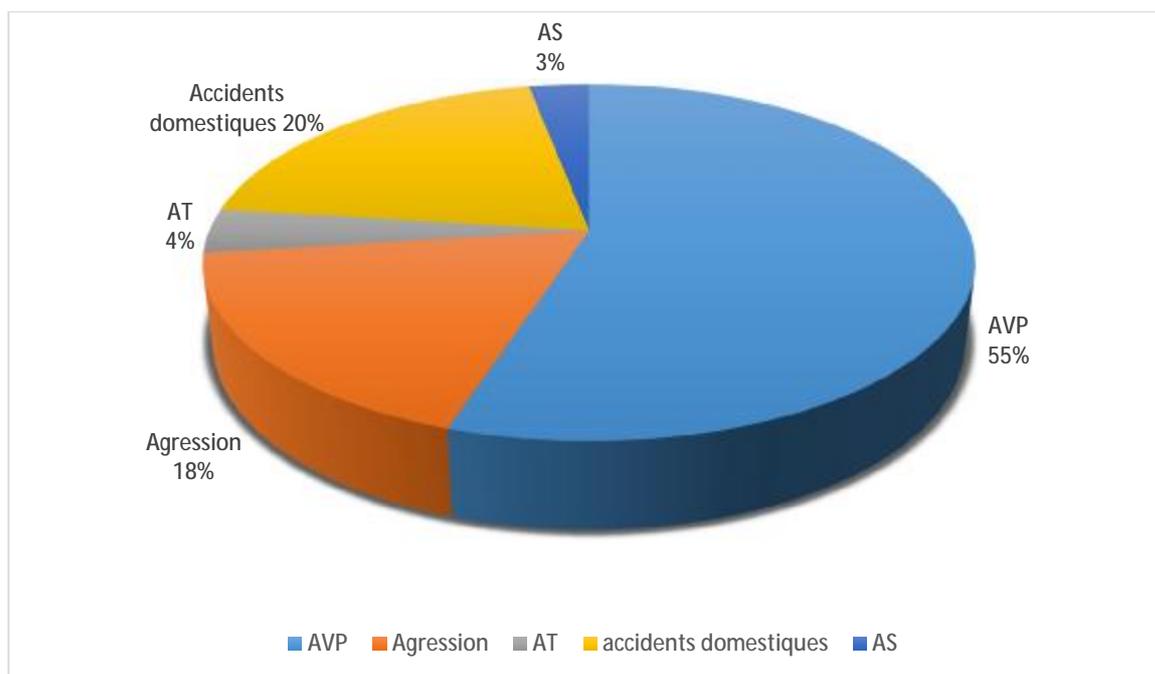
Le mécanisme a été précisé chez la moitié de nos patients dont 17 cas étaient direct (21,8%) et 22 cas étaient indirect (28.2%) .



Graphique n°3: répartition des fractures selon le mécanisme lésionnel

### 5-3 Etiologies:

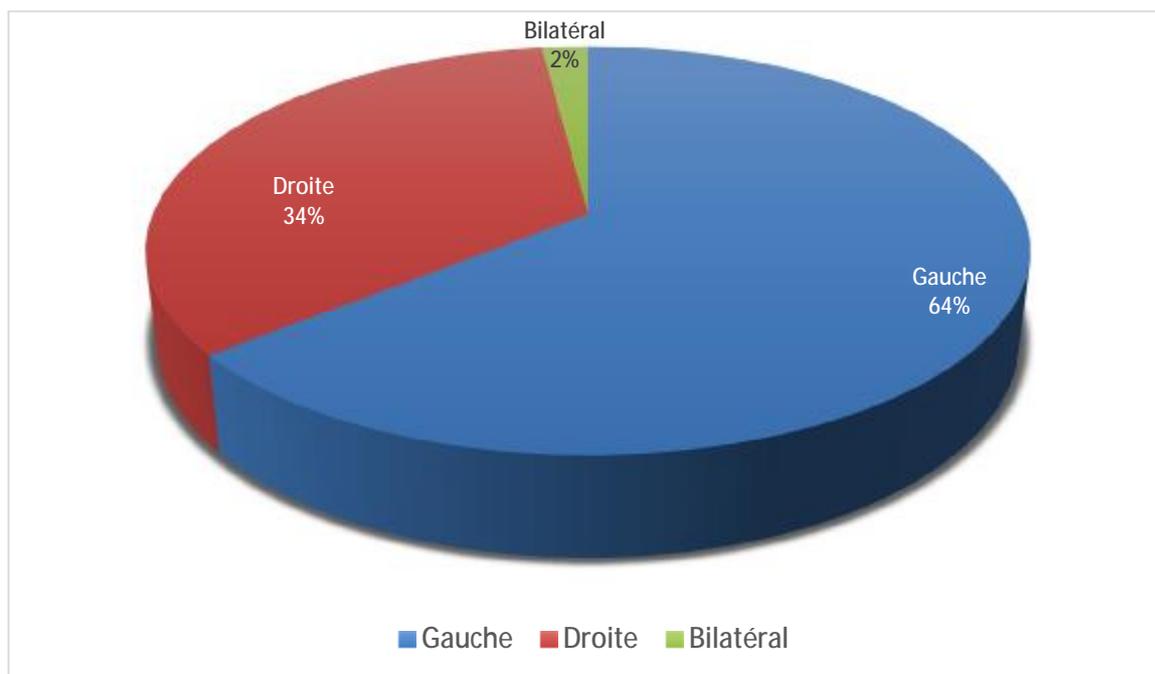
L'étiologie la plus fréquente des fractures des os de l'avant-bras dans notre série était représentée par les accidents de la voie publique (AVP) chez 43 patients soit 55 %, suivie par les chutes chez 16 patients soit 20 % et par les agressions chez 14 patients soit 18 % .



Graphique: 4 : Répartition des fractures selon l'étiologie

## 6. Coté atteint:

Parmi nos 78 patients, 50 avaient une atteinte de l'avant-bras gauche (64%), 26 présentaient une atteinte droite (34%) et 2 patients ont été admis pour une atteinte bilatérale (2%).



Graphique n°5: répartition des fractures des os de l'avant bras selon le coté atteint

## II. ETUDE CLINIQUE :

### 1. A l'admission:

L'examen clinique doit éliminer une urgence vitale par un examen générale complet évaluant l'état clinique et les constantes hémodynamiques.

L'examen du membre traumatisé a permis d'évoquer le diagnostic sur un faisceau d'arguments.

### 2. Les signes fonctionnels :

La douleur et l'impotence fonctionnelle étaient des symptômes constants chez tous nos patients.

### 3. Les signes physiques :

a. L'examen local :

∅ L'inspection a retrouvé :

- Une attitude du traumatisé du membre supérieur chez tous les patients  
(Dessault),

- Une déformation avec un raccourcissement du membre et une crosse dont  
la localisation dépend du siège et du déplacement de la fracture

∅ La palpation a permis :

-Le repérage de points douloureux au niveau du foyer fracturaire associés à  
une impossibilité de la pronosupination.

**b. L'examen locorégional :****b-1 Lésions cutanées :**

L'ouverture a été classée selon la classification de CAUCHOIX et DUPARC (Voir annexe 2). Elle a été notée chez 19 patients (24.4%) :

- Stade I : 13 cas, soit 68,4 %
- Stade II : 5 cas, soit 23,8 %
- Stade III : 1 cas, soit 4.7%.

**b-2 Lésions vasculo-nerveuses :**

Dans notre série nous avons noté une lésion nerveuse du nerf radial qui a été réparée chirurgicalement.

**b-3 Syndrome de Wolkman:**

Aucun cas de syndrome de Wolkman n'a été noté.

**b-4 Lésions associées:**

65 patients (83%) ont présentés un traumatisme isolé de l'avant bras tandis que 13

patients (17%) étaient admis pour polytraumatisme avec :

- 8 traumatismes crâniens.
- 2 traumatismes faciaux.
- 2 traumatismes thoraciques.
- 1 traumatisme abdominal.
- 2 traumatismes du bassin.
- 4 traumatismes ostéo-articulaires dont 2 au niveau des membres supérieures et 2 au niveau des membres inférieures (voire tableau II).

Tableau n°II : La fréquence des lésions associées

Lésions associées		Nombre de cas	Pourcentage (%)
Crânien		8	10,25
Facial		2	2,56
Thoracique		2	2,56
Abdomen		1	1,28
Bassin		2	2,56
Lésions ostéo-articulaires:		4	
	coude	1	1,28
	poignet	1	1,28
	Fr. fémur	1	1,28
	Fr. jambe	1	1,28
TOTAL		19	24,35

### III – ETUDE RADIOLOGIQUE :

#### 2-1 La radiographie standard:

Tous les patients de notre étude ont bénéficié d'une radiographie de l'avant-bras face et profil, prenant les articulations du coude et du poignet.

Certains, parmi eux, ont bénéficié d'autres incidences en fonction de l'examen clinique.

#### 2-2 Répartition selon l'os atteint:

Dans notre série, on a trouvé :

- 32 cas intéressent les deux os de l'avant-bras, dont 2 cas étaient bilatéral, soit 41%
- 20 cas intéressent le cubitus seul, soit 25%
- 18 cas intéressent le radius seul, soit 23%
- 5 cas de fractures de luxations de Galeazzi, soit 6%
- 4 cas de fractures luxation de Monteggia, soit 5% (fig.1)

Elles totalisent 112 os fracturés.

#### 2-3 Siege du trait de fracture:

- dans notre étude, on a observé deux fractures bifocales (fig.4).

La répartition des fractures des deux os de l'avant-bras selon le segment atteint figure sur le tableau suivant :

Tableau n°III : Répartition des fractures selon le siège du trait

Siège du trait	Nombre de cas	Pourcentage (%)
1/3 supérieur	15	19
1/3 moyen	39	48
1/3 inférieur	26	33

On déduit que la moitié des fractures de l'avant-bras siègent au niveau du 1/3 moyen

#### 2-4 Types des fractures:

Sur 113 traits de fracture (54 fractures de radius et 57 fractures du cubitus avec 2 bifocal), on a trouvé:

- 39 fractures transversales, soit 34,51% (fig.5).
- 31 fractures obliques courtes, soit 27,43% (fig.6).
- 14 fractures spiroïdes, soit 12,38% (fig.7).
- 12 fractures obliques longues, soit 10,62% (fig.8).
- 11 fractures avec 3<sup>ème</sup> fragment, soit 9,73% (fig.9).
- 6 fractures comminutives, soit 5.33% (fig.10).

#### 2-5 Types de déplacement osseux:

Seulement 23 fractures sur 113 étaient non déplacées (20,4%). Les types de déplacement sont détaillés dans le tableau suivant:

Tableau n°IV: Le déplacement fracturaire.

Le déplacement	Nombre	Pourcentage (%)
Antérieure	16	17.7
Postérieure	53	58,8
Médial	9	10
Latérale	12	13.3

## 2-6 Lésions des articulations radio-cubitales:

On a constaté dans notre série quatre patients présentant une fracture du cubitus associée à une luxation de la tête radiale (fracture-luxation de Monteggia), soit 5%.(fig.1)

cinq patients avaient une fracture du radius associée à une luxation radio-cubitale inférieure (fracture-luxation de Galeazzi), soit 6%.(fig.2) et (fig.3)



Figure n°1.a : fracture luxation de Monteggia : Fracture medio-diaphysaire en aile de papillon du cubitus associé a une subluxation de la tête radiale (photo prise au service )

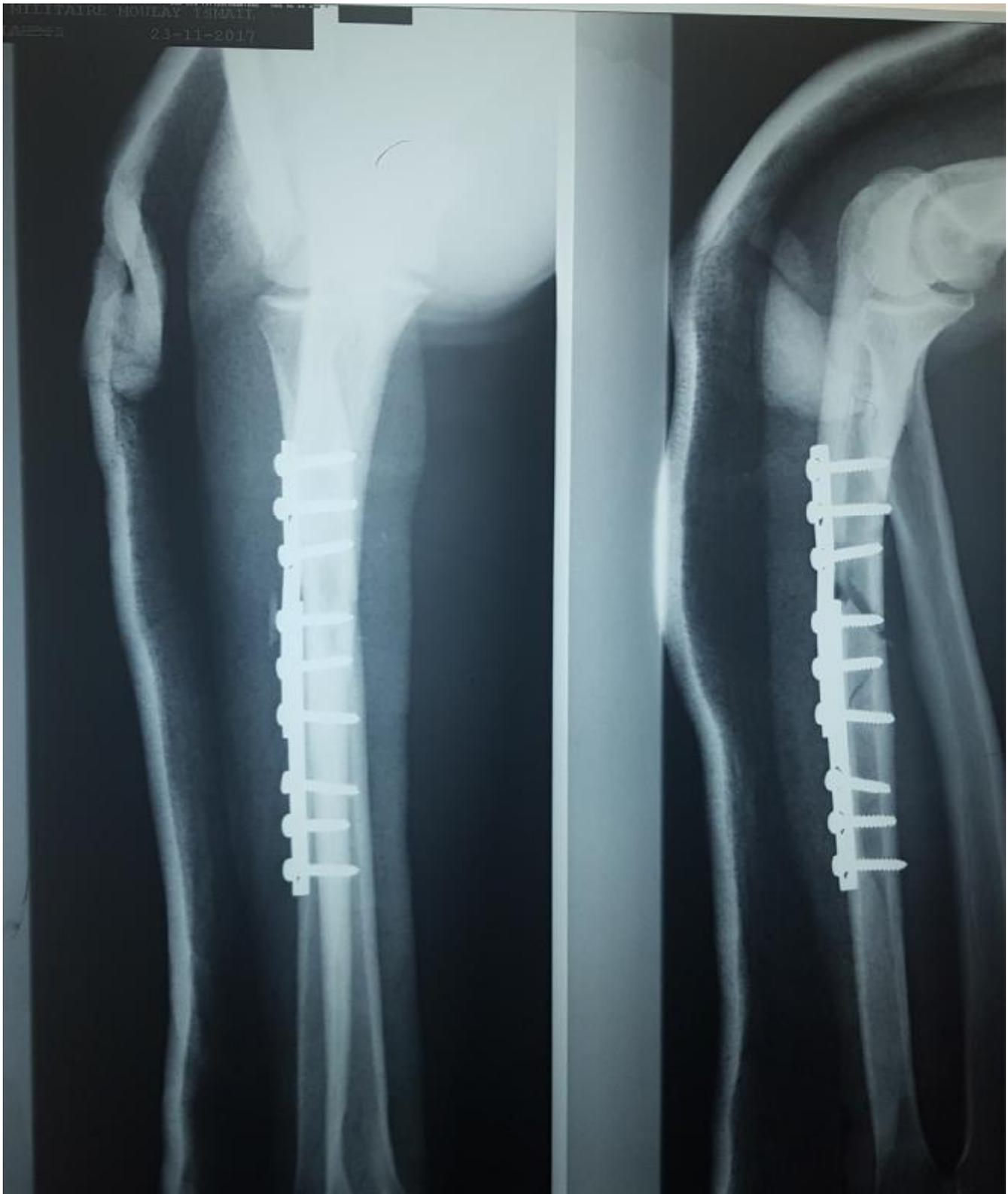


Figure n°1.b : fracture luxation de Monteggia traité par plaque vissée avec un control satisfaisant



Figure n°2: fracture luxation de Galeazzi

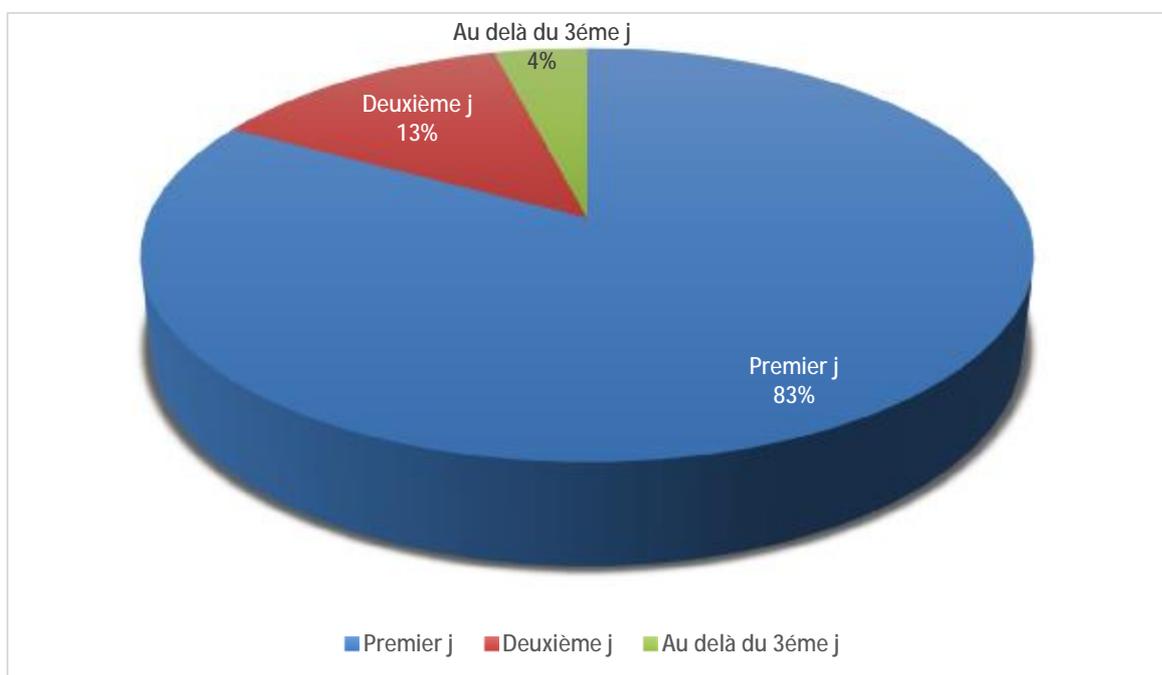


Figure n°3 : Fracture de Galeazzi.( Dislocation de la radio-cubitale inférieure)

## IV.TRAITEMENT :

### 1. Délai du traitement:

Soixante-cinq de nos patients ont pu être pris en charge dans le même jour de leurs consultations (83%). dix (13%) ont été traités durant le deuxième jour et seulement 3 patients ont été pris en charge au delà de ce délai (4%) (graphique.6). Le délai moyen était de 30 heures.



Graphique n°6: Le délai de prise en charge.

### 2. Le traitement médical:

Tous nos patients avaient reçu une prescription d'antalgiques et une antibiothérapie en cas de fracture ouverte.

### 3. Le traitement chirurgical:

#### 3-1 bilan préopératoire:

Tous les patients ont bénéficié d'un bilan préopératoire complet : numération formule sanguine, groupage, bilan d'hémostase, radiographie thoracique, ainsi qu'un ECG pour les sujets âgés de plus de 40 ans.

#### 3-2 Installation du patient

L'installation était en décubitus dorsal sur table ordinaire, un garrot pneumatique a été placé à la racine du membre supérieur. Ce dernier était posé en supination sur une table annexe perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps.

#### 3-3 Technique anesthésique

41 patients ont été opérés sous anesthésie générale, soit 52,6%

37 patients ont été opérés sous anesthésie locorégionale, soit 47,4% réalisés sous bloc du plexus brachial dans la région axillaire à l'aide d'un neurostimulateur, par un mélange d'une quantité égale de la bupivacaine 0.5 % et de la lidocaine 2% utilisé récemment dans notre structure , c'est la voie qui présente le moins de risque.

#### 3-4 L'antibioprophylaxie :

L'antibioprophylaxie était systématique chez tous nos opérés à base d'amoxicilline associée à l'acide clavulanique ou C1G .

#### 3-5 Voie d'abord :

Pour le radius, l'abord était antérieur par la voie de HENRY: L'artère radiale et la branche sensitive du nerf radial ont été écartées en dehors avec le muscle long supinateur. Selon le siège du trait une désinsertion musculaire du rond pronateur ou du carré pronateur était nécessaire.

Pour le cubitus, l'abord est postéro-interne. L'incision cutanée se fait parallèlement au bord postérieur du cubitus qui est facilement palpable à environ 1cm en arrière de ce bord (crête cubitale).

La fermeture est faite, après avoir lâché le garrot pneumatique et contrôlé l'hémostase, sur un drainage aspiratif, en laissant l'aponévrose antébrachiale ouverte.

### 3-6 Type d'ostéosynthèse:

La plaque vissée et l'embrochage centromédullaire étaient les deux types de matériel d'ostéosynthèse les plus utilisés. Le fixateur externe n'a été utilisé que chez un patient.

#### a. Plaque vissée

Cette technique a été utilisée chez 69 patients, soit (88%) :

- 34 Cas de fractures des deux os de l'avant-bras (fig.11a).
- 18 Cas de fractures du cubitus isolé (fig.12a).
- 17 Cas de fractures du radius isolé (fig.13a).

La synthèse a été réalisée par la plaque spéciale du radius à trou de compression de type A.O dans la majorité des cas, sauf pour 6 patients (8,6%) enregistraient pour des fractures isolées du cubitus du tiers distal où la synthèse a été réalisée par plaque 1/3 de tube.

#### b. Embrochage centromédullaire :

Elle a été utilisée seulement chez 8 patients, soit 10% dont :

5 Cas pour fracture des deux os de l'avant-bras (fig.14b).

2 Cas de fractures du cubitus isolé.

1 Cas de fracture du radius isolé

#### c. Ostéosynthèse mixte :

Elle a été réalisée chez un patient (fig.15): plaque visée pour radius et

l'embrochage pour le cubitus.

d. La fixation de la radio-ulnaire inférieure :

La fixation de la radio-ulnaire a été réalisé par brochage dans 1 cas (fig.16)

e. Fixateur externe :

Le fixateur externe n'a été utilisé que chez un patient, qui avait une fracture ouverte du radius type III.

3-7 Soins postopératoires et rééducation :

- ü L'antibioprophylaxie était systématique chez tous nos patients, elle a été prolongée en postopératoire chez les patients admis avec une fracture ouverte sur une durée totale de 15 jours.
- ü Les soins locaux des plaies chez nos patients ont été prodigués un jour sur deux. L'ablation du drain de Redon était réalisée vers le 2ème jour du postopératoire et celle des fils entre J12 et J15 postopératoire.
- ü Après l'ostéosynthèse une immobilisation plâtrée était réalisée à but antalgique par une attelle plâtrée brachio- anté-brachio- palmaire chez 73 patients, cette immobilisation a été enlevée une fois les phénomènes œdémateux et douloureux ont disparu. Les dix patients qui présentaient la fracture luxation de Galeazzi, ils ont été immobilisés par un plâtre circulaire pendant 45 jours.
- ü La rééducation était un volet incontournable du traitement. Tous les patients de notre série ont bénéficié d'une rééducation postopératoire passive et active de durée et de nombre variable. Elle consistait en une mobilisation des doigts, du poignet et du coude pour éviter la raideur et permettant d'avoir un meilleur résultat fonctionnel. Cette rééducation a été entreprise dès l'ablation du drain de

Redon et a été prolongée jusqu'à la récupération de la pronosupination.

3-8 Suites opératoires:

§ Les suites ont été simples dans 75 cas soit 96.15%

§ La durée d'hospitalisation a varié de 2 à 10 jours avec une moyenne de 3 jours.

## V. COMPLICATIONS :

### ü 1. Complications précoces:

#### 1-1 Infection :

Aucun cas n'a été observé

#### 1-2 Syndrome de Wolkman :

Aucun cas de syndrome de Wolkman n'a été noté.

### ü 2. Complications tardives:

#### 2-1 Pseudarthrose:

Un cas de pseudarthrose a été constaté dans notre série, (fig.17a), elle a été reprise chirurgicalement par la mise en place d'une plaque vissée type DCP avec greffe osseuse (fig.17b).

#### 2-2 Synostose radio-cubitale:

Un cas de synostose radio-ulnaire a été rapporté (fig.18a), il a été réopéré pour libération de la synostose (fig.18b).

#### 2-3 Cal vicieux:

Aucun cas n'a été observé.

#### 2-4 Fracture itérative:

• un cas de fracture itérative sur matériel d'ostéosynthèse a été observé, survenu après une chute, chez qui une 2ème intervention a été faite avec mise en place d'une plaque vissée (fig19)

Tableau V: Complications des fractures des deux os de l'avant-bras

Complications	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Infection	0	0
Syndrome de Wolkman	0	0
Pseudarthrose	1	6.66
Cal vicieux	0	0
Synostose radio-cubitale	1	6.66
Fracture itérative	1	6.66

## VI. RESULTATS THERAPEUTIQUES :

Seulement quinze patients ont répondu à notre convocation (par téléphone), dont le suivie a été assurée sous l'égide d'un senior.

L'ostéosynthèse par plaque vissée de type DCP a été pratiquée chez tous ces patients.

### ü 1.Critères d'évaluations:

Pour évaluer nos résultats, nous avons utilisé les critères d'Oestern et Tscherne fondés sur des critères cliniques : la douleur, la mobilité articulaire du coude et du poignet, le tonus musculaire et l'état neurologique périphérique.

Ce tableau résume les critères d'évaluation :

Tableau VI : Les critères d'évaluation d'Oestern et Tscherne (6)

Résultat	Déficit de la Mobilité articulaire	Fonction	Plaintes
Excellent	Coude : Extension 0° Flexion de 15° Poignet : - Pro/supination de 15° - Flexion : Dorsale/Palmaire de 15° - Abduction : Radiale/Cubitale de 5°	Pas de limitation de la force ni de la fonction nerveuse.	Aucune
Bon	Coude : Extension 10° Flexion de 30° Poignet : - Pro/supination de 25° - Flexion : Dorsale/Palmaire de 25° - Abduction : Radiale/Cubitale de 10°	Déficit léger à moyen de la force sans déficit de la fonction nerveuse.	Plainte subjective minime sans déficit de la mobilité articulaire
Moyen	Coude : Extension 20° Flexion de 45° Poignet : - Pro/supination de 45° - Flexion : Dorsale/Palmaire de 45° - Abduction : Radiale/Cubitale de 10°	Déficit léger à moyen de la force, déficit de la fonction nerveuse déjà existante avant l'intervention	Plainte subjective Plus grande lors de tous mouvements
Mauvais	Tous les déficits supérieurs aux précédents	Très forte diminution de la force, déficit de la fonction nerveuse sans lésion préopératoire	Plainte subjective importante avec diminution de la mobilité articulaire.

## ü 2. Résultats globaux :

Les résultats de notre série sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII : les résultats globaux

Résultats	Nombre de cas	Pourcentage
Excellent	12	80%
Bons	2	13.4%
Moyens	0	0%
mauvais	1	6.6%

## ü 3. Analyses des résultats :

### 3-1 Résultats fonctionnels :

#### a. Clinique :

#### v Résultats subjectifs :

Douleur :

Un patient avait présenté des douleurs résiduelles.

#### v Résultats objectifs

Mobilité :

L'évaluation de la mobilité a été étudiée sur les mouvements de la pronosupination.

- 14 patients, soit 93.4% ont eu une récupération complète de la pronosupination.
- Un patient, soit 6,6% avait une pronosupination bloquée en rapport avec la synostose radio-cubitale.

### 3-2 Résultats anatomo-radiologiques :

#### a. En fonction du type de la fracture

Le tableau suivant illustre la répartition du type de fracture des os de l'avant-bras selon la classification AO (7,8):

Tableau VIII : Résultats en fonction du type de fracture.

Type de fracture		Total	Excellent	Bien	Moyen	Pauvre
A	1	4	4	0	0	0
	2	2	2	0	0	0
	3	6	5	1	0	0
B	1	1	1	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	0
	2	1	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	0
TOTAL		15	12	2	0	1

Parmi les 13 fractures simples:

- 12 fractures avaient un résultat excellent, soit 96,2%. Alors que parmi les 2 fractures complexes :
- 1 fracture avait un résultat bien, soit 50%.

On en déduit donc que les fractures simples restent de bon pronostic comparées aux fractures complexes

**b. En fonction de l'ouverture cutanée****Tableau IX : Résultats en fonction de l'état cutané**

	Excellent	Bien	Moyen	Pauvre
Fracture fermée (12cas)	11	1	0	0
Fracture ouverte (3 cas)	1	1	0	1
TOTAL	12	2	0	1

Parmi les 12 fractures fermées :

- 11 fractures avaient un résultat excellent, soit 91,6%.

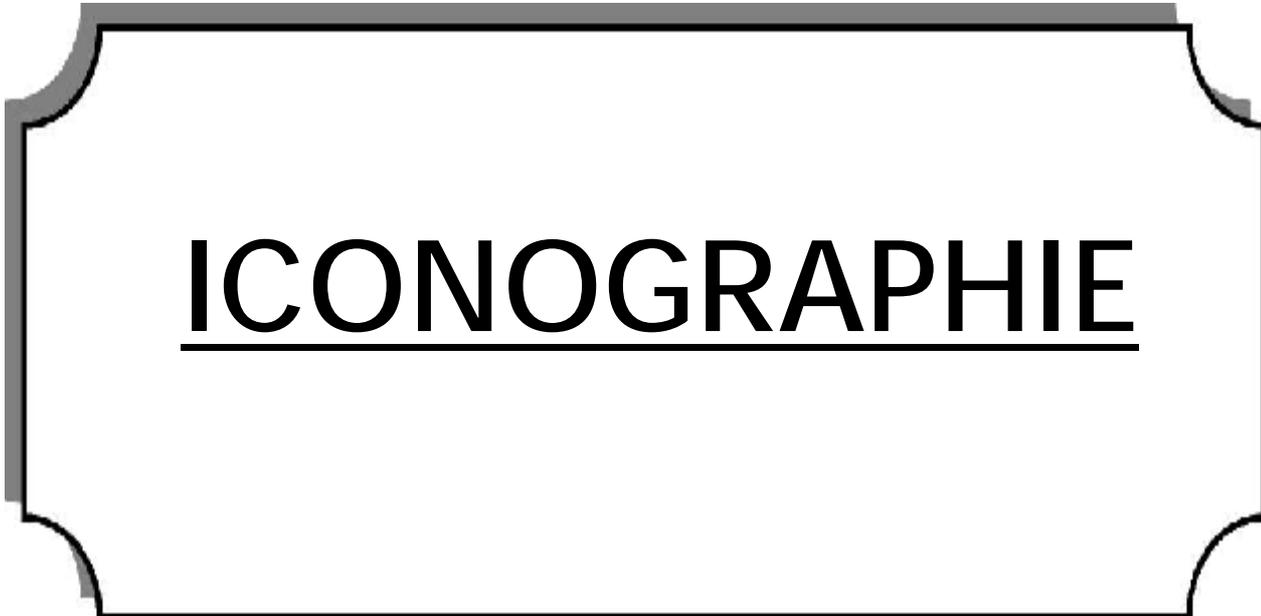
Parmi les 3 fractures ouvertes :

- 2 fractures qui avaient un résultat excellent ou bien, soit 66.6%.

On note que les meilleurs résultats ont été obtenus avec les fractures fermées.

**c. Durée de consolidation :**

Le délai moyen de consolidation dans notre série est de 13 semaines.



# ICONOGRAPHIE

ICONOGRAPHIE N°1: LES TYPES DE FRACTURE



Figure n°4 : radiographie d'une fracture type C1-1(bifocal)



Figure n°5 : radiographie d'une fracture type A2-1 (transversal)



Figure n°6 : radiographie d'une fracture type C2-2 (oblique courte)



Figure n°7 : radiographie d'une fracture type C3-3 (spiroïde)



Figure n°8: radiographie d'une fracture type A3-2 (oblique longue)



Figure n°9: radiographie d'une fracture type B3-1 (3ème fragment)



Figure n°10: radiographie d'une fracture type C3-3 (comminutive)

## ICONOGRAPHIE N°2: LES TYPES D'OSTEOSYNTHESES

∅ Fracture simultanée diaphysaire des deux os de l'avant-bras traitée par plaque vissée type DCP:  
vissée type DCP:



Figure n°11 a.: radiographie pré-opératoire

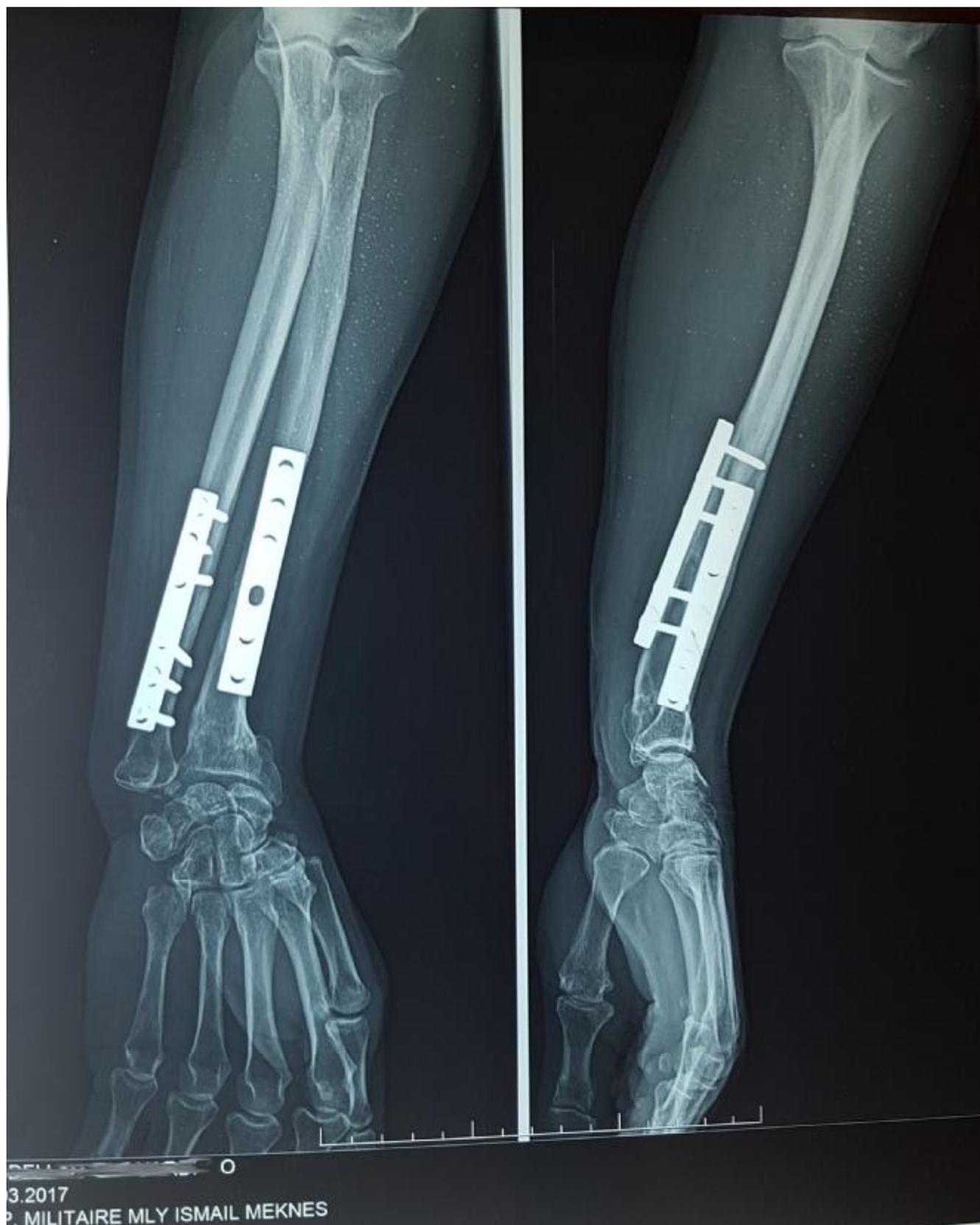


Figure n°11.b : radiographie post-opératoire

∅ Fracture du cubitus déplacée traitée par plaque vissée type DCP :



Figure n°12a: radiographie pré-opératoire



Figure n°12b: radiographie post-opératoire

Ø Fracture du radius isolé traitée par plaque vissée type DCP

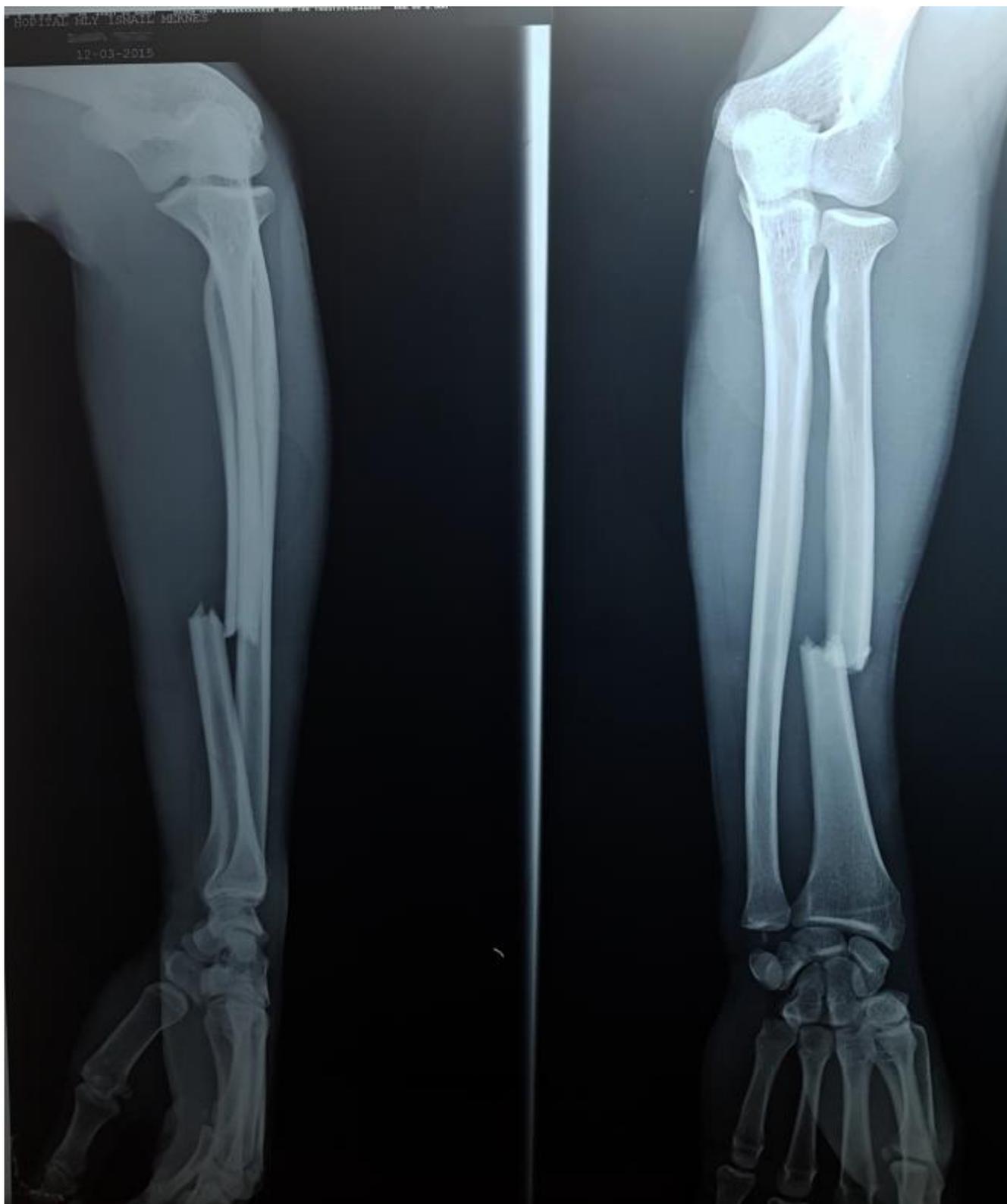


Figure n°13a: radiographie pré-opératoire

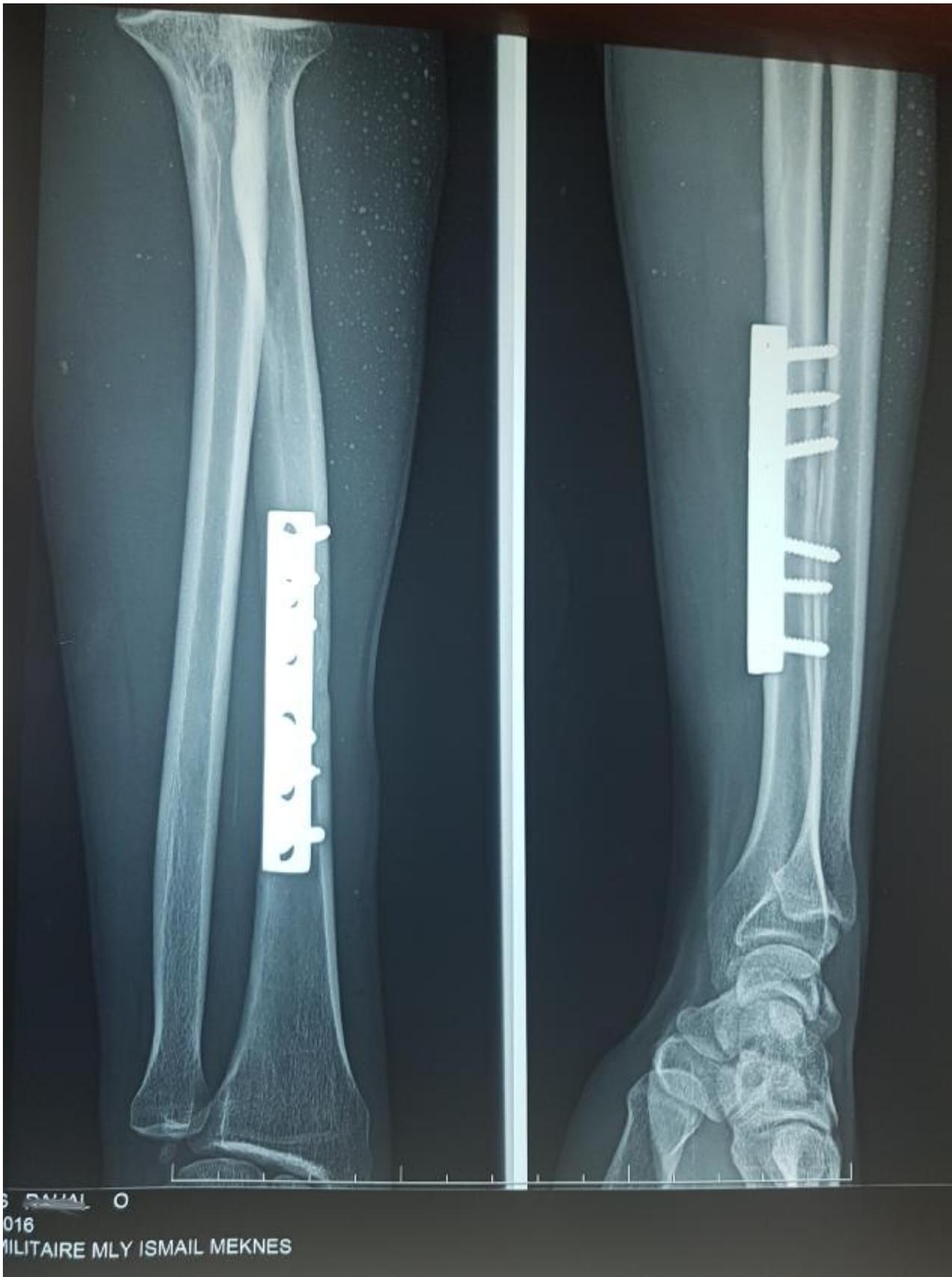


Figure n°13b : radiographie de contrôle

∅ Fracture des deux os de l'avant-bras 1/3 moyen traitée par embrochage centromédullaire:



Figure n°14a: radiographie pré-opératoire



Figure n°14b: radiographie de contrôle (bonne évolution)

Ø Ostéosynthèse mixte:

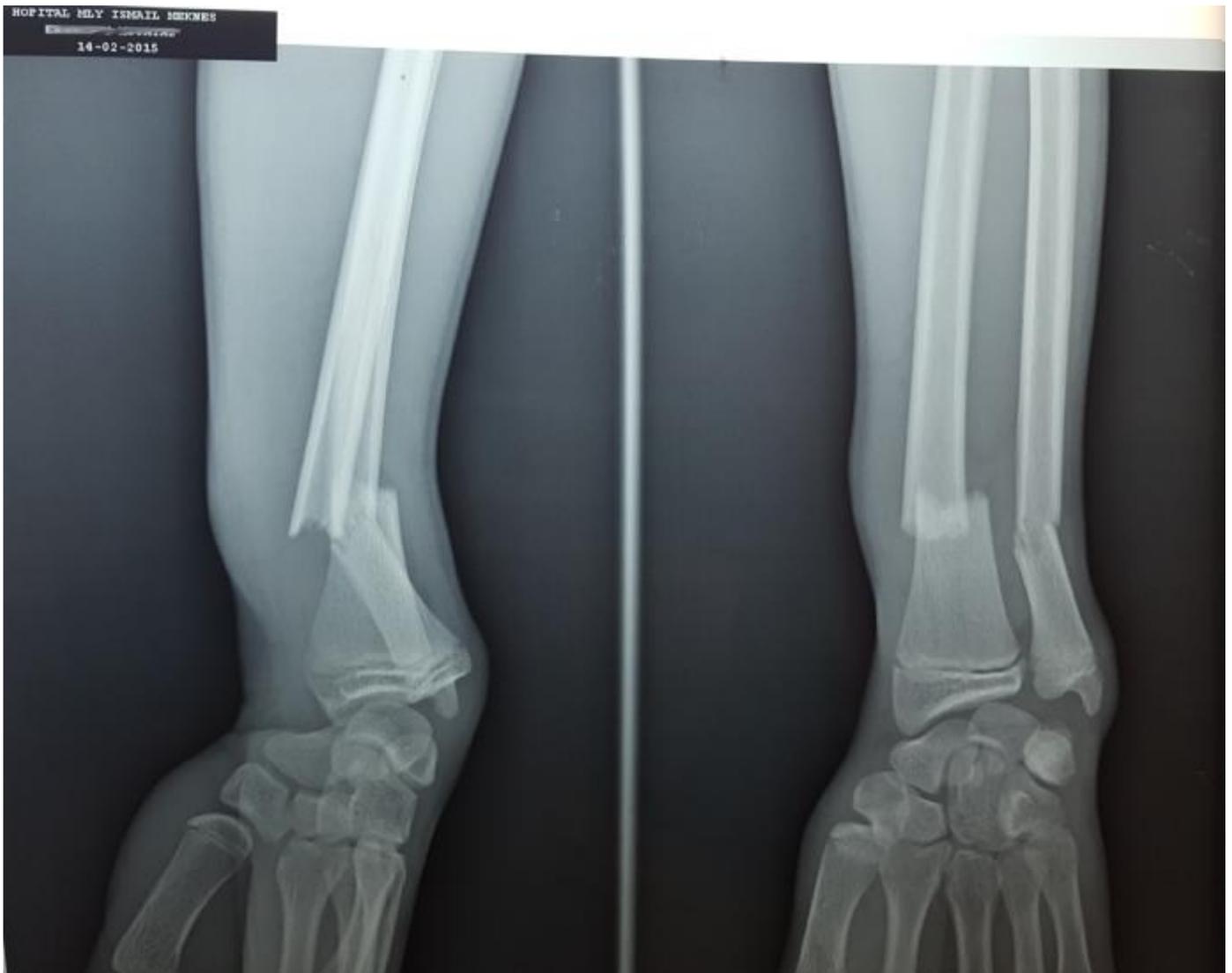


Figure n°15.a : fracture traitée par ostéosynthèse mixte (pré-op)



Figure n°15 .b : fracture traitée par ostéosynthèse mixte (post-op)

∅ Fixation radio-cubitale inférieure :



Figure n°16 : fracture luxation de Galeazzi traitée  
par plaque vissée type DCP + broche radio-ulnaire inférieure

ICONOGRAPHIE N°3: LES COMPLICATIONS

∅ la pseudarthrose:



Figure n°17a: pseudarthrose de l'ulna (après 7 mois)



Figure n°17b: contrôle postopératoire

∅ la synostose radio-cubitale:



∅ Figure n°18a : synostose radio-cubitale (Après 6 mois)



ø Figure n°18b : radiographie post-op (Après libération)

Ø Fracture itérative :



Figure n°19a : Fracture itérative de l'avant-bras gauche sur matériel d'ostéosynthèse

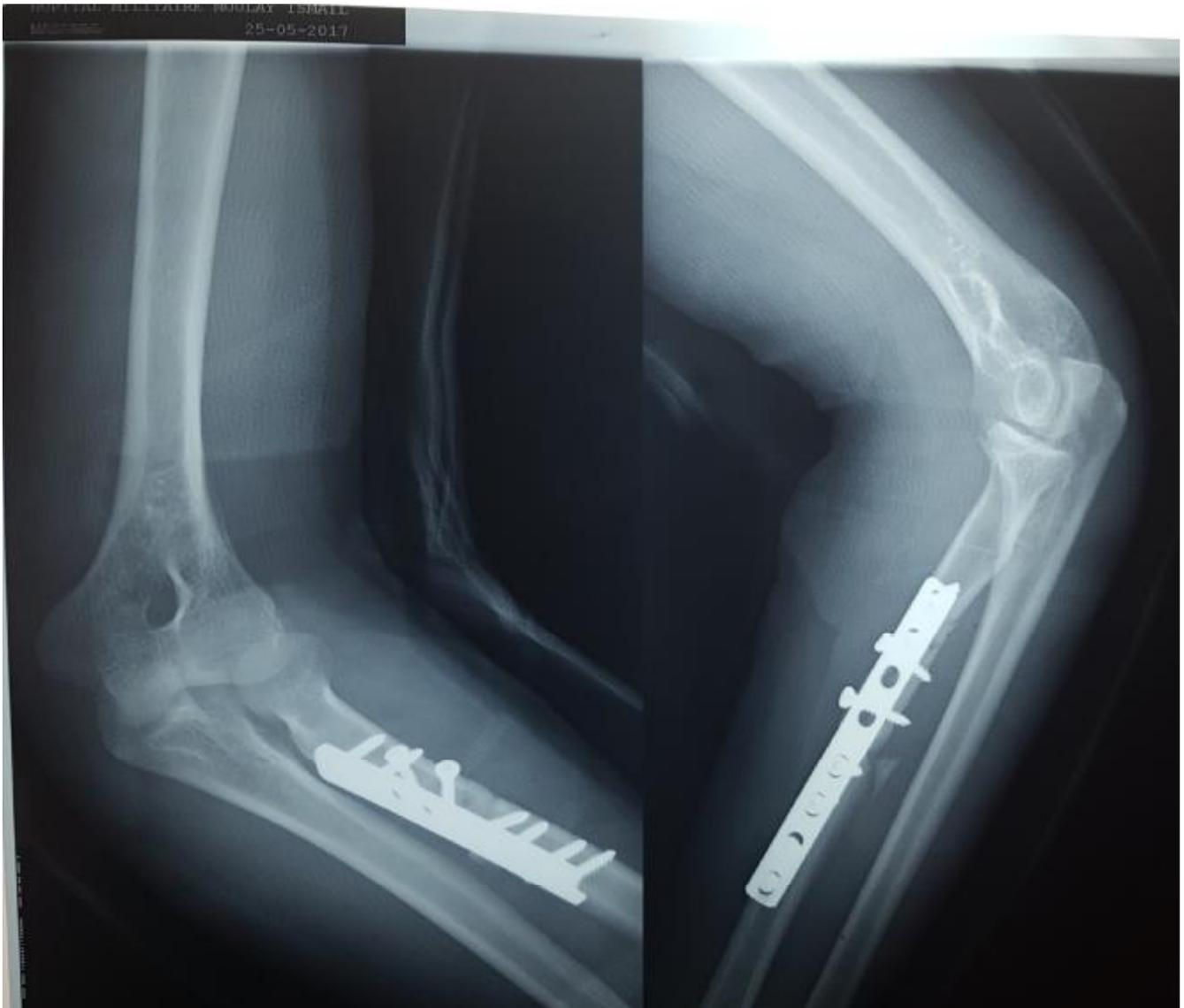


Figure n°19b : Fracture itérative de l'avant-bras gauche (post-op)

# DISCUSSION

L'analyse de notre série en tenant compte des données de la littérature nous a permis de discuter certains points concernant les différents paramètres de matériel d'étude et des attitudes thérapeutiques adoptées dans la prise en charge des fractures des deux os de l'avant-bras chez l'adulte.

## I.Rappel anatomique:

### 1. Articulations et moyens d'union:(3)

L'avant-bras est constitué par deux os longs différents dans leur forme, dans leur fonction, et sont disposés parallèlement entre eux dans le sens de la longueur du membre ; l'un en dedans et l'autre en dehors. De ces os, l'interne a reçu le nom d'ulna (Figure 20 a), l'externe celui de radius (figure 20 b). Articulés à chacune de leurs extrémités, ils sont unis par :

- § Le ligament annulaire de la radio-ulnaire supérieure
- § Le ligament triangulaire appartenant à la fois à la radio-ulnaire inférieure et à la radio-carpienne.
- § La membrane interosseuse qui comble l'espace ovalaire les séparant. Cette disposition qui permet au radius de tourner autour de l'ulna autorise un mouvement d'importance considérable : la pronosupination

Supérieur  
Antérieur

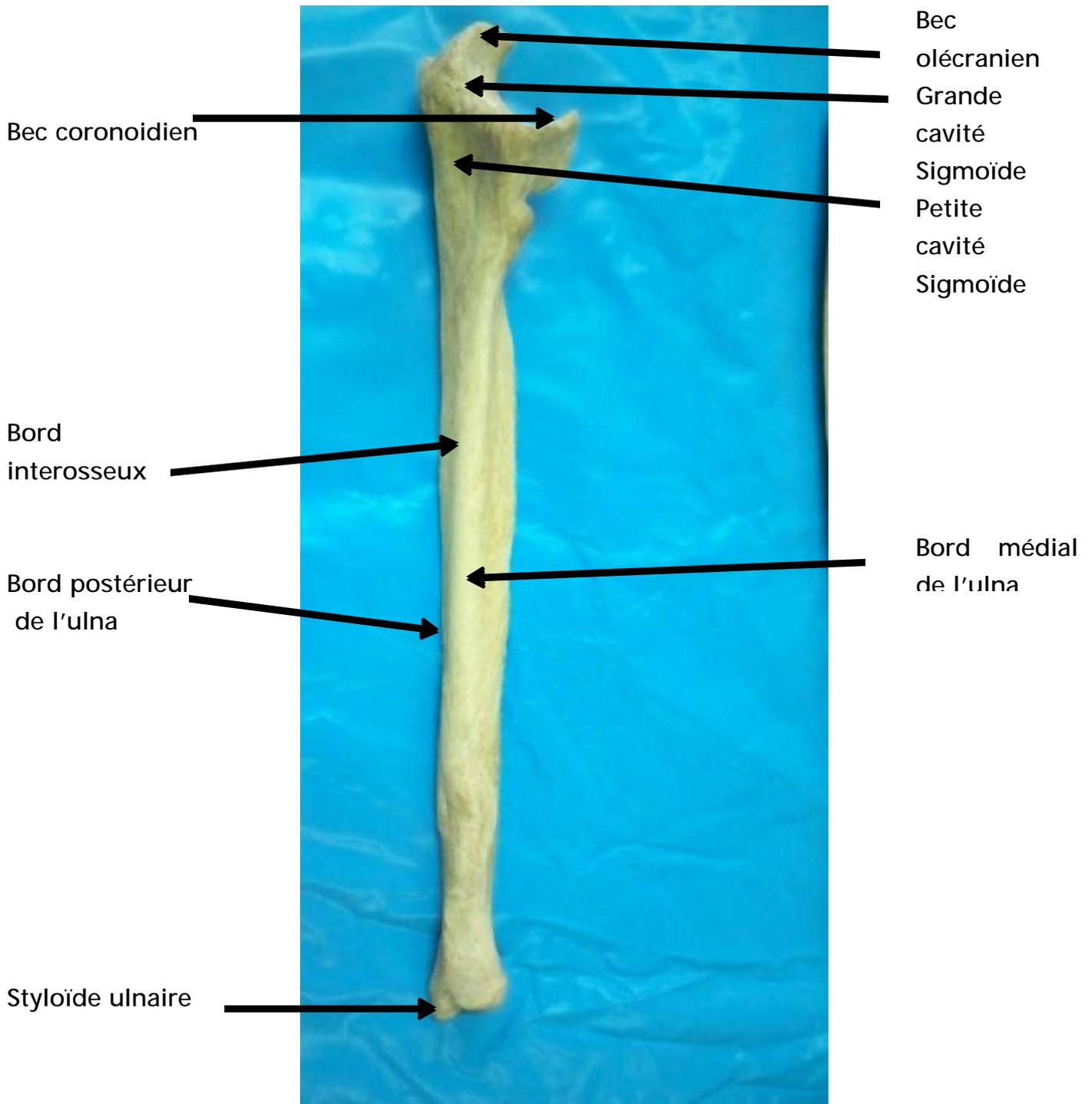


Figure 20 a: Vue Antéro-latérale de l'ulna (laboratoire d'anatomie faculté de médecine de Fès)

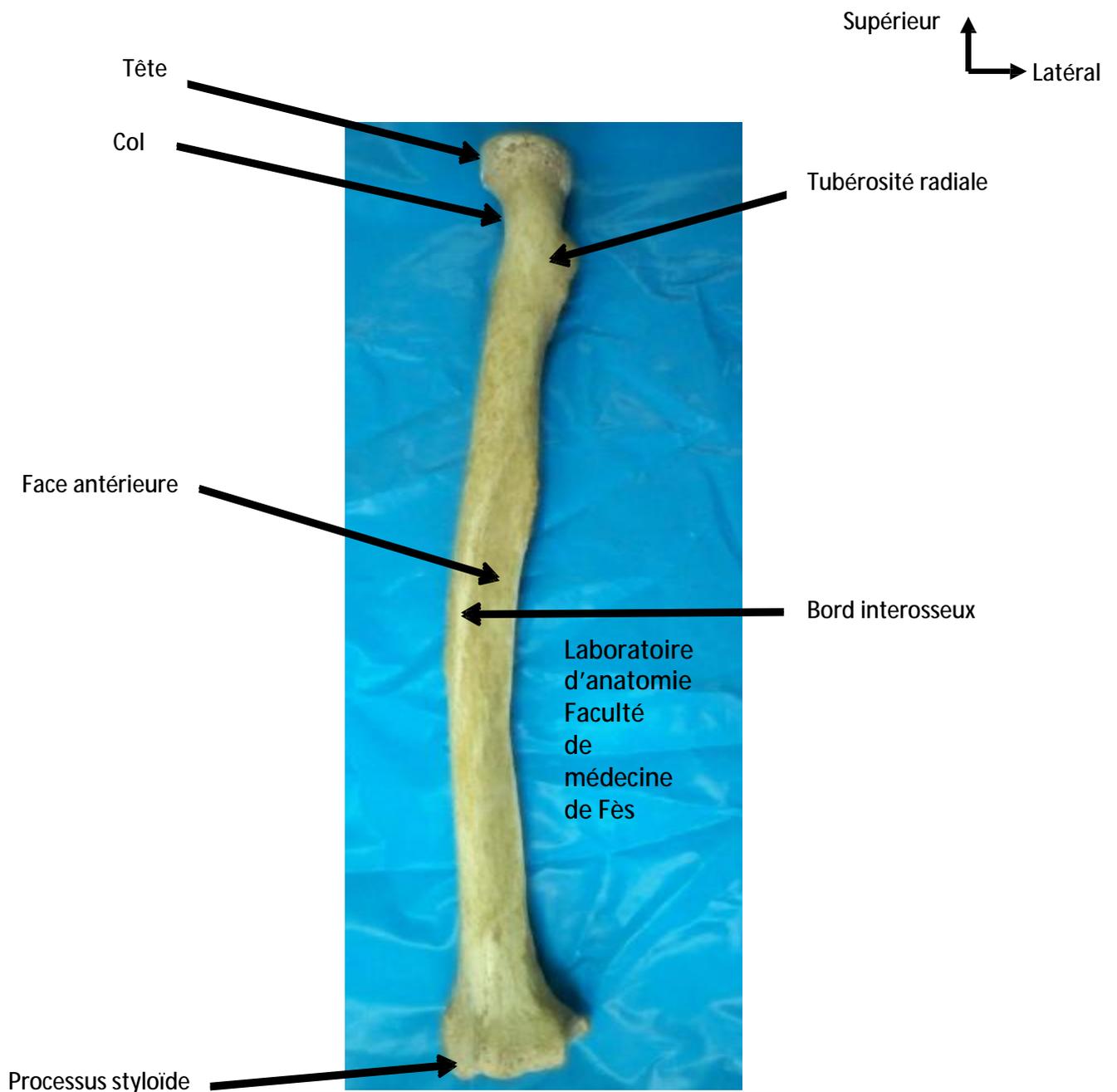


Figure 20 b: Vue antérieure du radius (laboratoire d'anatomie faculté de médecine de Fès)

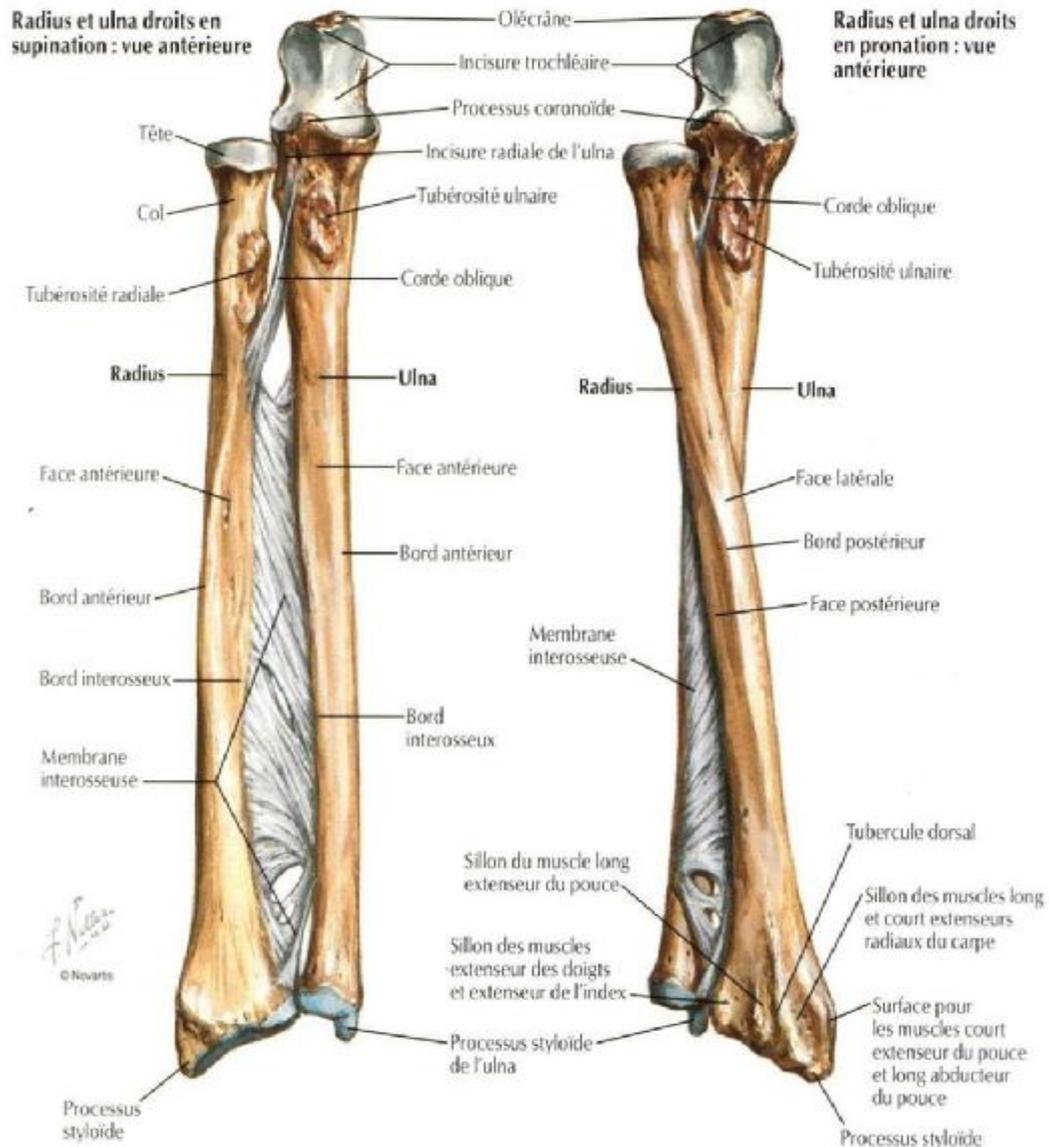


Figure 21 : Les os de l'avant-bras : radius et l'ulna (3).

## 2. Les plans musculaires (4):

### 2.1. Les plans musculaires de la région antérieure de l'avant-bras: (Figure 22)

Ils sont disposés en 3 plans :

#### a. Plan musculaire superficiel :

Il est représenté par le groupe des muscles épicondyliens, en dehors , et celui des muscles épitrochléens en dedans.

#### b. Plan musculaire moyen :

Il est constitué par le muscle fléchisseur commun superficiel des doigts.

#### c. Plan musculaire profond :

Il est constitué de 3 muscles :

- Le muscle long fléchisseur propre du pouce Le muscle fléchisseur commun profond des doigts Le muscle carré pronateur.

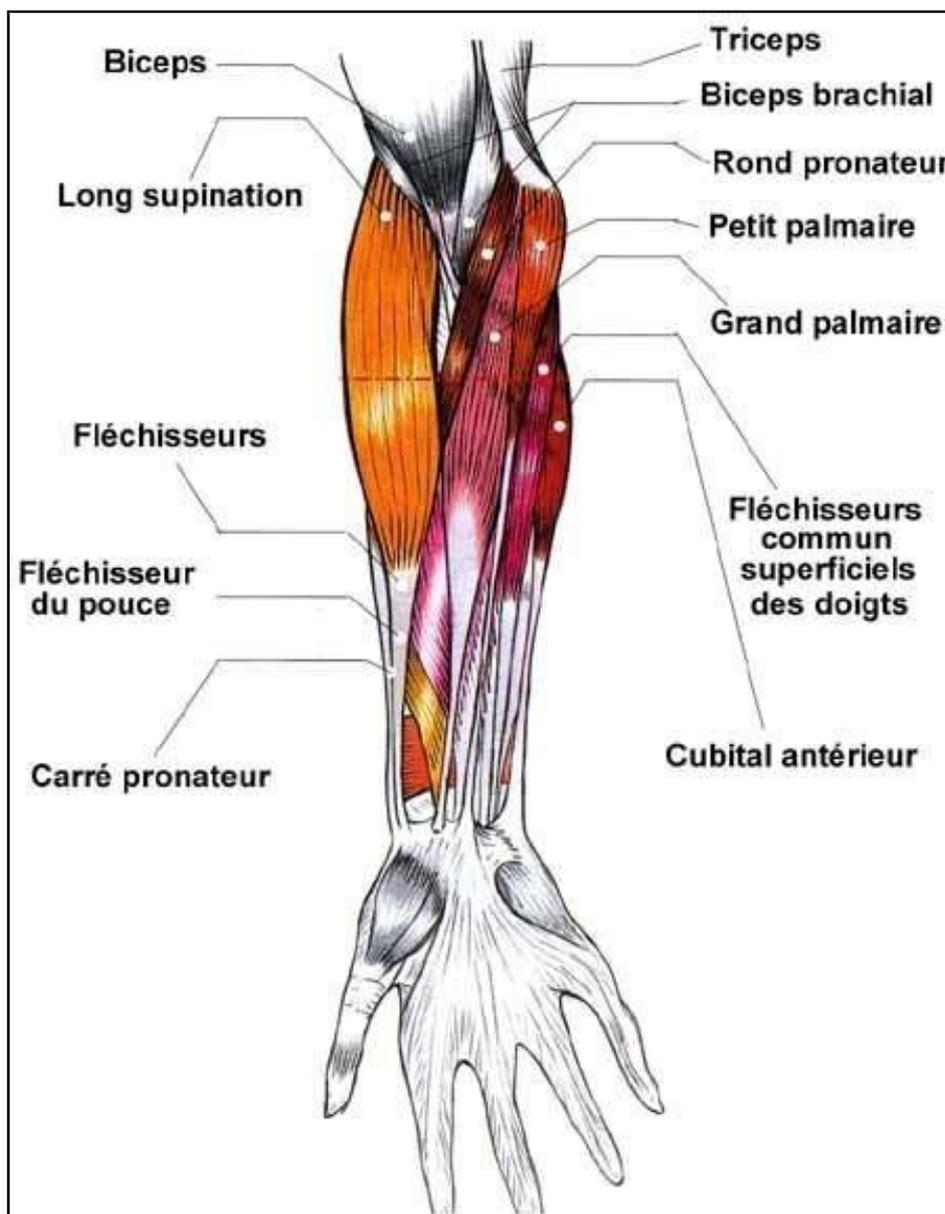


Figure 22: Les muscles de la région antérieure de l'avant-bras (4)

## 2.2. Les plans musculaires de la région postérieure de l'avant-bras: Figure 23

Ils sont disposés en deux plans :

### a. Plan superficiel :

Il est constitué de quatre muscles :

Le muscle anconé (muscle court extenseur du coude)

Le muscle ulnaire postérieur (muscle extenseur ulnaire du carpe) Le muscle extenseur propre du 5eme doigt

Le muscle extenseur commun des doigts.

### b. Plan profond:

Il est constitué de quatre muscles : Le muscle long abducteur du pouce Le muscle court extenseur du pouce Le muscle long extenseur du pouce

Le muscle extenseur propre de l'index. (Muscle extenseur de l'index)

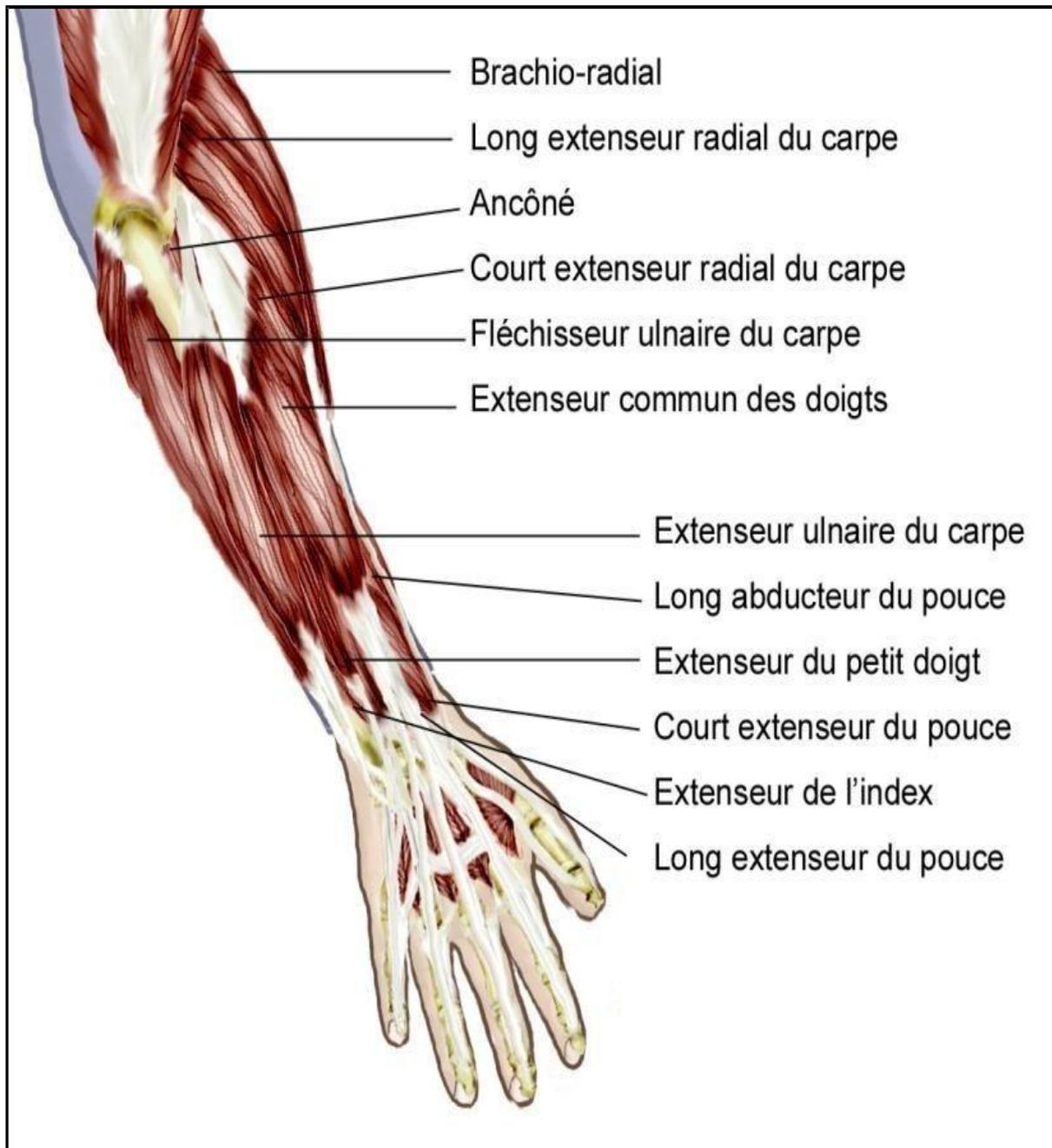


Figure 23: les muscles de la région postérieure de l'avant-bras (4).

### 3. Vascularisation et innervation (5) :

#### 3.1. Vascularisation artérielle :

La région antérieure de l'avant-bras est traversée par les branches de division de l'artère humérale : en dedans l'artère ulnaire et en dehors l'artère radiale.

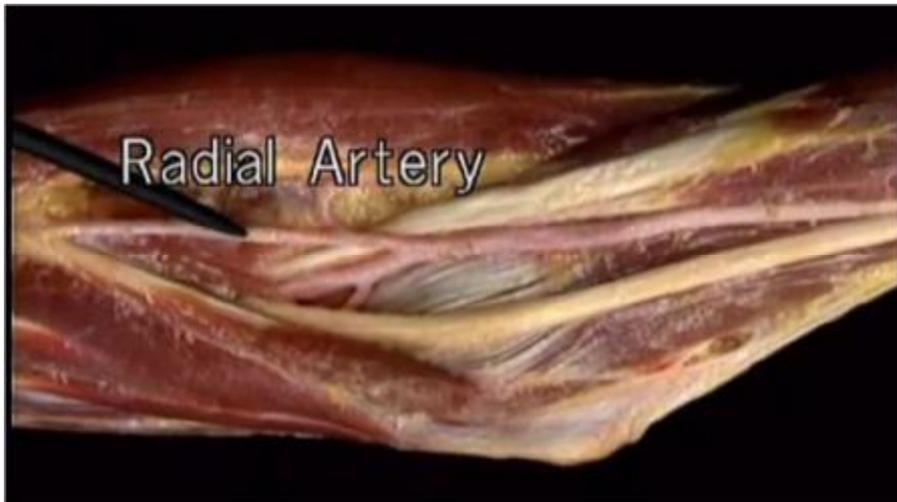


Figure 24 a: artère radiale.

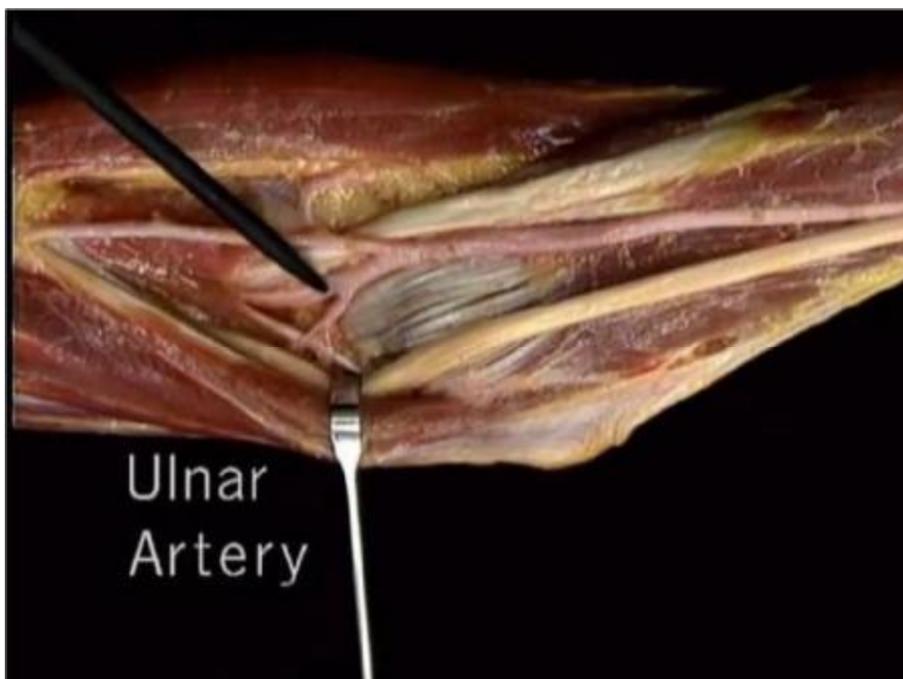


Figure 24 b : artère ulnaire au niveau de son origine.

### 3.2. Vascularisation veineuse :

#### a. Les veines superficielles:

Au niveau de l'avant-bras, les troncs veineux principaux sont : La veine radiale superficielle

- La veine médiane La veine ulnaire
- La veine radiale accessoire

#### b. Les veines profondes :

Elles sont satellites des artères et portent le même nom que l'artère correspondante.

### 3.3. Innervation :

Elle est assurée par :

#### a. Le nerf ulnaire :

C'est une branche terminale du plexus brachial.

A l'avant-bras, il est dans la partie médiane de la loge antérieure. C'est un nerf mixte dont l'atteinte donne une atrophie des muscles de la main et une attitude de griffe cubitale.

→ l'embrochage ulnaire au niveau de la face postéro-médiale est à proscrire du fait de la présence du nerf ulnaire.

#### b. Le nerf radial :

Naît dans le creux axillaire, derrière le muscle petit pectoral. Après un trajet postérieur dans le bras, il se divise au niveau du pli du coude en une branche sensitive antérieure et une branche motrice postérieure

C'est le nerf de l'extension et de la supination du membre supérieur.

→ Lors de l'embrochage de l'extrémité inférieure du radius, il y a un risque de

transfixion des branches du nerf radial.

c. Le nerf musculo-cutané :

C'est un nerf mixte:

- Moteur, il représente le nerf de flexion de l'avant-bras sur le bras.
- Sensitif pour la moitié latérale de l'avant-bras et la région proximale de la loge

thénar.

d- Le nerf médian:

Nerf mixte, c'est le nerf de la loge antérieure de l'avant bras et le nerf de la pronation.

Il naît dans le creux axillaire; au niveau du coude il est très exposé aux plaies, puis, il est de nouveau à l'abri, il glisse sous l'arcade fibreuse du muscle fléchisseur superficiel des doigts et descend dans toute la loge anté brachiale antérieure.

## II. Biomécanique : (5)

La conformation des deux os de l'avant-bras et des articulations radio ulnaires supérieures et inférieures conditionne les mouvements de pronation et de supination.

La mesure des amplitudes se fait sur un coude fléchi à 90°.

La verticale indique la position de référence : 0 degré = position neutre

À partir de cette position, la pronation est de 85° et la supination : 90°. (Figure 25)

Les mouvements se font autour d'un axe qui passe par le centre de la tête radiale et par le centre de la tête ulnaire.

Les impératifs de la pronosupination ont été définis depuis longtemps par DESTOT :

- § La longueur des 2 os doit être intacte.
- § La courbure pronatrice du radius est intacte.
- § Il ne doit pas y avoir de décalage d'un des 2 os.
- § L'espace interosseux doit être libre.
- § Les deux articulations radio ulnaires sont mobiles.

Ce mouvement de pronosupination se fait sous l'action de quatre muscles associés deux à deux :(figure 26)

§ Les muscles de la supination :

§ Le court supinateur commandé par le nerf radial, enroulé autour du radius, agit par déroulement.

§ Le long biceps commandé par le nerf musculo-cutané, inséré sur la tubérosité bicipitale agit par tractions.

§ Les muscles de la pronation :

§ Le carré pronateur commandé par le nerf médian, enroulé autour de l'extrémité inférieure du cubitus, agit par déroulement du cubitus par rapport au radius.

§ Le rond pronateur commandé par le nerf médian, inséré sur le sommet de la courbure pronatrice, agit par traction.

Le jeu des muscles assure une amplitude de 85° à 90° de part et d'autre de la position intermédiaire, pouce en haut et paume en dedans.

L'ensemble de ces données permet de saisir l'importance de la restitution anatomique du squelette antébrachial. Toute déformation d'axe importante entrainera un dysfonctionnement radio-ulnaire et une impossibilité de rotation des deux os.

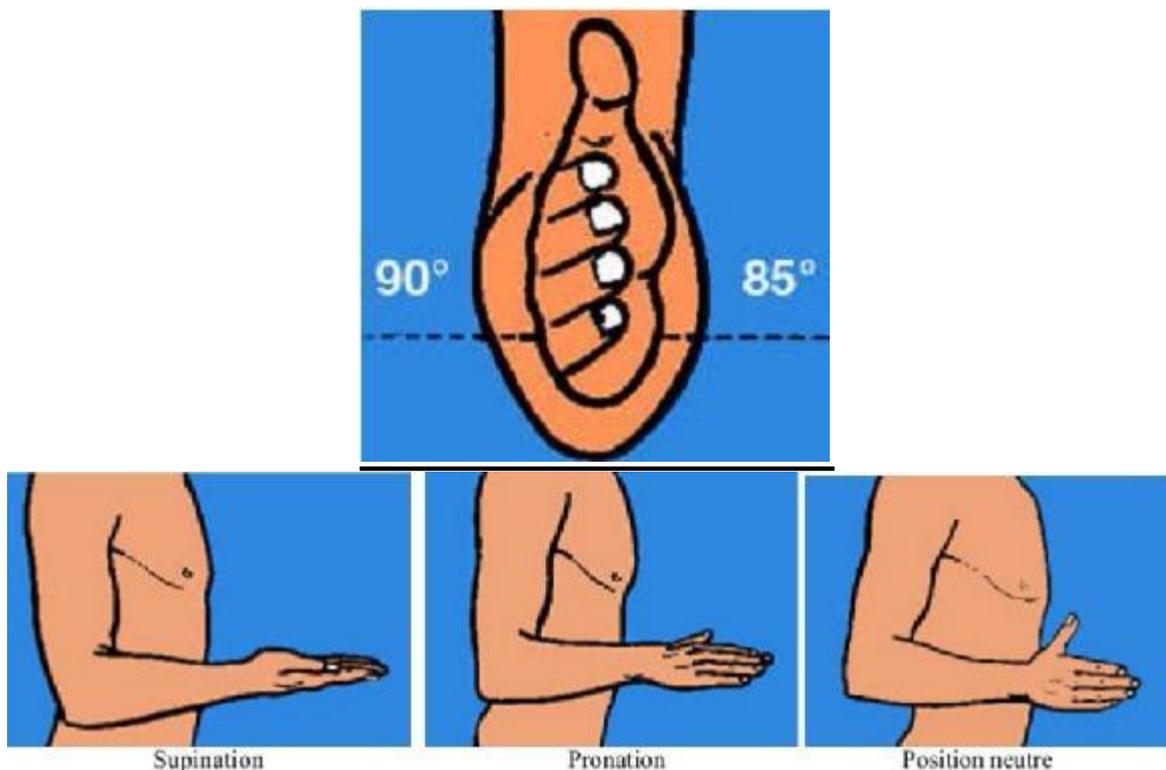


Figure 25: les degrés de la pronation et de supination

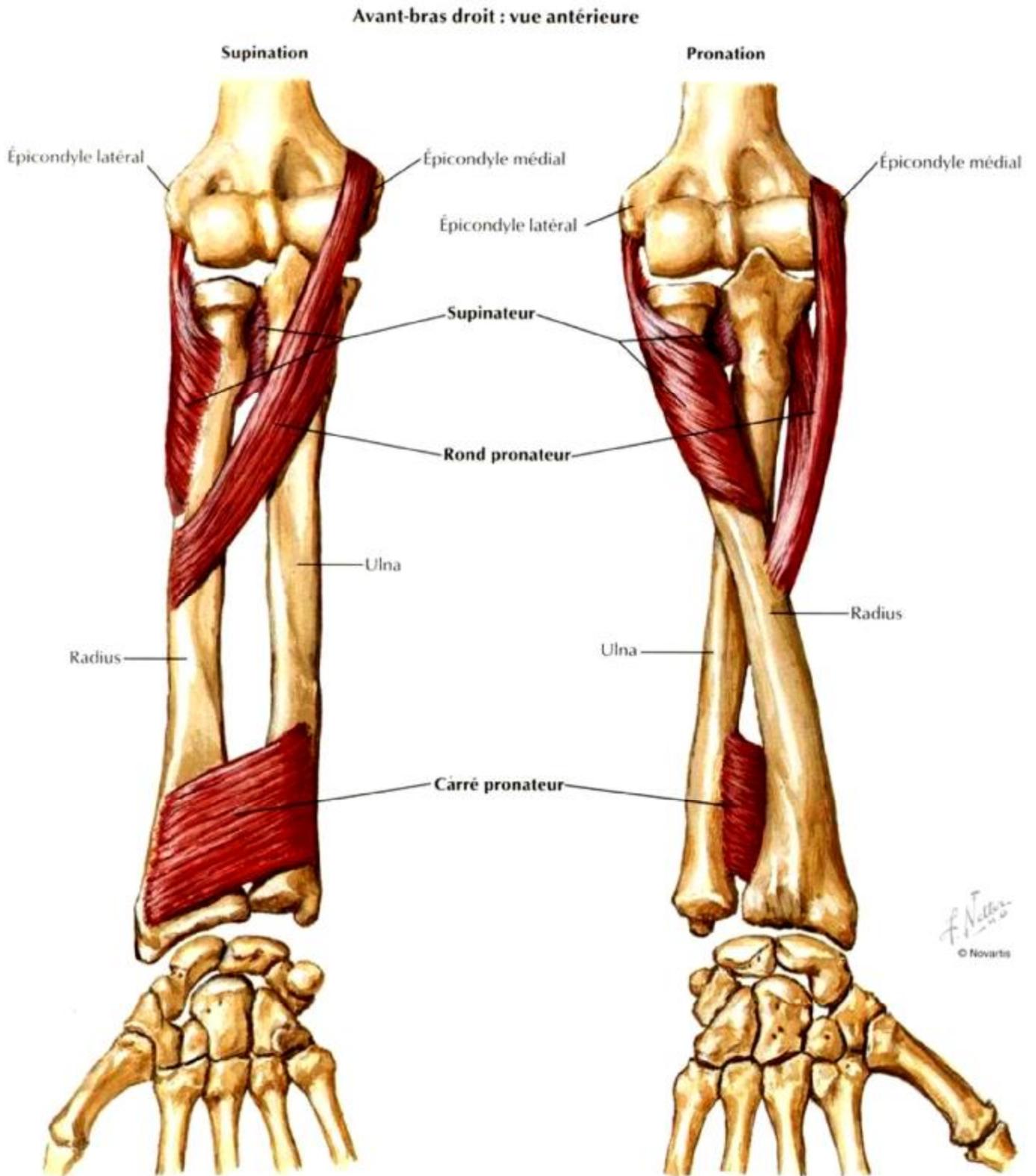


Figure 26 : Les muscles responsables de la pronosupination (3)

### III.ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE :

#### 1. Age :

La moyenne d'âge de nos patients est de 32 ans. Nous constatons que la population la plus atteinte dans notre série, ainsi que dans les différentes séries de la littérature, est une population jeune, ceci est en rapport avec :

- L'âge jeune de la population.
- L'activité de l'individu est à son maximum
- La fréquence des AVP.

Tableau X :Etude comparative avec la littérature selon la moyenne d'âge

Auteurs	Années	Nombre de cas	Moyenne d'âge (ans)
HADDEN (9)	1984	66	24,5
CHAPMAN (10)	1989	87	33
BAUER (11)	1991	167	31,9
SARAGAGLIA (12)	1991	208	30
STERN (13)	1993	64	33
MATEJEIE (14)	2000	354	43
CHAFAQI (15)	2001	70	29
ARRAS (16)	2002	92	33
WANG (17)	2003	25	41
LEUNG (18)	2006	32	35
OUAYA (19)	2007	54	29,13
OZKAYA (20)	2009	42	32,5
DOS REIS (21)	2009	31	30
KLOEN (22)	2010	47	37
BOT (23)	2011	71	42
HENLE (24)	2011	53	35,9
AYDIN (25)	2013	34	35
Notre série	2017	78	32

2. Sexe :*Tableau XI : Répartition des cas selon le sexe en comparaison avec les auteurs.*

Auteurs	Années	Nbr de cas	Masculin (%)	Féminin (%)
GRACE (26)	1980	64	85,9	14,1
CHAPMAN (10)	1989	87	78	22
CHAKIB (27)	1998	130	79	21
JONES (28)	1995	18	77	23
MATEJEIE (14)	2000	354	55	45
ARRAS (16)	2002	92	78	22
CHAFAQI (15)	2001	70	74,2	25,7
WANG (17)	2003	25	68	32
LEUNG (18)	2006	32	72	28
OUAYA (19)	2007	54	74	26
OZKAYA (20)	2009	42	69	31
DOS REIS (21)	2009	31	87	13
KLOEN (22)	2010	47	75	25
BOT (23)	2011	71	71	29
HENLE (24)	2011	53	85	15
AYDIN (25)	2013	34	73,5	26,5
Notre série	2017	78	85	15

La prédominance masculine demeure fréquente dans toutes les séries de la littérature, ainsi, que dans notre série.

Ceci pourrait être en rapport avec l'activité de l'homme par rapport à la femme.

### 3. Circonstances du traumatisme:

Nous retrouvons, comme dans les séries de la littérature, que la majorité des fractures sont dues à un traumatisme violent, notamment suite à l'accident de la voie publique (AVP), et ceci en rapport avec l'augmentation du trafic routier.

Tableau XII: Etude comparative avec la littérature selon les circonstances du traumatisme

Auteurs	Années	Nombre de cas	AVP (%)
MOED (29)	1946	50	50
GRACE (26)	1980	64	45,3
DUNKAN (30)	1992	69	47,9
CHAKIB (27)	1998	130	40
CHAFIQI (15)	2001	70	40
ARRAS (16)	2002	92	49
WANG (17)	2003	25	44
OUAYA (19)	2007	54	24,08
KLOEN (22)	2010	47	55
BOT (23)	2011	71	31
HENLE (24)	2011	53	58,5
Notre série	2017	78	55

## IV.ETUDE CLINICO-RADIOLOGIQUE :

### 1.Etude clinique :

#### 1-1 Diagnostic clinique :

Le diagnostic en urgence est le plus souvent simple, en effet il est établi sur l'attitude du traumatisé du membre supérieur, l'impotence fonctionnelle et la déformation de celui-ci avec œdème. Un tel tableau conduit systématiquement au bilan radiologique comportant un cliché de l'avant-bras face et profil, prenant les articulations sus et sous-jacentes (31).

Ce bilan sera complété par d'autres examens paracliniques en fonction de l'existence de lésions associées.

#### 1-2 Côté atteint

Tableau XIII: Etude comparative avec la littérature selon le côté atteint

Auteurs	Années	Nombre de cas	Gauche (%)	Droit (%)	Bilatéral (%)
ARRAS (16)	2002	92	66	33	1
WANG (17)	2003	25	40	60	0
OUAYA (19)	2007	54	66,67	33,33	0
KLOEN (22)	2010	47	45	53	2
Notre série	2017	78	64	34	2

Dans la littérature, comme dans notre série, l'atteinte du côté gauche dans la fracture des deux os de l'avant-bras était prédominante à 64%. Contrairement à la série de Wang (17) et Kloen (22) ou la fracture des deux os de l'avant-bras se localisent dans le côté droit à 53%.

### 1-3 Lésions associées

✓ Ouverture cutanée :

Tableau XIV : Etude comparative avec la littérature selon l'état cutané.

Auteurs	Années	Nombre de cas	Ouverture cutanée (%)
TEIPNER (32)	1980	55	18
BAUER (11)	1991	167	31,3
SARAGAGLIA (12)	1991	207	20
SCHUIND (33)	1991	93	27,8
BENSIALI (34)	1993	103	22
ARRAS (16)	2002	92	16,3
CHAFAGI (15)	2001	70	5,8
WANG (17)	2003	25	36
LEUNG (18)	2006	32	3
OZKAYA (20)	2009	42	7
KLOEN (22)	2010	47	38
BOT (23)	2011	71	34
HENLE (24)	2011	53	30,1
Notre série	2017	78	20,5

Dans notre étude, 20.5% des cas sont des fractures ouvertes, elles sont souvent liées à un traumatisme de haute énergie. Ceci, avec l'exposition de l'os et les tissus profonds à l'environnement, conduit à un risque accru d'infection, complications de la plaie et de pseudarthrose (35,36,37).

La présence d'une ouverture cutanée rend le traitement difficile et assombrit le pronostic (12,32,33,38).

Dans l'ouverture cutanée, la classification du Cauchoix et Duparc est la plus couramment utilisée, malgré qu'elle soit moins précise que d'autres, notamment celle de GUSTILLO (39). Cette dernière tient compte de différents facteurs

pronostiques de l'ouverture cutanée. Les deux classifications sont identiques pour le type I et II, par contre la classification de Gustillo subdivise le type III en trois sous-groupes (39) (voir annexe 3).

L'antibiothérapie, le débridement chirurgical et la fixation interne ont amélioré les résultats des fracture ouverte (40), mais les principes du traitement des fractures ouvertes sont restés les mêmes depuis la Première Guerre mondiale : une asepsie en premier, le débridement adéquat, l'immobilisation et la protection des blessures contre les perturbations et la réinfection (41,42).

Tableau XV : Etude comparative avec la littérature selon le type d'ouverture cutanée  
selon Cauchoix et Duparc

Auteurs	Années	Type I (%)	Type II (%)	Type III (%)
MOED (29)	1986	40	38	22
DUNCAN (30)	1992	43,4	34,7	22,7
CHAKIB (27)	1998	54	34	12
ARRAS (16)	2002	60	33,4	6,6
WANG (13)	2003	64	24	12
LEUNG (18)	2006	100	0	0
OZKAYA (20)	2009	100	0	0
KLOEN (22)	2010	33,3	22,2	38,5
HENLE (24)	2011	75	12,5	12,5
Notre série	2017	68.4	23,8	4.7

On note une prédominance des ouvertures cutanées de type I dans toutes les séries.

#### 1-4 Lésions traumatiques associées :

La recherche de ces lésions est d'importance capitale, entre dans la règle de pratiquer par certains auteurs (9,43), un examen clinique complet et minutieux, ne se limitant pas uniquement au membre traumatisé mais intéressant également les articulations sus et sous-jacentes, les autres membres, le crâne, l'abdomen et le thorax.

Dans notre série, nous constatons une forte incidence de lésions associées (24,35%). Ceci peut être expliqué par la forte prévalence des circonstances du traumatisme et notamment les accidents de la circulation qui restent une cause fréquente des polytraumatisés dans notre pays.

Tableau XVI : Etude comparative avec les séries de la littérature selon les lésions associées.

Auteurs	Années	Nombre de cas	Lésions associées (%)
HADDEN (9)	1984	66	34,8
CHAPMAN (10)	1989	87	40
JONES (28)	1995	18	33
CHAKIB (27)	1998	130	39,4
NOURI (40)	1999	108	37
CHAFAQI (15)	2001	70	22,8
ARRAS (16)	2002	92	33,6
WANG (17)	2003	25	28
KLOEN (22)	2010	47	46,8
BOT (23)	2011	71	34
HENLE (24)	2011	53	52,8
Notre série	2017	78	24,35

## 2. Etude radiologique:

### 2-1 Siège du trait de fracture :

Dans notre étude, le trait de fracture qui intéressait le tiers moyen de l'os, est le plus fréquent avec 48%, ce résultat est similaire aux données de la littérature. A ce niveau la déformation devient plus grande et l'abord chirurgical est plus ou moins facile par rapport au tiers supérieur qui est rarement atteint (10,11,45,46).

Tableau XVII: Etude comparative avec la littérature selon le siège du trait de fracture.

Auteurs	Années	Nbr de cas	1/3 Supérieur	1/3moyen	1/3 inférieur
CHAPMAN (10)	1989	87	17	59	23
BAUER (11)	1991	167	16	54	30
SARAGAGLIA	1991	207	24	67	9
CHAKIB (27)	1998	130	19	54	27
ARRAS (16)	2002	92	14	59	27
OUAYA (19)	2007	54	8	53	39
AYDIN (25)	2013	34	20.5	55.8	23.5
Notre série	2017	78	19	48	33

### 2-2 Lésions des articulations radio-cubitales

#### **a. Fracture-luxation de Monteggia :**

C'est l'association d'une fracture du cubitus à une luxation de la tête radiale.

La fréquence des fractures-luxations de Monteggia dépasse 10% dans les différentes séries, alors que dans notre étude elle est de l'ordre de 5%.

Ceci peut être expliqué par la méconnaissance de la lésion qui passe inaperçue et rendant ainsi le pronostic fonctionnel réservé, d'où la nécessité d'un examen clinique minutieux et un bilan radiologique de l'articulation du coude devant chaque fracture de l'avant-bras (39,47,48,49,50,51).

La fracture-luxation de Monteggia est classée en quatre types selon BADO (7,48) (fig 27).

Type I :

- Luxation antérieure de la tête radiale
- Fracture de la diaphyse ulnaire à n'importe quel niveau, avec une angulation antérieure.

Type II :

- Luxation postérieure ou postéro-externe de la tête radiale.
- Fracture de la métaphyse ulnaire, avec une angulation postérieure.

Type III :

- Luxation antérieure ou antéro-externe de la tête radiale.
- Fracture de la métaphyse ulnaire.

Type IV :

- Luxation antérieure de la tête radiale.
- Fracture du tiers proximal du radius.
- Fracture de l'ulna ou même niveau.

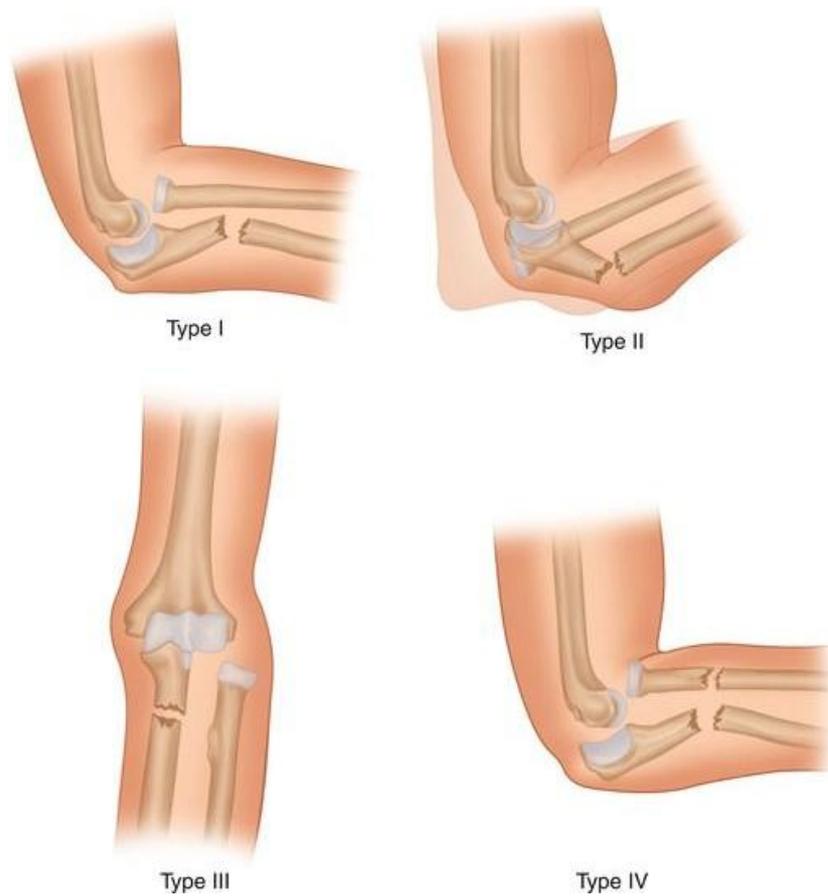


Figure n°27: classification de Bado des fractures luxation de Monteggia

Tableau XVIII: Etude comparative avec la littérature des fracture-luxations de Monteggia

Auteurs	Années	Nombre de cas	luxation de Monteggia (%)
HADDEN (9)	1984	108	15
CHAPMAN (10)	1989	87	7,7
SARAGAGLIA (12)	1991	207	11
CHAKIB (27)	1998	130	10
MATEJEIE (14)	2000	244	12,3
CHAFAQI (15)	2001	70	1,4
ARRAS (16)	2002	92	2,2
KLOEN (22)	2010	47	10,6
HENLE (24)	2011	53	26,4
Notre série	2017	78	5

#### **b. Fracture-luxation de Galeazzi :**

Par définition, elle associe une fracture de la diaphyse radiale à une luxation de l'articulation radio-cubitale inférieure.

Les fractures de Galeazzi sont rares aussi bien dans notre série que dans les série de la littérature, sauf celle de HADDEN (9) qui rapporte 15% dans sa série de 108 cas.

Dans notre série, ce taux n'est que de 6%. Ceci peut être expliqué par la méconnaissance de la lésion articulaire distale par insuffisance d'évaluation radio-clinique.

Cette méconnaissance du diagnostic expose à une instabilité radio-cubitale inférieure entravant ainsi la fonction noble du membre supérieur qui est la pronosupination.

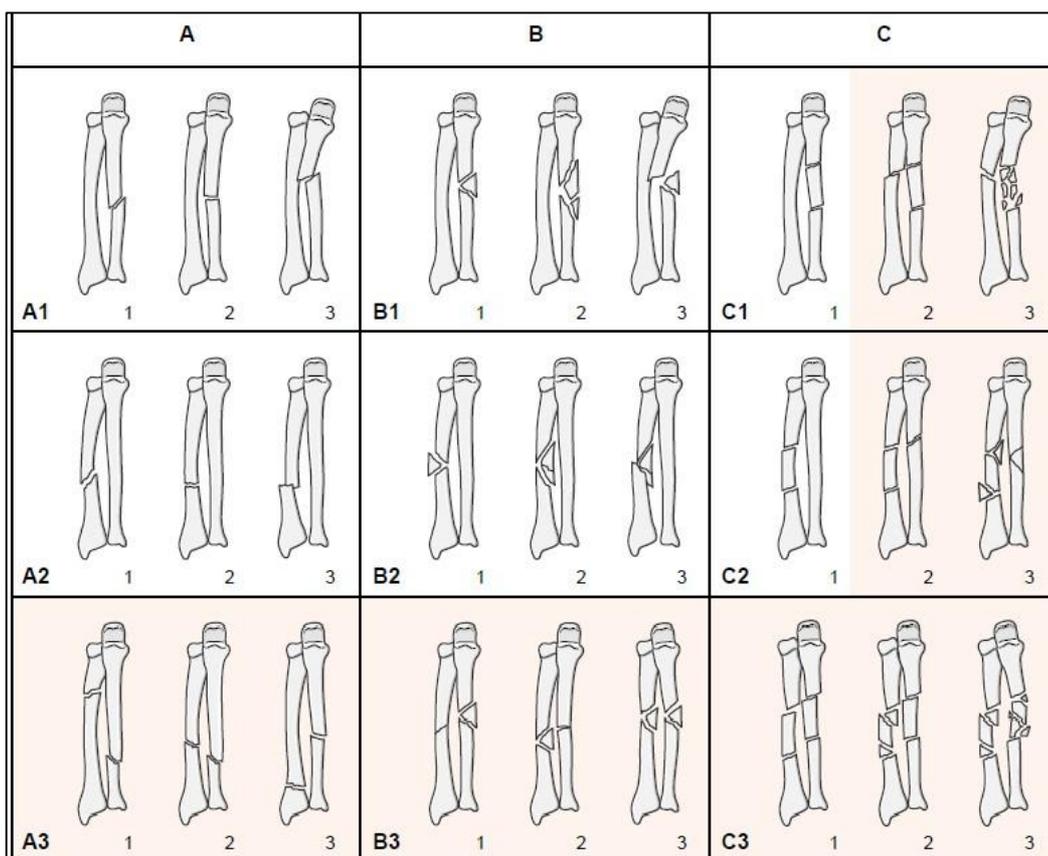
Tableau XIX : Etude comparative avec la littérature des fracture-luxations de Galeazzi

Auteurs	Années	Nombre de cas	Fracture-luxation de Galeazzi (%)
HADDEN (9)	1984	108	15
CHAPMAN (10)	1989	87	10,8
SARAGAGLIA (12)	1991	207	6,2
CHAKIB (27)	1998	130	5,3
MATEJEIE (14)	2000	244	12,3
ARRAS (16)	2002	92	3,3
KLOEN (22)	2010	47	4,2
HENLE (24)	2011	53	15,1
Notre série	2017	78	6

### 3. Classification des fractures des deux os de l'avant-bras:

La difficulté de classer des fractures, quel qu'en soit le site, réside dans le choix des critères retenus. Si l'intérêt théorique de ces derniers est d'apporter une valeur pronostique, ils sont en réalité rarement utilisables en pratique clinique, puisque le pronostic d'une fracture dépend finalement autant du patient, du chirurgien et de la technique chirurgicale utilisée, que du type ou du mécanisme de la fracture (7). Il y a deux classifications :

- La classification de l'AO qui est la plus utilisée (7,8) (fig.28)
- La classification d'American association of orthopedic surgeon (10) (fig.29).



<p>A1. Fracture simple du cubitus, diaphyse radiale intacte.</p> <p>A2. Fracture simple du radius, diaphyse cubitale intacte.</p> <p>A3. Fracture simple des deux os</p>	<p>B1. Fracture à coin du cubitus, diaphyse radiale intacte.</p> <p>B2. Fracture à coin du radius, diaphyse cubitale intacte.</p> <p>B3. Fracture à coin d'un os, combinée à une fracture simple ou à coin de l'autre.</p>	<p>C1. Fracture complexe du cubitus.</p> <p>C2. Fracture complexe du radius.</p> <p>C3. Fracture complexe des deux os.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figure n°28: classification des fractures selon l'association pour l'ostéosynthèse

(AO)

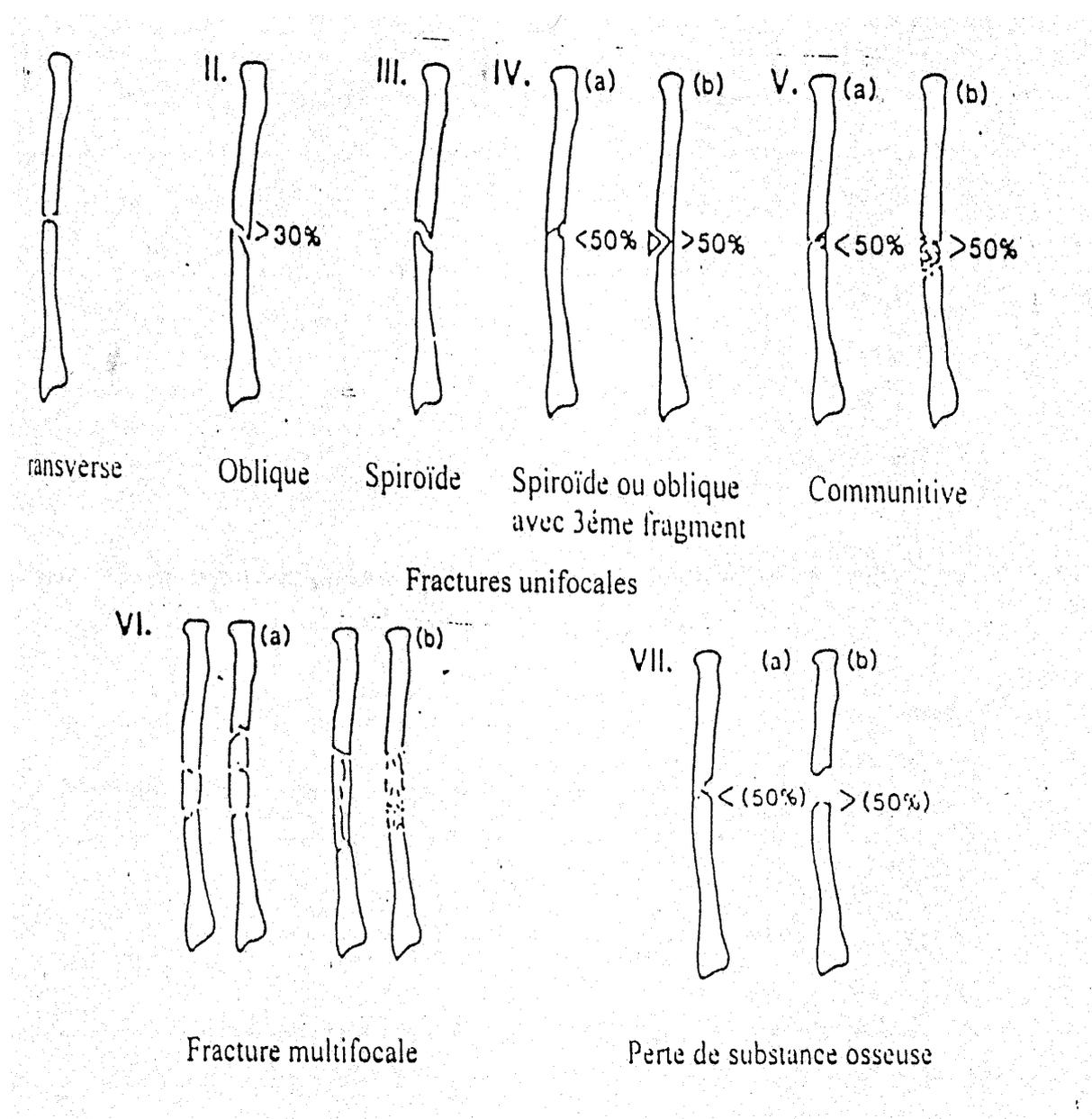


Figure n° 29: classification des fractures selon American association of orthopedic surgeon

## V.TRAITEMENT :

### 1. But du traitement :

Le but est la restitution d'une bonne fonction de la prono-supination en rétablissant une longueur normale des deux os de l'avant-bras, en conservant les courbures physiologiques du radius notamment la courbure pronatrice (fig.30), et en préservant l'intégrité des articulations radio-cubitales supérieure et inférieure (31,45,53 ).

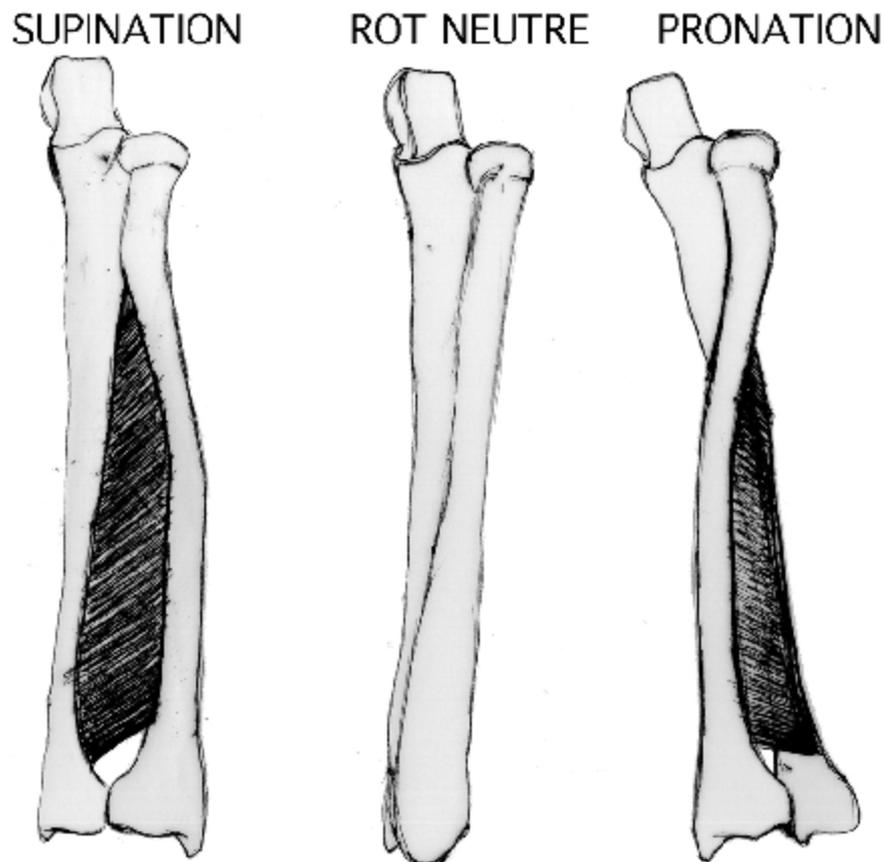


Figure n°30: les différents mouvements des courbures de l'avant-bras

## 2. Méthodes thérapeutiques :

Le traitement chirurgical offre l'avantage de pouvoir réduire de façon convenable les fragments osseux et d'en assurer l'ostéosynthèse, soit par plaque vissée (technique la plus pratiquée), par embrochage centro-médullaire, ou par fixateur externe (49).

Trois impératifs nécessaires sont recommandés :

- ü Obtenir une réduction anatomique la meilleure possible.
- ü L'ostéosynthèse doit être stable et solide car la stabilité du foyer représente un moyen de lutte contre l'infection et permet la consolidation.
- ü Ménager la vascularisation des fragments osseux



Figure n°31 : préparation de la table opératoire ( image du service HMMI)

## 2-1 Voie d'abord :

Différentes voies d'abord sont décrites par plusieurs auteurs, le choix de la voie d'abord dépendra de différents impératifs parmi lesquels (54,10,9,53) :

- Respect des éléments vasculo-nerveux.
- Eviction des lésions de la membrane interosseuse qui peuvent être responsables des synostoses radio-cubitales.
- Habitude du chirurgien.

### a.Abord du foyer radial

Il peut se faire par deux voies :

- ✓ Voie antérieure de HENRY : (Fig. 32,33,34)

C'est la voie utilisée chez nos patients pour l'abord du radius. En comparaison avec la littérature la plupart des auteurs ont recourt à cette voie (26,32,53,54).

Elle a l'avantage de faciliter l'abord de la face antérieure du radius dans ses deux tiers inférieurs et permet à l'opérateur de travailler convenablement sur un champ opératoire situé à l'horizontal, alors que l'abord du tiers supérieur est difficile par cette voie ; car il est profond, de plus il est difficile de contrôler le nerf interosseux postérieur qui contourne le col du radius. L'abord du tiers supérieur se fait par voie postérieure (51).

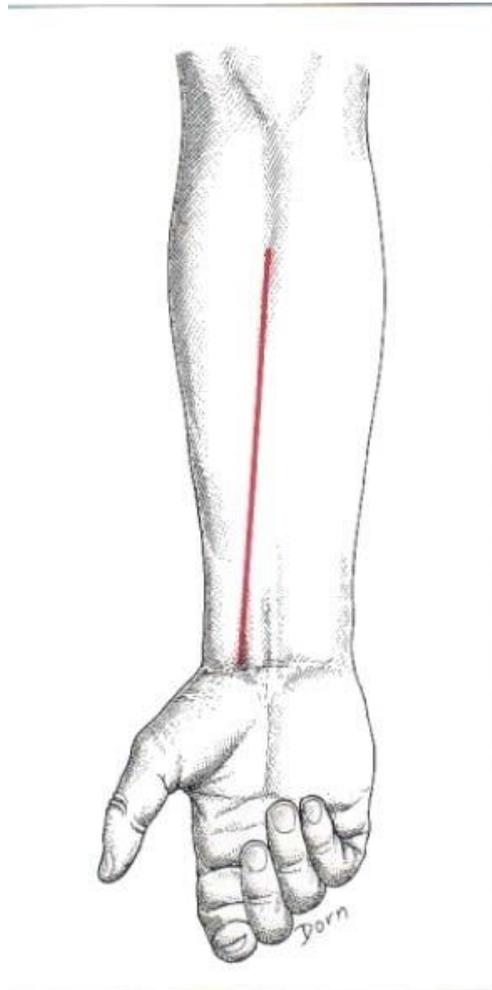


Figure n°32: Voie d'abord antérieure de Henry pour le radius. Incision cutanée

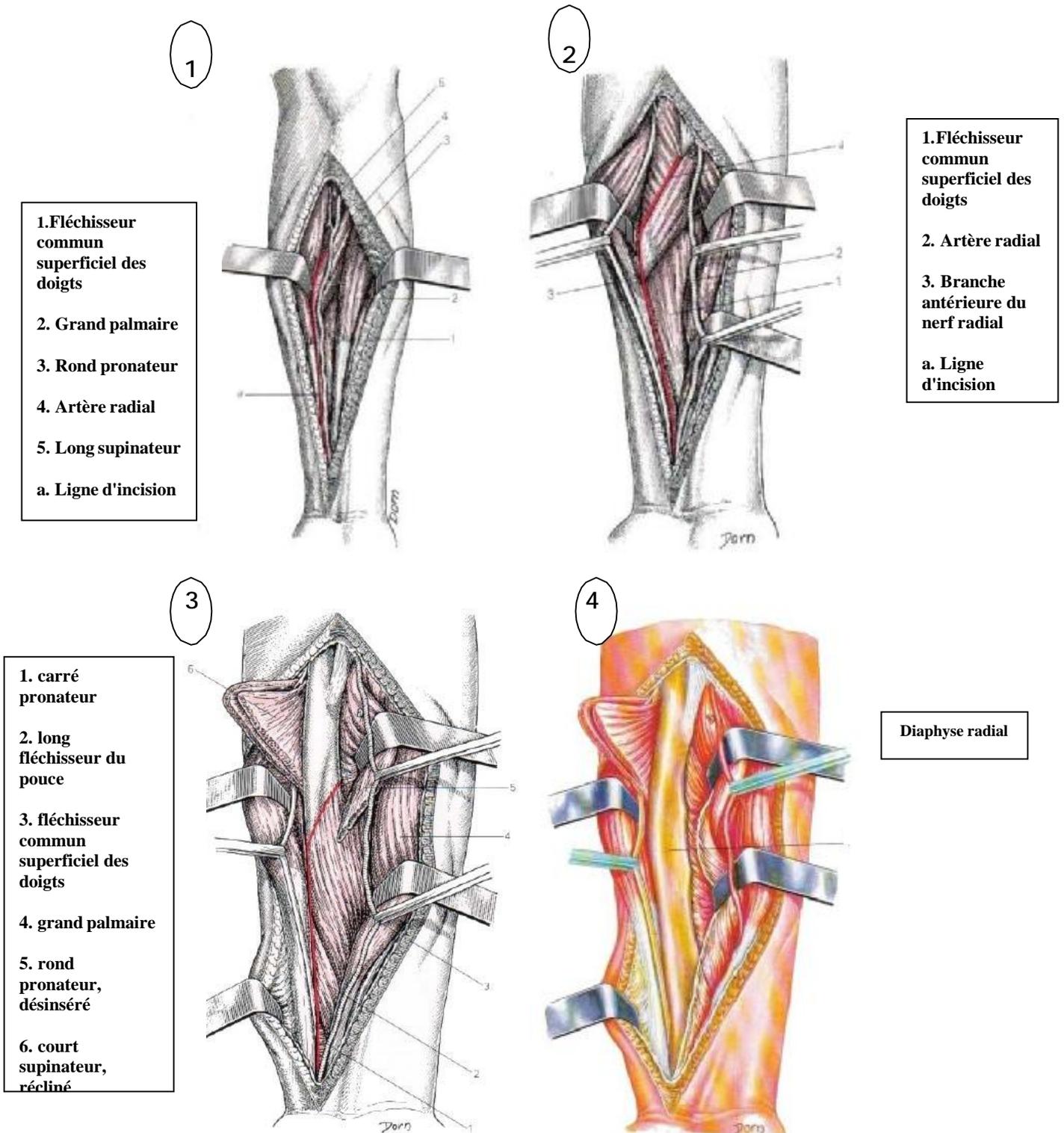


Figure n°33: voie d'abord antérieure d'Henry. Exposition



Figure n34 : Voie antérieure de Henry (54).

## v Voie externe de Thompson (55,56) : (fig.35)

L'incision cutanée commence au niveau de l'épicondyle et suit de façon arciforme le bord externe de l'avant-bras pour se diriger vers la styloïde radiale. L'abord du radius se fait par sa face externe qui est de forme courbe, ainsi l'opérateur est amené à mettre en place une plaque 1/3 de tube qui procure au niveau du radius une ostéosynthèse peu stable.

Mais cette voie présente plusieurs inconvénients parmi lesquels :

- Les lésions de la branche sensitive du nerf radial.
- La fragilité du montage.

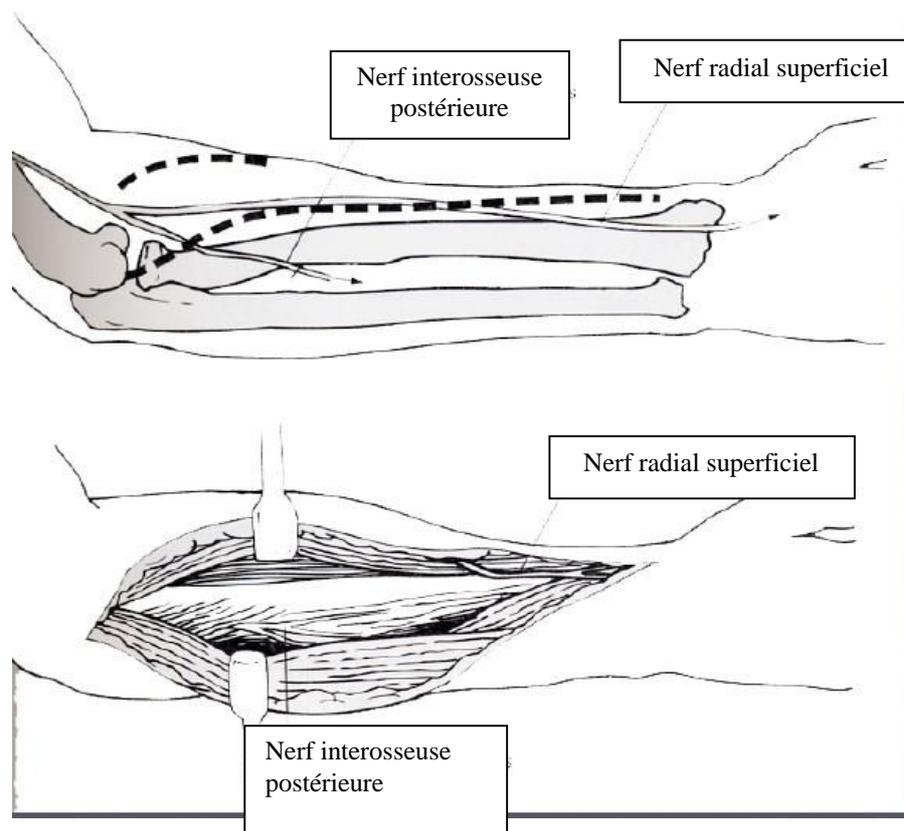


Figure n°35: Voie d'abord postérieure de Thompson pour le Radius.

**b. Abord du foyer cubital: (fig.36)**

Dans notre étude, le cubitus a été abordé par voie postéro-interne directement en regard de la crête cubitale, c'est la voie la plus couramment utilisée dans la littérature (26,32,54,57).

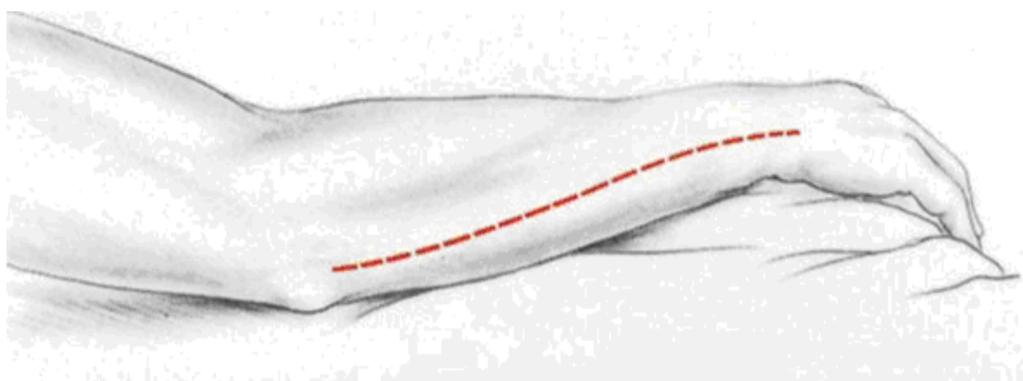


Figure n°36.a : Voie d'abord postéro-interne pour l'ulna



Figure n°36.b : Voie d'abord postéro-interne pour l'ulna (54)

## 2-2 Moyens d'ostéosynthèse

Différents moyens d'ostéosynthèse peuvent être utilisés :

### a. Plaque vissée :

L'ostéosynthèse par plaque vissée des fractures de l'avant-bras est à l'heure actuelle une technique fiable qui n'est plus guère discutée (46) (fig.38,39,40).

L'ensemble des auteurs s'accorde pour préconiser cette ostéosynthèse (9,45,49,53).

Elle permet une fixation interne rigide et anatomique des fragments osseux autorisant une mobilisation précoce.

Les plaques étroites et les plaques demi-tube laissent de plus en plus leur place aux plaques à compression dynamique (DCP) (fig.37) introduites sur le marché depuis 1980 (12).

Ces plaques D.C.P représentent les avantages suivants (12) :

- La possibilité d'être implantées dans pratiquement tous les types de fractures de l'avant-bras quelque soit le morphotype du blessé.
- L'avantage de permettre une compression axiale efficace.
- Son volume réduit lui confère moins de rigidité permettant d'éviter les fractures itératives après AMO.
- La longueur de la plaque plus courte qu'une plaque étroite à 6 trous.

Des règles strictes doivent toutefois être respectées pour réaliser une remise en charge précoce (58) :

- Trois vis bloquées doivent être mises en place de part et d'autre du foyer de fracture (fig.40). Sur la partie proximale du montage, la dernière vis peut être unicorticale afin d'éviter un effet de stress à la jonction os/plaque; simple, les vis doivent se situer à distance du foyer de fracture pour éviter la concentration des contraintes et la fracture de la plaque ;

- Une plaque longue en titane doit être utilisée préférentiellement à une plaque courte en acier ; les propriétés d'élasticité du titane permettent une déformation réversible lors de la mise en charge ce qui favorise également la consolidation (59) ;
- Il faut éviter, si possible, de mettre des vis bloquées dans chaque orifice de la plaque, ce qui aboutirait à un montage trop rigide avec risque de fracture de la plaque. Il faut au contraire laisser un orifice libre entre chaque vis bloquée pour une répartition plus harmonieuse des contraintes ;

La synthèse par plaque vissée a été réalisée chez 69 de nos patients, soit 88%.

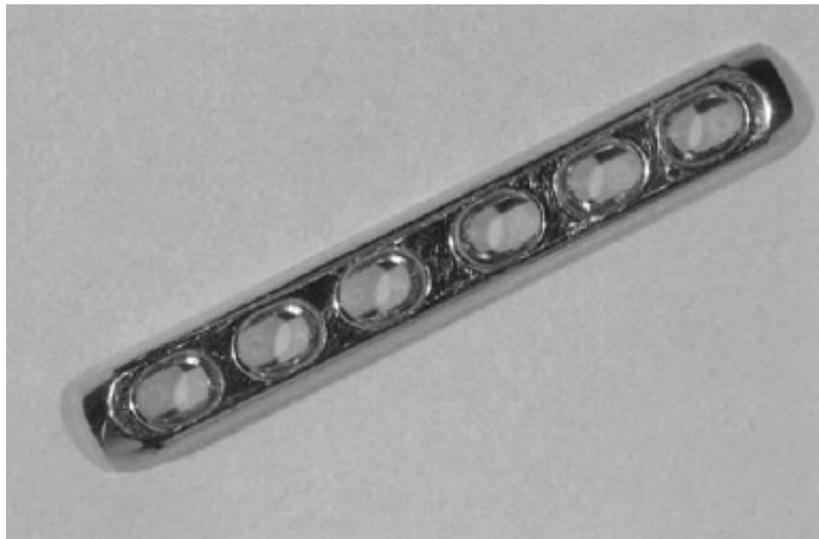


Figure n°37 : plaque dynamique de compression (DCP)

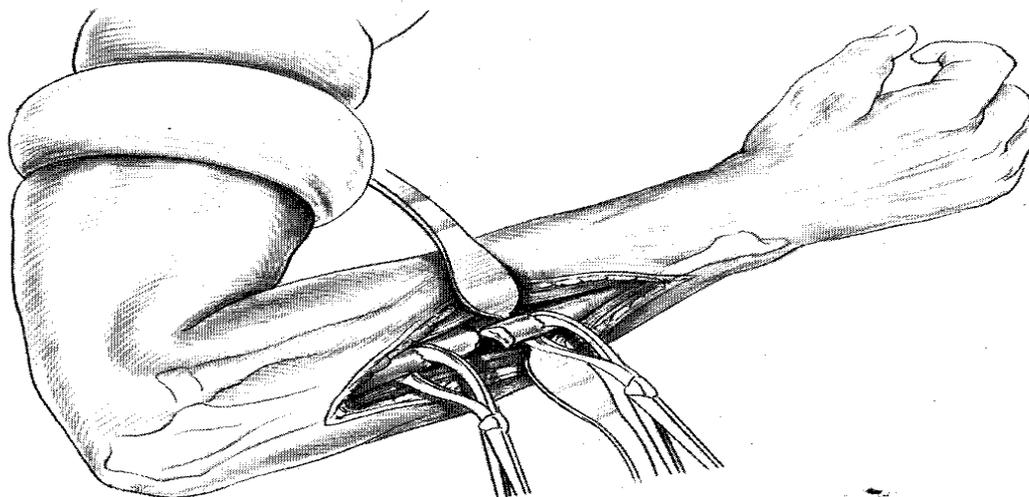


Figure n°38: Mise en place d'une plaque vissée pour l'ulna.

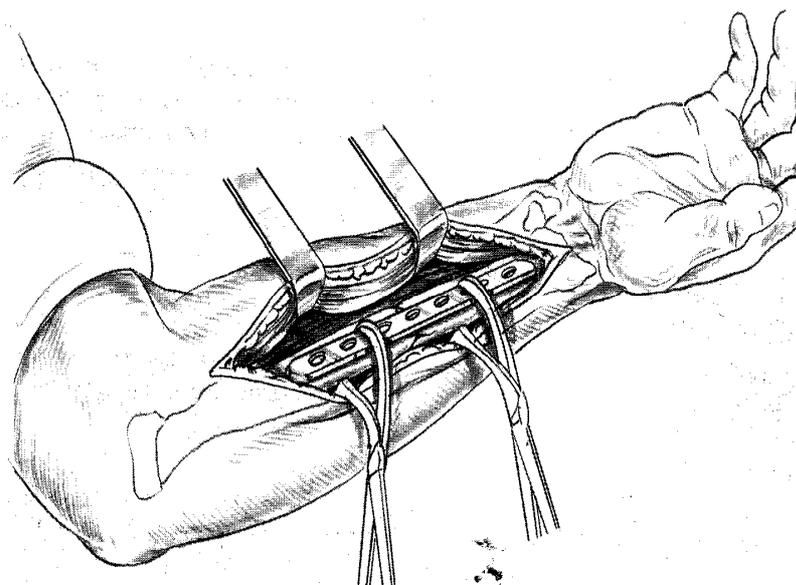


Figure n°39: Position de la plaque sur le bord antérieur de la diaphyse radiale

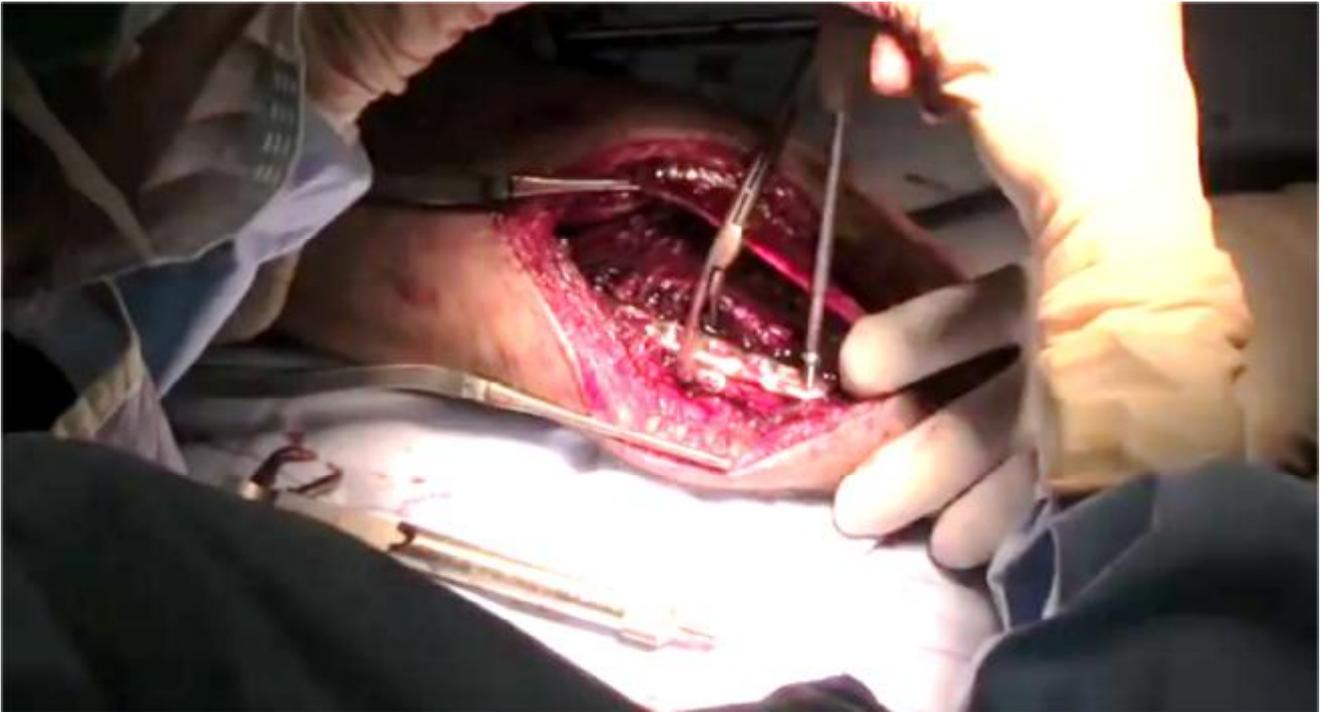


Figure n°40 : Ostéosynthèse par plaque vissée (54).

### b. Embrochage centro-médullaire (60,61) :

L'embrochage à foyer fermé est une technique d'ostéosynthèse peu agressive respectant au maximum les processus physiologiques de la consolidation osseuse en préservant l'intégrité du périoste et sa vascularisation.

Cette technique présente plusieurs avantages :

- La raçon cicatricielle est minime.
- L'ablation des broches est simple.
- La consolidation est plus rapide.

En revanche son indication est limitée car il a des inconvénients parmi lesquels nous citons :

- L'instabilité rotatoire.
- Pseudarthrose et cals vicieux par les mouvements de rotation résiduels.
- Migration des broches pouvant léser les éléments nobles.
- Risque de lésion des tendons ou des éléments vasculo-nerveux lors de l'introduction des broches.
- Elles peuvent survenir lors de la réduction, qui, étant parfois impossible, justifie un court abord chirurgical en regard de l'un ou de l'autre foyer de fracture, voire exceptionnellement des deux, pour guider "à vue" la broche centromédullaire.

Cependant, c'est une technique qui trouve son intérêt dans les fractures des deux os de l'avant-bras chez l'enfant, en étant une méthode non traumatisante sans retentissement sur la croissance.

L'embrochage centro-médullaire a été utilisé chez 8 patients de notre série, soit 10%.

### C. Fixateur externe (49,62) :

Classiquement indiqué pour fixer les fractures ouvertes ou celles avec perte de substance cutanée, ainsi que pour les fractures comminutives ou avec perte de substance osseuse, le fixateur externe présente comme avantages :

- ü Un risque moindre d'infection.
- ü Son apparente facilité de mise en place en cas de traumatisme complexe.
- ü Accès facile aux soins cutanés.
- ü Mobilisation précoce des articulations adjacentes.

Mais les inconvénients de la fixation externe en limitent l'usage :

- ü Matériel lourd.
- ü Risque de lésions vasculaires et nerveuses par les fiches.
- ü L'infection cutanée autour des fiches.
- ü Conflits entre tendons, muscles et fiches limitent la mobilisation ; source de raideur.
- ü Enfin, risque d'atteinte de la membrane interosseuse par des fiches trop longues à l'origine de synostose.

Le fixateur externe a été utilisé chez un patient de notre série.

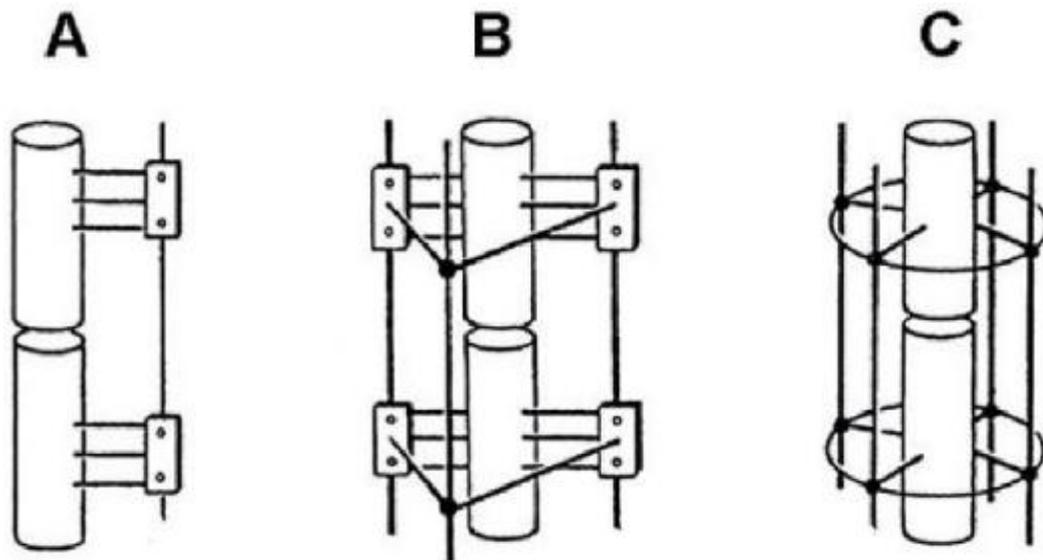


Figure n°41 : Les différents types de fixateur externe. En A, fixateur de type monoaxial. En B, fixateur en cadre de type Hofmann. En C, fixateur périphérique de type Ilizarov.

#### d. Enclouage centro-médullaire (60):

Actuellement plusieurs auteurs essayent l'enclouage centro-médullaire sur le cubitus avec des montages statiques et dynamiques avec ou sans alésage.

Les indications idéales sont les fractures comminutives et les pseudarthroses sur plaque vissée.



Figure n°42 : Enclouage centromédullaire de l'ulna (60)

### 3. Traitements associés :

#### 3-1 Greffe osseuse :

La greffe osseuse peut être utilisée pour les fractures comminutives avec perte de substance osseuse (PSO).

Masqelet et al rapporte les recommandations suivantes (63) :

- Le raccourcissement n'est pas indiqué;
- Les PSO inférieures à 2 cm relèvent d'une greffe d'interposition monobloc;
- Pour des PSO comprises entre 2 et 5 cm, on s'orientera vers la technique de la membrane induite;

- Les grandes PSO supérieures à 5 cm seront du domaine de la technique de la membrane induite, d'un transferts osseux libres vascularisés (64,65) ou parfois même d'indications exceptionnelles comme le « one bone forearm » (66).

### 3-2 Immobilisation postopératoire :

Le protocole postopératoire reste controversé sur l'apport possible d'une immobilisation plâtrée après ostéosynthèse. Si au début les auteurs préconisent l'immobilisation postopératoire en cas de fracture moyennement stabilisée (31) (fracture comminutive ou à 3<sup>ème</sup> fragment) ;

Actuellement la mobilisation précoce est de règle pour éviter tout risque de raideur (10,26,32).

Dans notre étude, l'immobilisation postopératoire a été réalisée chez la majorité de nos patient par une attelle plâtré brachio-anté-brachio-palmaire, sauf les cinq patients présentant la fracture luxation de Galeazzi ont été immobilisée par un plâtre circulaire dans un but de bloquer temporairement la pronosupination afin de maintenir la réduction de la luxation ulno-radiale inférieure.

### 3-3 Rééducation :

Dès l'ablation des drains, une rééducation douce progressive et continue doit être entreprise. La plupart des auteurs recommandent la rééducation immédiate avec mobilisation des doigts, du poignet et du coude (9,10,26,31,49,53).

Parmi ses avantages, elle permet de :

- Eviter la raideur du poignet et du coude.
- Minimise l'œdème postopératoire.
- Eviter l'atrophie des muscles de l'avant-bras.

#### 4. Traitement des cas particuliers :

##### 4.1 Fractures ouvertes :

Elles représentent une urgence, nécessitant une prise en charge initiale pour prévenir l'infection par un parage soigneux et une antibioprophylaxie ; ainsi qu'une prophylaxie antitétanique.

La fixation osseuse interne est préconisée dans les fractures types I et II peu souillées pour un risque moindre d'infection (62).

Le fixateur externe trouve son indication dans :

- ü Les fractures ouvertes avec perte de substance cutanée.
- ü Les fractures comminutives ou fracture avec perte de substance osseuse (62). Il a l'avantage de présenter un risque moindre d'infection, une accessibilité facile aux soins locaux.

##### 4.2 Fracture-luxation de Monteggia

Exige en plus de l'ostéosynthèse de la fracture cubitale une réduction de la tête radiale. Cette réduction se fait soit à foyer fermé ou à foyer ouvert. Les bons résultats après réduction s'observent plus pour le type I que pour le type II et III.

La réduction de la tête radiale se fait automatiquement après synthèse du cubitus dans la plupart des cas.

##### 4.3 Fracture-luxation de Galeazzi

Elle nécessite en plus de l'ostéosynthèse du radius une réduction anatomique de la luxation radio-cubitale inférieure avec soit une immobilisation de l'avant-bras en supination complète pendant 6-8 semaines, ou une fixation interne temporaire de l'articulation radio- cubitale inférieure par une broche de Kirshner pendant 3 à 4 semaines (67,68,69).

#### 4.4 Fracture comminutive

Deux problèmes se posent lorsque le foyer est comminutif :

- La restauration de la longueur et des courbures physiologiques.
- La consolidation.

L'addition de greffons osseux est systématique dès que la comminution est supérieure au tiers de la circonférence de l'os (42).

## VI.EVOLUTION ET COMPLICATIONS :

### 1. Discussion des résultats thérapeutiques

#### 1-1 Résultats fonctionnels :

L'objectif final de tout traitement est la récupération d'une fonction normale du membre, ceci est fait par l'évaluation de la prono-supination. Les résultats fonctionnels sont influencés par le retard de prise en charge et de la rééducation.

Le taux des résultats excellents et bons dépasse 80% dans les séries de la littérature.

Dans notre série, nous avons 93.2% de bons et d'excellents résultats sur les 15 patients revus sur 78 cas.

Tableau XX : Etude comparative avec la littérature du résultat fonctionnel.

Auteur	Années	Nombre de cas	Résultats bon et excellent (%)
GRACE (26)	1980	64	80
CHAPMAN (10)	1989	87	91
MC MAHON (45)	1989	49	90
CHAKIB (27)	1998	130	90,5
SARAGAGLIA (12)	1991	207	94,5
MATEJEIE (14)	2000	331	78
ARRAS (16)	2002	92	82,1
WANG (17)	2003	25	92
LEUNG (18)	2006	32	89
OUAYA (19)	2007	54	77,78
OZKAYA (20)	2009	22	81,8
DOS REIS (21)	2009	31	93,5
KLOEN (22)	2010	47	79
BOT (23)	2011	71	97
AYDIN (25)	2013	34	97
Notre série	2017	15	93.2

## 1-2 Résultats anatomiques

### **a.** Consolidation :

Sa définition est beaucoup moins précise, étant donné l'absence de méthode objective quantitative pour mesurer l'évolution du cal, il a été convenu de se référer au critère radiologique de la consolidation qui est le cal périosté portant le foyer de fracture.

En générale, pour un os cortical comme les diaphyses de l'ulna et radius, elle est acquise à partir de 90 jours chez l'adulte.

### **b.** Délai moyen de consolidation :

Le temps de consolidation est défini comme étant le délai entre la fixation et la première évidence radiologique de guérison.

Le délai moyen de consolidation varie entre 12 et 13 semaines selon les séries.

Tableau XXI : Etude comparative avec la littérature selon le délai moyen de consolidation

Auteurs	Années	Nombre de cas	Délai moyen en semaine
CHAPMAN (10)	1989	87	12
SARAGAGLIA (12)	1991	207	13
MATEJFIF (14)	2000	331	9
CHAFAOI (15)	2001	70	13.6
ARRAS (16)	2002	92	13.5
WANG (17)	2003	25	12.8
LEUNG (18)	2006	32	20
OZKAYA (20)	2009	22	14
DOS REIS (21)	2009	31	12.5
KLOEN (22)	2010	47	13
AYDIN (25)	2013	34	11
Notre série	2017	78	13

### 1-3 Evaluation des résultats

Nous avons adopté la méthode de cotation des résultats préconisés par d'Oestern et Tscherné (6). C'est une méthode intéressante et complète permettant une évaluation des résultats finaux en fonction :

- √ Des critères cliniques :
  - Subjectifs : douleur, gêne au mouvement.
  - Objectifs : mobilité du membre.
- √ Des critères radiologiques :
  - Consolidation osseuse.
  - Les résultats déterminés pour 15 patients ont été excellents ou bons dans 93.2% des cas.
- √ Thérapeutique
  - En fonction du type d'ostéosynthèse (plaque vissée type DCP)

Tableau XXII : Comparaison entre résultats du traitement par plaques vissées de notre série et celle de la littérature

Séries	Années	Nbr de cas	Résultats (%)			
			Excellents	Bons	Moyens	Pauvres
GRACE (26)	1980	64	80		10,5	9,3
MOED (29)	1986	50	59,6	10,5	5,2	7
JONES (28)	1995	18	22	44	22	11
ARRAS (16)	2002	92	44,4	21	28,4	6,2
LEUNG (18)	2006	32	33	56	44	0
OUAYA (19)	2007	54	63,04	15,22	15,22	6,52
OZKAYA (20)	2009	22	63,6	18,2	18,2	0
Notre série	2017	15	80	6.6	6.6	6.6

Nos résultats concordent avec ceux de la littérature et nous concluons que la plaque vissée type DCP donne de bons résultats dans le traitement des fractures des deux os de l'avant- bras.

## 2. Complications:

### 2-1 Complications précoces :

#### a. Complications vasculaires :

Les lésions vasculaires des fractures des deux os de l'avant-bras sont exceptionnelles, se voient en cas de fractures ouvertes ou complexes (31).

Aucune atteinte vasculaire n'a été notée pour HADDEN (9) et GRACE (26), alors que CHAPMAN (10) rapporte deux cas d'atteinte vasculaire dans sa série de 87 cas.

Dans notre série nous n'avons noté aucune lésion vasculaire

#### b. Complications nerveuses

Elles intéressent surtout le nerf radial, soit sa branche antérieure, sensitive ou postérieure motrice. Ces lésions, dont le diagnostic en urgence est difficile, semblent souvent liées à l'abord chirurgical du radius. La prévention va être essentiellement opératoire avec dissection systématique des éléments vasculo-nerveux (27,49).

Dans notre série, nous n'avons aucune lésion nerveuse iatrogène.

Tableau XXIII : Etude comparative avec la littérature des lésions nerveuses iatrogènes.

Auteurs	Années	Nombre de cas	Nombre de lésions nerveuses radiales iatrogènes (%)
CHAPMAN (10)	1989	87	1
STERN (13)	1993	64	0
CHAKIB (27)	1998	130	0
MATEJEIE (14)	2000	331	0
ARRAS (16)	2002	92	2
CHAFAQI (15)	2001	70	3
WANG (17)	2003	25	0
LEUNG (18)	2006	32	0
OUAYA (19)	2007	54	0
DOS REIS (21)	2009	31	0
KLOEN (22)	2010	47	0
AYDIN (25)	2013	34	0
Notre série	2017	15	0

c. Infection postopératoire :

Le sepsis postopératoire est une complication redoutable pouvant entraver la consolidation et par conséquent le pronostic fonctionnel de ces fractures (70).

Le taux de sepsis est supérieur à 2,3% dans les séries de la littérature. Alors que nous n'avons noté aucun cas parmi nos patients.

Tableau XXIV: Etude comparative avec la littérature des complications infectieuses

Auteurs	Années	Nombre de cas	Complications septiques (%)
TEIPNER (32)	1980	55	5,4
HADDEN (9)	1984	66	7
CHAPMAN (10)	1989	87	2,3
SARAGAGLIA (12) (	1991	207	2,5
CHAKIB (27)	1998	130	3
MATEJEIE (14)	2000	244	2,8
ARRAS (16)	2002	92	7,6
WANG (17)	2003	25	0
LEUNG (18)	2006	32	3,1
OUAYA (19)	2007	54	0
OZKAYA (20)	2009	22	13,6
DOS REIS (21)	2009	31	6,5
BOT (23)	2011	71	7
HENLE (24)	2011	35	2,8
AYDIN (25)	2013	34	0
Notre série	2017	15	0

#### d. Syndrome de Wolkman (71) :

C'est la rétraction ischémique des muscles fléchisseurs des doigts et du poignet, associé à une paralysie plus ou moins complète de la musculature extrinsèque et intrinsèque de la main, le syndrome de Wolkman est dû à une occlusion vasculaire au niveau de l'avant-bras ou du coude. Il se caractérise par deux phases:

- ü Phase de début: caractérisée par la triade classique qui associe un syndrome douloureux intense, un aspect inflammatoire localisé, et des troubles moteurs et neurologiques
- ü Phase d'état: pronation de l'avant-bras, flexion du poignet, extension métacarpo- phalangienne et la flexion des doigts.

Mais il doit être diagnostiqué d'urgence devant les premiers symptômes : gêne douloureuse à l'extension des doigts fléchis et la tension des loges, dont une apponervectomie de la surface interne de la l'avant-bras avec décompression du canal carpien doit être pratiquée pour empêcher le développement de la contracture. Cette procédure permet de protéger le patient contre l'invalidité.

BAUER (11) rapporte un seul cas (0,6%) dans sa série de 167 cas, alors que nous n'avons noté aucun cas parmi nos patients.

### 2-2 Complications tardives

#### a. Pseudarthrose :

La pseudarthrose est définie par la non obtention de la consolidation après 6 mois.

Cliniquement, elle se manifeste par des douleurs à la mobilisation. La radiologie vient confirmer le diagnostic en montrant la persistance du foyer de fracture (l'écart interfragmentaire).

La pseudarthrose reste la complication la plus fréquente des fractures des

deux os de l'avant-bras, elle semble liée à plusieurs facteurs (31,49,72) :

- ü La complexité du trait de fracture.
- ü Le type de matériel de synthèse utilisés : fixateur externe, embrochage centro- médullaire.
- ü La technique de synthèse avec l'utilisation de plaques courtes peu rigides et d'un nombre insuffisant des prises bicorticales (49,53).
- ü Généraux : l'âge, l'alimentation, le diabète, l'ostéoporose, la masse musculaire, le tabagisme et l'alcool (73)

La prévention sera réalisée par l'utilisation des plaques suffisamment longues et rigides et par l'immobilisation plâtrée après un premier temps de rééducation de la pronosupination (31).

STERN (12) et CADOT (49) préconisent l'adjonction de greffons osseux spongieux en cas de fractures comminutives avec perte de substance osseuse.

Tableau XXV: Taux de pseudarthrose dans la littérature

Auteurs	Années	Nombre de cas	Pseudarthrose (%)
HADDEN (9)	1984	66	4
CHAPMAN (10)	1989	87	1.5
BAUER (11)	1991	167	9
DUNCAN (30)	1992	69	1.5
MATEJEIE (14)	2000	244	3.9
ARRAS (16)	2002	92	4.76
LEUNG (18)	2006	32	0
OUAYA (19)	2007	54	0
OZKAYA (20)	2009	22	0
HENLE (24)	2011	35	5.7
AYDIN (25)	2013	34	0
Notre serie	2017	15	6.6

Dans notre étude on a eu des résultats qui rejoignent ceux obtenus par HENLE

### b. Synostose radio-cubitale (Fig.43)

Elle se définit par l'existence de ponts osseux entre le radius et le cubitus qui bloquent la prono-supination ce qui aggrave sévèrement le pronostic fonctionnel de l'avant-bras.

Parmi les facteurs mis en cause dans sa genèse (9,31,74) :

- Siège de la fracture (fracture des deux os au même niveau) et les lésions de la membrane interosseuse déchirée par le déplacement osseux.
- Certains types de fracture (fracture de Monteggia).
- Existence d'un traumatisme crânien associé.
- Erreur technique de l'ostéosynthèse par plaques (31) :
  - ü Exposition trop délabrant du foyer de fracture.
  - ü Passage de mèches trop longues.
  - ü Mise en place de vis trop longues.

Leur traitement est difficile et aléatoire du fait de leur caractère récidivant (75), il doit être réalisé après contrôle scintigraphique montrant la maturation de l'ossification.

Certains auteurs comme CULLEN (50) et ABRAMS (76) utilisent la radiothérapie anti-inflammatoire après résection des ossifications, tandis que d'autres, interposent entre les deux os des lambeaux de muscles, de graisse libre ou du silastic (43,77).

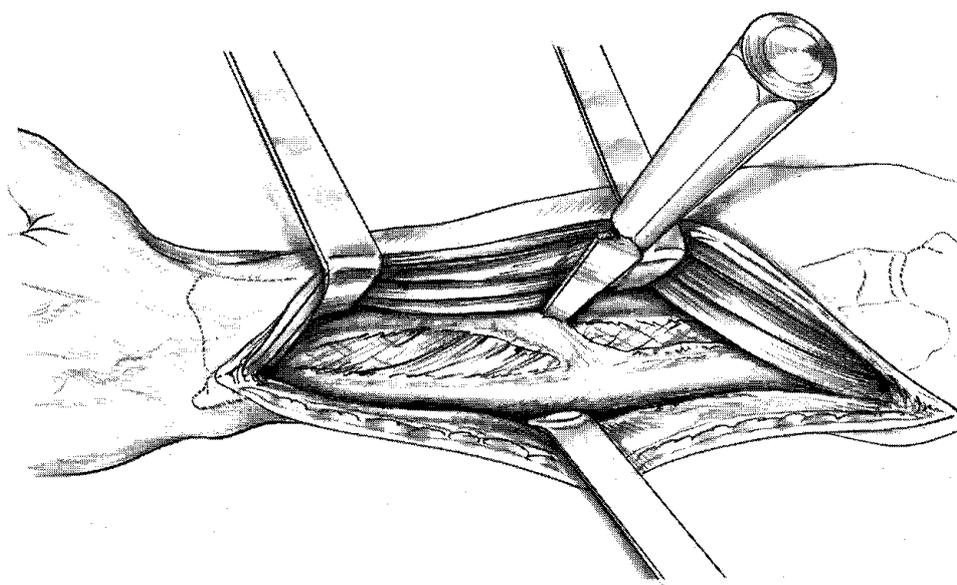


Figure n°43 : Résection d'une synostose médiadiaphysaire. Résection en bloc en extrapériosté emportant la synostose et la membrane interosseuse avoisinante

Tableau XXVI: Etude comparative avec la littérature des synostoses radio-cubitales

Auteurs	Années	Nombre de cas	Synostose radio-cubitale (%)
CHAPMAN (10)	1989	87	1,1
CONDAMINE (31)	1989	87	2,
STERN (13)	1993	64	9,4
CHAKIB (27)	1998	130	0,9
MATEJEIE (14)	2000	244	3,9
ARRAS (16)	2002	92	2,4
LEUNG (18)	2006	32	0
HENLE (24)	2011	35	0
AYDIN (25)	2013	34	0
Notre série	2017	15	6.6

c. Cal vicieux :

De plus en plus rare avec l'adoption des plaques de synthèse, il reste aussi possible avec le fixateur externe (31).

Le traitement du cal vicieux repose sur :

- L'abord du cal et la décortication ostéopériostique.
- Ostéotomie correctrice du cal.
- Suivie d'ostéosynthèse solide.

La rééducation postopératoire doit être précoce et prolongée.

d. Fractures itératives :

Ce sont des fractures qui surviennent après consolidation et qui présentent de ce fait les caractères cliniques d'une fracture pathologique.

Parmi les causes incriminées, on cite :

- Un délai insuffisamment respecté entre la synthèse et l'ablation du matériel (77).
- Infection.
- Mauvaise compression ou réduction des fractures comminutives (79).

§ Tableau XXVII : Taux de fracture itérative dans la littérature

Auteurs	Années	Nombre de cas	Fracture itérative (%)
LEUNG (18)	2006	32	6,25
OZKAYA (20)	2009	22	0
BOT (23)	2011	71	7
HENLE (24)	2011	35	2,8
AYDIN (25)	2013	34	0
Notre série	2017	15	6.6

On note que notre résultat concorde avec celle de la littérature.

# CONCLUSION

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras affectent le segment antébrachial, support de la pronosupination et de la préhension. Ces fractures touchent surtout la tranche jeune et active de la population.

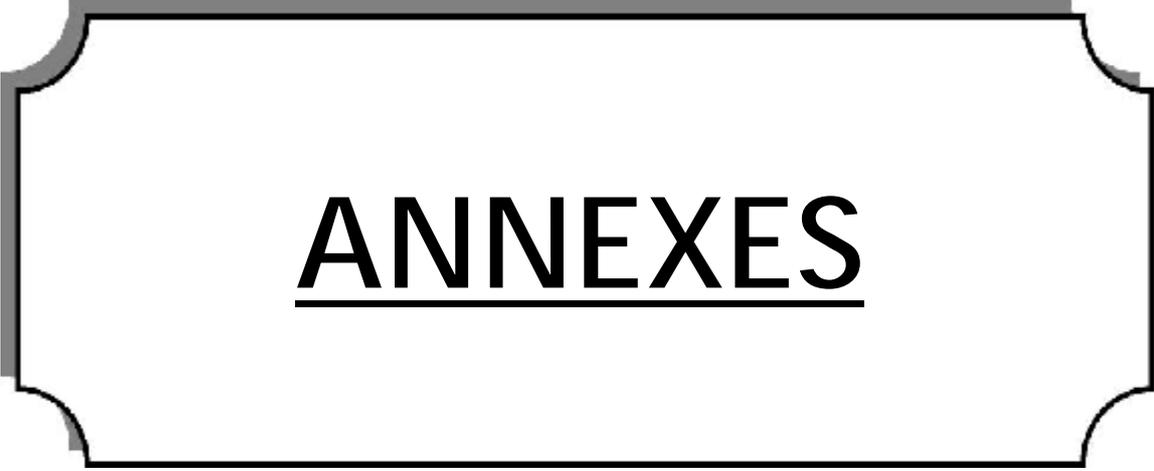
Leur taux augmente avec l'accroissement des accidents de la voie publique, d'où l'intérêt de la prévention.

En cas de fracture isolée du radius ou de cubitus, il faut systématiquement faire un examen des articulations radio-cubitales supérieures et inférieures à fin détecter des éventuelle lésions.

L'ostéosynthèse interne par plaque visée reste la méthode de choix. Elle permet une fixation interne et rigide, une mobilisation précoce et amène à la consolidation.

La rééducation précoce et prolongée, complément thérapeutique indispensable, pour la récupération fonctionnelle de l'avant-bras.

La pseudarthrose et la synostose radio-cubitale restent les complications les plus souvent rencontrées et les plus redoutables de ces fractures.



**ANNEXES**

## Annexe 1 :

### FICHE D'EXPLOITATION DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES DES DEUX OS DE L'AVANT BRAS

- ✓** identité  
 Ø Nom /prénom. - Num de dossier :  
 Ø Age.  
 Ø Sexe :  
     - Masculin.   
     - Féminin.   
 Ø Profession :  
 Ø Numéro d'entré :  
**✓** Motif de consultation :  
**✓** Antécédents :  
 Ø Médicaux.  
 Ø Chirurgicaux.  
 Toxique : - Tabagisme Oui  Non  - Autre :  
**✓** Traumatisme:  
 Ø Délai de consultation.  
 Ø circonstance du traumatisme.  
 o AVP oui  non   
 o Chute sur l'avant bras : oui  non   
 o Agression : oui  non   
 o Manœuvre de défense : oui  non   
 o Chute sur la main oui  non   
 o Autres : non  oui :.....  
 Ø type de traumatisme : O Fermé :  o ouvert :   
 Ø mécanisme du traumatisme : -direct - indirect  -indéterminé   
 Ø Contexte traumatique :  
     - Traumatisme isolé  - Polytraumatisé   
 Ø Côté atteint: - Droit  - Gauche  - Bilatéral   
 Ø Traumatismes associés.  
     - Trauma crânien - Trauma abdominal - Trauma thoracique - Fractures associées:  
**✓** Etude clinique :  
 Ø Signe généraux :  
 Ø Signes fonctionnels : - Douleur  - Impotence fonctionnelle  - Autres signes :.....  
 Ø Signes physiques :  
     - Attitude du traumatisé du membre supérieur   
     - Œdème   
     - Déformation   
     - pronation conservé oui  non   
     - supination conservé oui  non   
     - Ouverture cutanée oui  non   
 O Cauchoix et Duparck: I:  II:  III:   
     - Lésion vasculo-nerveuse: O Vasculaire  O Nerveuse   
     - Autres signes :

✓ Etude radiologique :

Ø Rx standard de l'avant bras :

- Face : oui  non  - Profil : oui  non  - 3/4 : oui  non

Ø Rx du coude: oui  non

Ø Rx de poignet: oui  non

Ø Description de la fracture:

Os fracturé : Fracture des deux os de l'avant-bras  Fracture du radius seul

Fracture du cubitus seul

- Siège diaphysaire : 1/3 supérieur  1/3 moyen  1/3 inférieur

Type du trait : Transversal  Oblique courte  Oblique longue

Spiroïdes  A troisième fragment  Comminutive

Classification AO :

luxation : Monteggia  Galeazzi

✓ Traitement.

Ø Délai opératoire : ->6h  -<6h

Ø Type d'anesthésie : -AG  -ALR

Ø Voie d'abord :

- Ulna : O Voie postérieure  O Voie interne  O Voie dorso-interne

- Radius : O Voie de Henry  O Voie de Thompson

Ø Techniques chirurgicales :

- Ostéosynthèse interne : oui  non

o Embrochage : oui  non

o Plaque vissée : oui  non

1/3 tube oui  non

Radius spéciale oui  non

- Ostéosynthèse externe : oui  non

o Fixateur externe : oui  non

Ø Radiographie de contrôle: - Satisfaisante  - Non satisfaisante

Ø Soins postopératoires:

Ø Traitements associées : - immobilisation : O type : O durée / - rééducation : O type O durée

✓ Evolution :

Ø Simples

Ø Complications :

o Complication per opératoire : Hémorragie  Autre :

o Complication précoces : Infection  Syndrome de Wolkman  Phlyctène

Désunion des sutures  Autres :

o Complication tardives : Infection  Déplacement secondaire  Pseudarthrose

Cals vicieux  Synostose radio-ulnaire

Démontage du matériel d'ostéosynthèse  Sd algodystrophique

✓ RESULTATS :

Ø Recul :

Ø Critères d'évaluation selon d'Oestern et Tscherne :

- Douleur oui  non  - Fonction oui  non

- Consolidation oui  non  - Mobilité : coude:..... Poignet:.....

Ø Résultats :

- Résultats globaux : Excellent  Bien  Moyen  Pauvre

- Résultats en fonction du traitement : Excellent  Bien  Moyen  Pauvre

## Annexe 2:

### Classification de Cauchoix et Duparc

La classification de Cauchoix et Duparc complétée par la classification de Gustillo pour préciser l'importance de l'ouverture cutanée, 3 types de lésions peuvent être observées :

#### Type I

Ouverture cutanée inférieure à 1 cm. Généralement l'ouverture se fait de l'intérieur vers l'extérieur. Il existe une petite lésion des parties molles. La fracture est souvent simple, transverse ou oblique courte avec petite comminution.

#### Type II

Ouverture supérieure à 1 cm sans délabrement important ni perte de substance ni avulsion. Il existe une légère comminution et une contamination modérée.

#### Type III

Délabrement cutané-musculaire, lésion vasculo-nerveuse, contamination bactérienne majeure :

##### III A

La couverture du foyer de fracture par les parties molles est convenable malgré la dilacération extensive. Il existe une comminution importante de la fracture sans tenir compte de la taille de la plaie.

##### III B

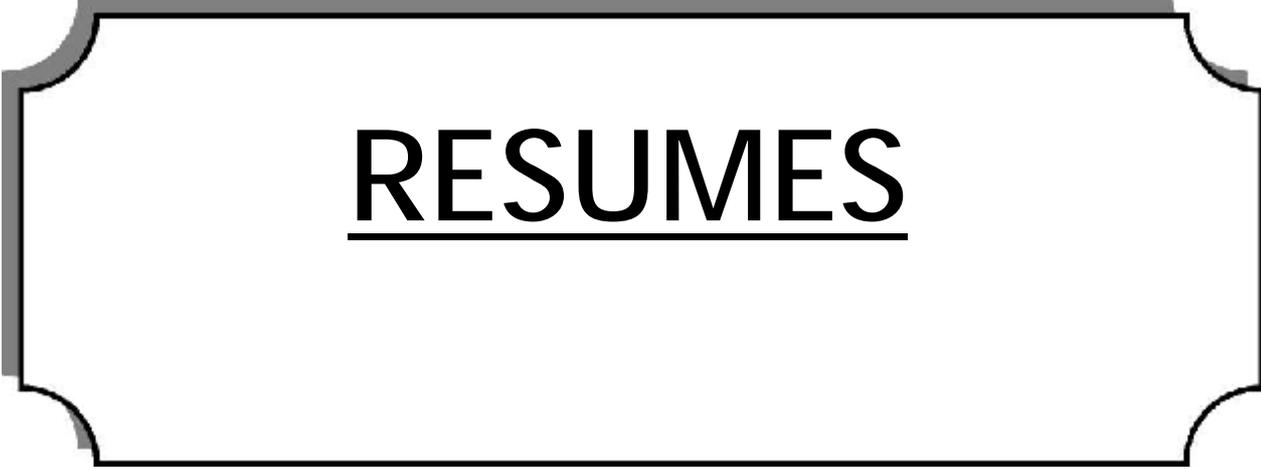
La fracture ouverte est associée à une lésion extensive ou à une perte de substance des parties molles avec stripping du périoste et exposition de l'os avec contamination massive et comminution très importante due au traumatisme à haute énergie. Après parage et lavage, l'os reste exposé et il est nécessaire de recourir à un lambeau de voisinage ou à un lambeau libre pour le recouvrir.

##### III C

la fracture ouverte est associée à une lésion artérielle qui nécessite une réparation, mise à part le degré important des dégâts des parties molles

Annexe 3 :**CLASSIFICATION DE GUSTILLO ET ANDERSON :***Grade Description*

- I Plaie punctiforme ou linéaire, sans décollement ni contusion, suturable sans tension, de taille inférieure à 1 cm.
- II Plaie à berges contuses ou associée à un décollement ou contusion cutanée, de taille supérieure à 1 cm.
- III A Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, sans mise à nue de l'os, sans déperostage.
- III B Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, avec mise à nue de l'os, avec déperostage.
- III C Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, avec ischémie du membre.



# RESUMES

## Résumé

### Introduction :

Nous regroupons sous le nom de fracture des deux os de l'avant-bras, l'ensemble des fractures qui affectent l'un ou les deux os de l'avant-bras, dont le trait siège à hauteur de la membrane interosseuse, c'est à dire tout trait de fracture siégeant à deux centimètres sous la tubérosité bicipitale et quatre centimètres au-dessus de l'interligne radio-carpienne.

### Objectifs :

Le but de notre travail est d'évaluer nos résultats fonctionnels et radiologiques du traitement chirurgical des fractures de l'avant-bras .

### Matériels et méthodes :

Ce travail est une étude rétrospective concernant une série de 78 cas des fractures des deux os de l'avant-bras, pris en charge au service de traumatologie-orthopédie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès de janvier 2014 à décembre 2017.

### Résultats et discussion :

L'âge de nos patients variait entre 12 et 83 ans avec une moyenne d'âge de 32 ans. 66 patients étaient de sexe masculin (85%). 90% ont consulté au jour même du traumatisme. Les accidents de la voie publique constituent la cause la plus fréquente retrouvée chez 55% des patients. La fracture siégeait sur l'avant-bras gauche chez 64% des patients. 48% des traits de fractures siégeaient au niveau du tiers moyen.

16 fractures étaient ouvertes. 14 patients étaient admis pour polytraumatisme. L'ostéosynthèse a été réalisée par plaque vissée chez 69 patients, par un embrochage centromédullaire dans 8 cas, par ostéosynthèse mixte dans un cas et par fixateur externe aussi chez un seul patient. Comparé à la littérature, notre série montre la prédominance du sujet jeune masculin, due en grande partie aux accidents de la voie publique.

Le but du traitement est de restaurer l'anatomie des deux os de l'avant-bras, et de réassurer une fonction normale en restituant la courbure pronatrice du radius.

#### Conclusion :

L'ostéosynthèse par plaque vissée reste le traitement de choix qui assure des résultats satisfaisants si la rigueur dans cette technique est respectée.

## SUMMARY

### Introduction:

We group together as the fracture of the two bones of the forearm, all the fractures that affect one or both bones of the forearm, whose line sits at the height of the interosseous membrane, in other words ,any fracture line sitting two centimeters below the bicipital tuberosity and four centimeters above the radiocarpal joint.

### The aim:

The objective of this study is to analyse the epidemiological and therapeutical aspects of this fractures

### Materials and methods:

A retrospective study was performed in 78 patients with fractures of the forearm, treated at the trauma-orthopedic surgery department of the

Moulay Ismail military hospital in Meknes from January 2014 to December 2017.

### Results and discussion:

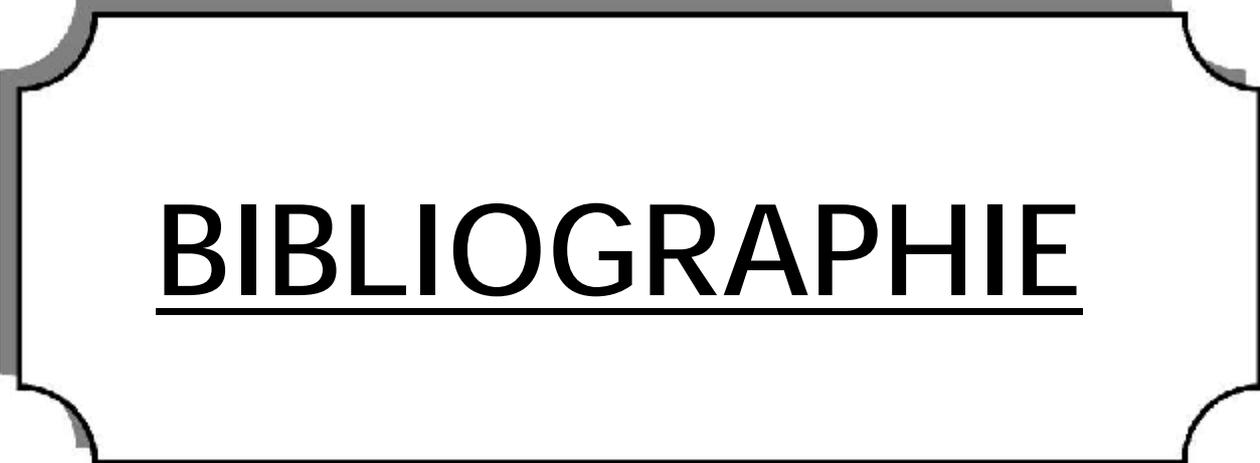
Ages ranged between 12 and 83 years with a mean age of 32 years. 66 patients were male (85%). 90% managed at the same day of trauma. traffic accidents were the most frequently circumstance found in 55% patients. The fracture was sitting on the left forearm in 64% patients. 48% of the fractures lines were located in the middle third. 16 fractures were open. 14 patients were admitted for polytrauma. Fixation was performed by plate and screw in 69 patients, by intramedullary nails in 8 cases, while,

in 1 case the mixed osteosynthesis was exercised and the external fixation was used in one patient. Compared to the literature, our series shows the predominance of young men male

Conclusion:

Osteosynthesis with plate fixation remains the treatment of choice which provides satisfactory results if a rigorous technique are respected.





# BIBLIOGRAPHIE

1. Gerard Y.  
Fracture de l'avant-bras. In: Pathologie chirurgicale. Paris: Masson, 1975: 1222-1229
2. G. OUTREQUIN.  
(Anatomie) Editions Bertrand Boutilier
3. NETTER F. H.  
ATLAS d'anatomie humaine, 3b 2ème édition MASSON, 1997.
4. El Amri H.  
Les fractures diaphysaires des deux os de l'avantbras chez l'enfant ; thèse en médecine, fes 2007 n° 213
5. Lerat J.L.  
Sémiologie traumatologie Membre supérieur. Faculté de médecine Lyon-Sud. 2002 Université PARIS-VI Pierre et Marie Curie. Faculté de Médecine Pitié-Salpêtrière
6. Oestern HJ, Tscherne H.  
Ergebnisse des A.O.Sammelstudie uber Unfallchirurg 1983 ;86 :163-142
7. Ch. Lefevre et al  
Fracture diaphysaire des deux os de l'avant-bras chez l'adulte  
Encycl Méd Chir, Appareil locomoteur, 2013, 15p; 14-044-A-10
8. Muller.ME, Nazarien S, Koch P AO classification des fractures.  
Springer-verlag, Berlin, Edition Anglaise 1990

9. Hadden Wa, Reschane R, Seggl W.  
Results of place fixation of forearm shaft fractures in adults.*Injury* 1984 ; 15B : 44-52.
10. Chapman W, Gordon JG, Zissmos AG.  
Compression plate fixation in acute fractures of the diaphyses of radius and ulna.*J Bone Joint Surg* 1989 ; 71A, 2 : 159-160.
11. Bauer G, Arand M, Mustschiler W.  
Post-traumatic radioulnar synostosis after foreman fracture osteosynthetic.  
*Arch Orthop Trauma Surg* 1991 ; 10 : 142-145.
12. Saragaglia D, Tourne Y, Carpentier E.  
L'ostéosynthèse des fractures de l'avant-bras par plaque P.C.D « petits fragments » de l'instrumentation A.O.A propos de 283 plaques vissées.*J Chir* 1991 ; 128, 1 : 3-7.
13. Stern PJ, Drury WJ.  
Complications of plate fixation of forearm fractures.*Clin Orthop* 1993, 175 : 25-29.
14. A.Matejeie et al  
Forearm shaft fractures: results of ten-year follow-up *Acta clin Croat*, Vol. 39, No. 3, 2000

15. Chafaqi H.  
Les fractures des deux os de l'avant-bras. A propos de 70 cas à l'hôpital Mohamed V d'El Jadida. *Thèse Méd Casablanca 2001, 298.*
  
16. B.Arras  
Traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant bras *These Méd Casablanca 2002, 106*
  
17. Wang JP, Chiu FY, Chen CM, Chen TH.  
Surgical treatment of open diaphyseal fractures of both the radius and ulna.  
*J Chin Med Assoc . August 2005.Vol 68. No 8*
  
18. F Leung, SP Chow.  
Locking compression plate in the treatment of forearm fractures: a prospective study *Journal of Orthopaedic Surgery 2006;14(3):291-4*
  
19. S.Ouya  
Les fractures diaphysaire des deux os de l'avant bras chez l'adulte. *Thèse Méd Rabat 2007, 166*
  
20. U.Ozkaya, A.Kilic, U.Ozdogan, K.Beng, Y.KAbukcuoglu.  
Comparison between locked intramedullary nailing and plate osteosynthesis in the management of adult forearm fractures *Acta Orthop Traumatol Turc 2009;43(1):14-20*

21. F.Dos reis,F.Faloppa,H.Fernandes,And AL  
Outcome of diaphyseal forearm fracture non-unions treated by autologous bone grafting and compression plating *Annals of Surgical Innovation and Research* 2009, 3:5
22. P.Kloen,K.J.Wiggers,G.A.Buijze  
Treatment of diaphyseal non-unions of the ulna and radius  
*Arch Orthop Trauma Surg* (2010) 130:1439–1445
23. A.Bot,N. Doornberg, and al.  
Long-Term Outcomes of Fractures of Both Bones of the Forearm *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:527-32
24. P.Henle, K.Ortlieb,K.Kuminack  
Problems of bridging plate fixation for the treatment of forearm shaft fractures with the locking compression plate. *Arch Orthop Trauma Surg* (2011) 131:85–91
25. Aydin A, Kose1 M, Topal M, Ezirmik N, ptec M.  
Clinical results of new intramedullary nails for the treatment of forearm diaphyseal fractures. *Injury, Int. J. Care Injured* 44S2 (2013) S37–S46
26. Grace TG, Eversmann WW.  
Forearm fractures, treatment by rigid fixation with early motion *J Bone Joint Surg* 1980 ; 62A : 433-438.

27. Chakib M.  
Traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant-bras. *Thèse Méd Casablanca 1998 ; 275.*
  
28. Jones D.J, Bradfor H.M, Emil H, Schemit SH, Allan F, Tencer.  
A biomechanical comparison of two methodes of fixation of fractures of the forearm. *J Orthop Traumatol 1995 ; 9, 3 : 198-206.*
  
29. Moed BR, Kellam JF, Forester RJ.  
Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. *J Bone Joint Surg 1986 ; 68A, 7 : 1008-1017.*
  
30. Duncan R, Geisslet W, Freeland AE, Savoie FH.  
Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. *J Orthop Trauma 1992 ; 6 : 25-31.*
  
31. Condamine JL.  
Fractures diaphysaires des os de l'avant-bras. *Encycl Méd Chir (Paris-France) Appareil locomoteur 1989 ; 14044A : 14p*
  
32. Teipner WA, Mast JW.  
Internal fixation of forearm fractures diaphyseal fractures, double plating versus single compressiones. *Orthop Clin North Am 1980 ; 11 : 381-391.*

33. Shuinde F, Andriane Y, Burny F.  
Treatment of forearm fractures by Hoffman external fixations. A study of 93 patients. *Clin Orthop* 1991 ; 266 : 197-204.
34. Bensiali M.  
Les fractures diaphysaires des os de l'avant-bras chez l'adulte à l'hôpital Mohamed V de Safi. *Thèse Méd Rabat* 1993 ; 123.
35. Georgiadis GM, Behrens FF, Joyce MJ, Earle AS, Simmons AL.  
Open tibial fractures with severe soft-tissue loss: limb salvage compared with below-the- knee amputation. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75:1431-1441.
36. Pollak AN, Jones AL, Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ.  
LEAP Study Group. The relationship between time to surgical debridement and incidence of infection after open highenergy lower extremity trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:7-15.
37. Zalavras, CG, Marcus RE, Levin LS, Patzakis MJ.  
Management of open fractures and subsequent complications. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:884-895.
38. Kremer K, Schumpelick N, Hierholzer G.  
Voie d'abord des parties hautes des diaphyses radiale et cubitale. *In Atlas de techniques opératoires, 1994, Edition Vigot, Paris, 479.*

39. Gustillo RB, Merkow RL, Templewend D.  
Current concepts review, the management of open fractures. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72A : 299-304
40. Paul H. Kim MD, Seth S. Leopold MD Gustilo-Anderson Classification  
*Clin Orthop Relat Res (2012) 470:3270-3274*
41. Orr HW.  
The Orr method for wounds and compound fractures *JAMA. 1942;118:917.*
42. Orr HW.  
Development of fracture surgery during the past 100 years. *Clin Orthop.* 1953;2:5-11.
43. Maempl FZ.  
Post traumatic radioulnar synostosis. *Clin Orthop* 1984 ; 186 : 182-185.
44. Nouri H.  
Traitement des fractures des deux os de l'avant-bras chez l'adulte à l'hôpital provincial de Khouribga. *Thèse Méd Casablanca 1999 ; 166.*
45. MC Mahon AJ, Wsilson N, Mambler DL.  
Compression fixation of long bone fractures : problems and pit falls revisited.  
*Injury* 1989 ; 20, 34 : 84-86.

46. Rosson JW, Shearer JR.  
Refracture after the removal of plates from the forearm. *J Bone Joint Surg* 1991 ; 73B, 3 : 415-417.
47. Brett R.  
Post traumatic radioulnar synostosis. *Clin Orthop* 1983 ; 174 : 149-159.
48. Cabrol E, Lefevre C, Lenew D, Riot O. Complications des fractures.  
*Encycl Méd Chir (Paris-France), Appareil locomoteur* 1993 ;14031A, 80 : 14p.
49. Cadot B, Asfazadourian H, Oberlin C.  
Traitement des fractures diaphysaires récentes et anciennes des os de l'avant-bras de l'adulte.  
*Encycl Méd Chir Tech Chir Orthop* 1996 ; 44342 : 17p.
50. Cullen JP, Pellegin VD, Miller.  
Treatment of traumatic radioulnar synostosis by excision and post operative low-dose radiation.  
*J Hand Surg* 1994 ; 19, 13 : 394-401.
51. Gebuhir P, Holmich P, Orsnes T.  
Isolated ulnar shaft fractures. Comparison of treatment by a functional brace and long- arm cast. *J Bone Joint Surg* 1992 ; 74B, 5 : 757-9.
52. Bado JL .  
The Monteggia lesion *Clin Orthop* 1967; 50: 71-86

53. J.Rombouts et al.  
Le traitement des fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'adulte. *Lyon Chir* 1975 ; 71, 6 : 424-433.
54. Cadot B, Oberlin C. Voies d'abord des deux os de l'avant-bras. *Encycl Méd Chir (Paris-France)* 1995 ; 44, 340 : 8p.
55. K. Tsang, D. Barlow, S. Pickard.  
Surgical approaches to forearm and wrist *Elsevier* 2012, *Orthopaedics and trauma* 26:2
56. Kremer K, Schumpelick N, Hierholzer G.  
Voie d'abord des parties hautes des diaphyses radiale et cubitale. *In Atlas de techniques opératoires*, 1994, Edition Vigot, Paris, 479.
57. Rosen H.  
Compression treatment of long pseudarthroses. *Clin Orthop* 1979 ; 138 : 154-166.
58. J.-M.Congnet, M. Altman, P. Simon. Matériel d'ostéosynthèse : vis et plaques *Elsevier Masson* 2008 ; 44-015A
59. Goodship AE, Cunningham JL, Kenwright J.  
Strain rate and timing of stimulation in mechanical modulation of fracture healing. *Clin Ortho p Relat Res* 1998 (SUPPL):S105-S115

60. M.B.E.Mseddi, O. Manicom, P. Filipini et al.  
Embrochage centromédullaire des fractures des deux os de l'avant bras chez adulte. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur (2008) 94, 160-167*
61. P. Lascombes, T. Haunmont, P. Journeau.  
L'embochage centromédullaire d'une fracture des deux os de l'avant bras chez l'enfant et l'adolescent  
*Revue de chirurgie orthopédique 2006, 92, 615-622*
62. EL Khalil M.  
Traitement chirurgical des fractures ouvertes des deux os de l'avant-bras chez l'adulte.  
*Thèse Méd Casablanca 1998 ; 45.*
63. Masquelet et al.  
Reconstruction des pertes de substance osseuse diaphysaires d'origine traumatique. Stratégies, Recommandations, perspectives  
*Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique (2012) 98, 94-103*
64. Adani R, Delcroix L, Innocenti M, Marcoccio I, Tarallo L, Cell A, et al.  
Reconstruction of large posttraumatic defects of the forearm by vascularized free fibular graft. *Microsurgery 2004;24:423—9.*

65. Yuceturk A, Tuncay C, Isiklar U, Tandogan R.  
Vascularized bone graft applications in upper extremity problems.  
*Microsurgery* 1998;18:160—2.
66. Allende C, Allende BT.  
Post-traumatic one-bone forearm reconstruction a report of seven cases.  
*J Bone Joint Surg Am* 2004;84-A:364—9.
67. Macule B, Arandes R, Mferrers J.  
Treatment of Galeazzi fractures-dislocations. *J Trauma* 1994 ; 36, 3 : 352-354.
68. Posman C, Little R.  
Radioulnar synostosis following and isolated fracture of the ulnar shaft. *Clin Orthop* 1986 ; 213 : 207-210
69. Shingo Komura • Hidehiko Nonomura • Takashi Satake • Tatsuo Yokoi.  
Bilateral Galeazzi fracture-dislocations: a case report of early rehabilitation  
*Strat Traum Limb Recon* (2012) 7:99-104
70. Fee C, Phonex, Dobanski A, Spirngfield.  
Gas gangrene complicating open forearm fractures. *Clin Orthop* 1977 ; 59, 1 : 25-31.
71. L. Bonnevie, R. Clément, P. Larroque, D. Fontes, J.-M. Garcin, X. Chanudet  
Syndrome des loges *EMC - Cardiologie-Angéiologie*, 2004, 1, 4,, 413-425

72. Marc J. Richard, MD, David S. Ruch, MD, J. Mack Aldridge III, MD. Malunions and Nonunions of the Forearm *Hand Clin* 23 (2007) 235–243
73. G.M. Calori AND AL.  
Monotherapy vs. polytherapy in the treatment of forearm non-unions and bone defects *Injury, Int. J. Care Injured* 44 (2013) S1, S63–S69
74. Singer BR, Mc Lauchlan GJ, Robinson CM, Christie J.  
Epidemiology of fractures in 15000 adults. The influence of age and gender. *J Bone Joint Surg* 1998 ; 80B, 2 : 243-248
75. Neil F. Jones, MD, Adil Esmail, MD, Eon K. Shin, MD, Los Angeles, CA.  
Treatment of Radioulnar Synostosis by Radical Excision and Interposition of a radial Forearm Adipofascial Flap *J Hand Surg* 2004;29A:1143–1147
76. Abrams R, Simmon BP, Brown R.  
Treatment of post-traumatic synostosis with excision and low dose radiation. *J Hand Surg* 1993 ; 18A : 703-707.
77. Yong-Hing K, Tchang S.P.K.  
Traumatic radioulnar synostosis treated by excision and a free fat transplant. *J Bone Joint Surg* 1983 ; 65B, 4 : 433-435.
78. Labosky D, Cermak MB, Waggy G.  
Forearm fracture plates : to remove or not to remove. *J Hand Surg* 1990 ; 15A : 294-301.

79. Hidaka S, Gustillo RB.

Refractures of bones of forearm after plate removal. *J Bone Joint Surg* 1984, 66A : 1241-1243.