



Année 2025

Thèse N° 018/25

# Traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant-bras

(À propos de 80 cas)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 06/01/2025

PAR

**Mr. OUABOU NASSIM**

Né le 14/08/1997 à MEKNES

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLÉS :

Fractures, avant-bras, radius, ulna, traitement chirurgical, fixateur interne

JURY

<b>M. ZEJJARI HASSANE</b> .....	PRÉSIDENT
Professeur d'enseignement supérieur de Traumatologie-orthopédie	
<b>M. CHERRAD TAOUFIK</b> .....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	
<b>M. BOULAHROUD OMAR</b> .....	} JUGES
Professeur d'enseignement supérieur de Neurochirurgie	
<b>M. BELABBES SOUFIANE</b> .....	
Professeur agrégé de Radiologie	

**Université Sidi Mohamed Ben Abdellah  
Faculté de Médecine de Pharmacie et de Médecine Dentaire de  
Fès**

**DOYENS HONORAIRES**

Pr. MAAOUNI ABDELAZIZ.

Pr. MY HASSAN FARIH.

Pr. IBRAHIMI SIDI ADIL

**ADMINISTRATION**

**Doyen**

Pr. SQALLI HOUSSAINI TARIK

**Vice doyen chargé des affaires pédagogiques**

Pr. ABOURAZZAK SANA

**Vice doyen chargé de la recherche**

Pr. TOUGHRAI IMANE

**Vice doyen à la pharmacie**

Pr. EL KARTOUTI ABDESLAM

**Secrétaire général**

M. HARI KHALID

**Liste des enseignants**



# TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS.....8

LISTES DES TABLEAUX.....9

LISTE DES FIGURES..... 11

**INTRODUCTION.....14**

**MATERIEL ET METHODES..... 17**

**I. Matériel :..... 18**

1. Type et lieu de l'étude : .....18

2. Période de l'étude : .....18

3. Population cible : .....18

    a. Critères d'inclusion : .....18

    b. Critères d'exclusion : .....19

**II. Méthodes : ..... 19**

1. Outil de collecte des données : .....19

2. L'analyse des données : .....19

    a. Etude épidémiologique : .....19

    b. L'examen clinique : .....19

    c. Etude radiographique: .....20

    d. Classifications : .....20

    e. Traitement chirurgical : .....21

    f. Complications .....21

1. d'évaluation des résultats : .....21

2. Saisie des données : .....22

3. Considération éthique : .....23

**III. Objectifs de l'étude : ..... 23**

**RESULTATS..... 24**

**I. Epidémiologie :..... 25**

4. Fréquence : .....25

5. L'âge : .....25

6. Le sexe: .....26

7. Terrain : .....27

8. Circonstances : .....27

    a. Délai de consultation: .....27

    b. Mécanisme lésionnel: .....28

c.	Côté du traumatisme : .....	29
d.	Cause du traumatisme : .....	29
<b>II.</b>	<b>Etude clinique : .....</b>	<b>30</b>
1.	Les signes fonctionnels : .....	30
2.	Les signes physiques : .....	30
a.	L'examen local : .....	30
b.	L'examen locorégional : .....	32
b.1	Lésions cutanées : .....	32
b.2	Lésions vasculo-nerveuses : .....	32
b.3	Syndrome de Wolkman: .....	32
b.4	Lésions associées: .....	33
<b>III.</b>	<b>Etude radiologique : .....</b>	<b>33</b>
1.	Selon le siège du trait de fracture : .....	33
2.	Selon le type de trait de fracture : .....	34
3.	Selon le déplacement : .....	35
4.	Lésions des articulations radio-cubitale : .....	37
<b>IV.</b>	<b>Traitement : .....</b>	<b>42</b>
1.	Délai de prise en charge: .....	42
2.	Traitement médical : .....	42
3.	Traitement chirurgical : .....	43
a.	Type d'anesthésie : .....	43
b.	Installation du malade : .....	43
c.	Voie d'abord : .....	43
d.	Type d'ostéosynthèse: .....	44
e.	Prise en charge en post opératoire : .....	51
e.1	Traitement médical : .....	51
e.2	Le contrôle radiographique : .....	51
e.3	Les suites opératoires : .....	51
<b>V.</b>	<b>Complications : .....</b>	<b>52</b>
1.	Les complications précoces : .....	52
2.	Les complications tardives : .....	52
a.	Pseudarthrose: .....	52
b.	Fracture itérative : .....	53
c.	Autres : .....	54
<b>VI.</b>	<b>Résultats thérapeutiques : .....</b>	<b>54</b>
1.	Résultats globaux : .....	54
2.	Résultats analytiques : .....	55
a.	Résultats Subjectifs : .....	55

b.	Résultats Objectifs :	56
c.	Résultats anatomo-radiologiques :	57
<b>DISCUSSION</b>		<b>61</b>
<b>I.</b>	<b>Rappels anatomiques :</b>	<b>62</b>
1.	Ostéologie de l'avant-bras :	62
a.	Le radius :	63
b.	L'ulna :	66
c.	La membrane interosseuse :	68
2.	Articulations radio-ulnaires :	69
a.	Articulation radio-ulnaire proximale (ARUP) :	69
b.	Articulation radio-ulnaire distale (ARUD) :	71
c.	Interrelation entre ARUP et ARUD :	72
3.	Système musculo-tendineux de l'avant-bras :	72
a.	Loge antérieure (fléchisseurs) :	72
b.	Loge postérieure (extenseurs) :	74
c.	Loge latérale :	74
d.	Implications cliniques :	75
4.	Vascularisation et innervation :	75
a.	Vascularisation artérielle :	75
b.	Drainage veineux :	76
c.	Innervation :	76
d.	Implications cliniques :	78
<b>II.</b>	<b>Rappels biomécaniques :</b>	<b>79</b>
1.	Biomécanique de la pronosupination :	79
a.	Principes de base :	80
b.	Mécanisme de la pronosupination :	80
c.	Rôle des articulations :	80
d.	Muscles impliqués :	81
e.	Implications cliniques :	81
2.	Conséquences biomécaniques des fractures :	81
a.	Impact sur l'axe de rotation :	82
b.	Perturbation de la membrane interosseuse :	82
c.	Risque de synostose radio-ulnaire :	82
d.	Modifications des rapports articulaires :	82
e.	Impact sur la transmission des forces :	82
<b>III.</b>	<b>Etude épidémiologique comparative :</b>	<b>83</b>
1.	Fréquence :	83
2.	L'âge :	84

3. Sexe :	86
4. Circonstances du traumatisme:	88
<b>IV. Etude clinico-radiologique :</b>	<b>89</b>
1. Etude clinique :	89
a. Diagnostic clinique :	89
b. Côté atteint :	89
c. Lésions cutanée associées :	91
d. Lésions traumatiques associées :	93
2. Etude radiologique:	95
a. Siège du trait de fracture :	95
b. Lésions des articulations radio-cubitales :	96
c. Classification des fractures des deux os de l'avant-bras:	99
<b>V. Traitement :</b>	<b>101</b>
1. But du traitement :	101
2. Méthodes thérapeutiques :	102
a. Voie d'abord :	103
b. Moyens d'ostéosynthèse :	109
c. Traitements associés :	118
d. Traitement des cas particuliers :	120
<b>VI. Evolution et complications :</b>	<b>122</b>
1. Discussion des résultats thérapeutiques :	122
a. Résultats fonctionnels :	122
b. Résultats anatomiques :	123
c. Evaluation des résultats :	125
2. Complications:	127
a. Complications précoces :	127
b. Complications tardives :	131
<b>CONCLUSION</b>	<b>137</b>
<b>RESUMES</b>	<b>140</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>146</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>155</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

**AMO** : Ablation du matériel d'ostéosynthèse

**AO** : Association pour l'ostéosynthèse

**AS** : Accident de sport

**AVP** : Accident de la voie publique

**AT** : Accident de travail

**ATCD** : Antécédent

**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

**TTT** : Traitement

## LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les critères d'évaluation d'Oestern et Tscherne. ....	22
Tableau 2 : Répartition de nombre des cas selon les années .....	25
Tableau 3 : Répartition selon le sexe. ....	26
Tableau 4 : Répartition des tares associées.....	27
Tableau 5 : Répartition selon la cause du traumatisme.....	30
Tableau 6 : Répartition selon les signes physiques (inspection).....	31
Tableau 7 : Répartition selon les signes physiques (palpation). ....	31
Tableau 8: La fréquence des lésions associées.....	33
Tableau 9 : Répartition selon le type de trait de fracture. ....	34
Tableau 10 : Répartition selon le déplacement.....	35
Tableau 11 : Distribution de la population selon le type d'ostéosynthèse .....	44
Tableau 12 : Résultats fonctionnels détaillés. ....	56
Tableau 13 : Résultats en fonction du type de fracture.....	57
Tableau 14 : Répartition selon le siège du trait de la fracture.....	59
Tableau 15: Résultats en fonction de l'état cutané. ....	60
Tableau 16 : Etude comparative avec la littérature selon la moyenne d'âge. ....	85
Tableau 17 : Répartition des cas selon le sexe en comparaison avec les auteurs.....	87
Tableau 18 : Etude comparative avec la littérature selon les circonstances du traumatisme. ....	88
Tableau 19 : Etude comparative avec la littérature selon le côté atteint. ....	90
Tableau 20 : Etude comparative avec la littérature selon l'état cutané. ....	91
Tableau 21 : Etude comparative avec la littérature selon le type d'ouverture cutanée selon Cauchoix et Duparc. ....	92
Tableau 22 : Etude comparative avec les séries de la littérature selon les lésions associées. ....	94
Tableau 23 : Etude comparative avec la littérature selon le siège du trait de fracture. ....	95
Tableau 24 : Etude comparative avec la littérature des fracture-luxation Monteggia..	98
Tableau 25 : Etude comparative avec la littérature des fracture-luxations de Galeazzi. .....	99
Tableau 26 : Etude comparative avec la littérature du résultat fonctionnel.....	123
Tableau 27 : Etude comparative avec la littérature selon le délai de consolidation ...	124

Tableau 29 : Comparaison entre résultats du traitement par plaques vissées de notre série et celle de la littérature .....	126
Tableau 29 : Etude comparative avec la littérature des complications nerveuses.....	128
Tableau 30 : Etude comparative avec la littérature des complications septiques. ....	129
Tableau 31 : Taux de pseudarthrose dans la littérature.....	132
Tableau 32 : Etude comparative avec la littérature des synostoses radio-cubitales .	134
Tableau 33 : Comparaison du nombre de fractures iteratives.....	136
Tableau 34 : classification des fractures selon l'association pour l'ostéosynthèse AO. .....	150

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition des fractures des os de l'avant-bras selon l'âge. ....	25
Figure 2 : Répartition des fractures des deux os de l'avant-bras selon le sexe .....	26
Figure 3 : Répartition selon le délai de consultation .....	28
Figure 4 : Répartition selon le mécanisme du traumatisme.....	28
Figure 5 : Répartition des fractures des os de l'avant-bras selon le coté atteint, .....	29
Figure 6 : Répartition des lésions cutanées selon la classification de CAUCHOIX et DUPARC.....	32
Figure 7: Répartition selon le siège de la fracture. ....	34
Figure 9 : Image radiographique montrant une fracture des 2 os de l'avant-bras HMMI MEKNES : .....	36
Figure 9 : Répartition des lésions des articulations radio-cubitale.....	37
Figure 10 : Image radiographique de face et profil montrant une fracture complexe du radius en aile de papillon et luxation radio-ulnaire distale (Fracture de Galeazzi). HMMI MEKNES .....	38
Figure 11 : Image radiographique de profil montrant une fracture de Galeazzi HMMI MEKNES .....	39
Figure 12 : Fracture de Galeazzi. (Dislocation de la radio-cubitale inférieure).....	40
Figure 14 : Image radiographique de face montrant une fracture-luxation de .....	41
Figure 14 : Le délai de prise en charge. ....	42
Figure 15 : Répartition des cas traités chirurgicalement selon le type d'anesthésie. ...	43
Figure 16 : Image radiographique Face et Profil d'une fracture des 2 os de l'avant-bras gauche trait transversale déplacement en valgus. (Préopératoire). HMMI MEKNES .....	45
Figure 17 : Fracture (Figure 14) simultanée diaphysaire des deux os de l'avant-bras traitée par plaque. HMMI MEKNES.....	46
Figure 18 : Image radiographique de face et profil montrant une fracture déplacée des deux os de l'avant-bras (Préopératoire) HMMI MEKNES .....	47
Figure 19 : Fracture des deux os de l'avant-bras traitée par embrochage. HMMI MEKNES .....	48
Figure 20 : Image radiographique d'une fracture des 2 os de l'avant-bras. HMMI MEKNES : Radius : fracture du 1/3 distal.....	49

Figure 21 : Image radiographique postopératoire d'une fracture traitée par ostéosynthèse mixte hybride. HMMI MEKNES. ....	50
Figure 22 : Radio de l'avant-bras montrant une pseudarthrose de l'ulna .....	53
Figure 23 : Complications des fractures des deux os de l'avant-bras. ....	54
Figure 24 : Répartition des résultats globaux.....	55
Figure 25 : Résultats en fonction du type de fracture. ....	58
Figure 27 : Résultats des fractures non ou peu déplacées (A) et déplacées (B) .....	59
Figure 28 : Anatomie des structures osseuses et fibreuses de l'avant-bras.....	62
Figure 28 : Fracture diaphysaire comminutive des deux os avec luxation bipolaire perturbant l'anatomie des courbures.....	63
Figure 29 : Vue de dessus de la courbure dans le plan sagittal et de la face antérieure plane du radius.....	64
Figure 30 : Vue médiale de la face antérieure concave mais plane du radius.....	64
Figure 32 : Radius. A. Diaphyse et extrémité distale d'un radius droit. B. Radiographie de l'avant-bras (vue de face). ....	65
Figure 32 : L'ulna est convexe en arrière. ....	66
Figure 34 : Diaphyse et partie distale de l'ulna droit.. ....	67
Figure 35 : Membrane interosseuse de l'avant-bras. ....	68
Figure 36 : coupe anatomique de l'ARUP montrant la tête radiale, l'incisure ulnaire A et le ligament annulaire B.....	70
Figure 37 : Arthrographie ou coupe anatomique de l'ARUD montrant la relation entre le radius, l'ulna et le CFCT. ....	72
Figure 38 : Anatomie en coupe (section transversale) du poignet, du carpe et de l'avant-bras. ....	73
Figure 38 : Voie antérieure de Henry montrant la branche sensitive du nerf médian ..	77
Figure 39 : Voie externe élargie : les branches sensibles du nerf radial .....	78
Figure 41 : Pronation et supination.....	81
Figure 41 : Classification des fractures-luxations de Monteggia (Bado) :A, Type 1.B, Type 2. C, Type 3. D, Type 4. ....	97
Figure 42 : A et B : fracture des deux os de l'avant-bras. C et D : fixation par plaques et vis. ....	98
Figure 43 : Position de la tubérosité bicipitale selon la position de pronosupination,101	
Figure 44 : Préparation de la table opératoire (image du service HMMI).....	102
Figure 45 : Voie d'abord antérieure de Henry pour le radius. Incision cutanée.....	104

Figure 46 : Voie d'abord de Henry 1/3 moyen.....	105
Figure 47 : Voie d'abord postérieur de Thompson pour le Radius. ....	106
Figure 48 : L'installation doit permettre une mobilisation et un abord du poignet et du coude. ....	107
Figure 50 : Le segment osseux est facilement abordé .....	108
Figure 50 : Voie d'abord postéro-interne pour l'ulna. ....	108
Figure 52 : Abord postéromédial du foyer ulnaire, coude fléchi.....	108
Figure 52 : plaque dynamique de compression (DCP).....	110
Figure 53 : Mise en place d'une plaque vissée pour l'ulna. ....	111
Figure 54 : Position de la plaque sur le bord antérieur de la diaphyse radiale. ....	111
Figure 55 : Ostéosynthèse par plaque vissée. ....	112
Figure 56 : Image radiographique d'une fracture des 2 os de l'avant-bras traite par plaque DCP. HMMI MEKNES. ....	113
Figure 57 : Image radiographique de profil montrant une fracture des 2 os de l'avant-bras traitée par embrochage centromédullaire. HMMI MEKNES .....	115
Figure 58 : Fixation externe des fractures radiales distales .....	117
Figure 59 : Résection d'une synostose médiodiaphysaire. Résection en bloc en extrapériosté emportant la synostose et la membrane interosseuse avoisinante.....	133
Figure 60 : Classification des fractures selon American association of orthopedic surgeon. ....	151

# INTRODUCTION

Les fractures des deux os de l'avant-bras représentent un défi majeur en traumatologie orthopédique, constituant environ 10 à 15% des fractures du membre supérieur chez l'adulte [1]. Ces lésions, qui touchent principalement une population jeune et active, ont un impact significatif tant sur le plan fonctionnel que socio-économique [2]. La complexité anatomique et biomécanique de l'avant-bras, véritable pivot de la pronosupination, exige une prise en charge chirurgicale minutieuse pour restaurer l'anatomie et préserver la fonction [3].

Historiquement, le traitement de ces fractures a considérablement évolué. Au début du XXe siècle, le traitement orthopédique par plâtre circulaire était la norme, avec des résultats souvent décevants en termes de consolidation et de fonction [4]. L'avènement de l'ostéosynthèse moderne dans les années 1960, notamment avec les travaux pionniers de l'AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), a marqué un tournant décisif dans la prise en charge de ces lésions [5]. L'introduction des plaques de compression dynamique (DCP) dans les années 1970 a encore amélioré les résultats, permettant une fixation stable et une mobilisation précoce [6].

Malgré ces avancées, le traitement optimal des fractures des deux os de l'avant-bras reste sujet à débat. Si l'ostéosynthèse par plaque vissée est considérée comme le gold standard par de nombreux auteurs [7], [8], l'enclouage centromédullaire connaît un regain d'intérêt, notamment grâce au développement de nouveaux systèmes verrouillés [9], [10]. La gestion des fractures complexes, telles que les lésions de Monteggia et de Galeazzi, soulève également des questions spécifiques quant à la stratégie thérapeutique optimale [11], [12].

Par ailleurs, l'émergence de nouvelles technologies, comme l'impression 3D de guides de coupes personnalisées ou l'utilisation de plaques anatomiques préformées, ouvre de nouvelles perspectives pour améliorer la précision de la réduction et la stabilité

de la fixation [13], [14]. Ces innovations doivent cependant être évaluées rigoureusement en termes de bénéfice clinique et de rapport coût-efficacité.

La prise en charge des complications, notamment les pseudarthroses et les synostoses radio-ulnaires, reste un enjeu majeur. Bien que leur incidence ait diminué avec l'amélioration des techniques chirurgicales, ces complications peuvent avoir des conséquences fonctionnelles sévères et nécessitent souvent des interventions complexes de reprise [15], [16].

Dans ce contexte, notre étude se propose d'analyser les résultats du traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant-bras à travers une série rétrospective de 80 cas pris en charge dans notre institution sur une période de 5 ans.

Cette étude s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de nos pratiques, visant à optimiser la prise en charge de ces lésions complexes. En confrontant notre expérience aux données les plus récentes de la littérature, nous espérons contribuer à affiner les stratégies thérapeutiques et améliorer le pronostic fonctionnel de nos patients.

# MATERIEL ET METHODES

## I. Matériel :

### 1. Type et lieu de l'étude :

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive concernant une série de 80 cas des fractures des deux os de l'avant-bras traitée chirurgicalement admis au service de Traumatologie-orthopédie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès.

### 2. Période de l'étude :

Les dossiers sont recueillis sur une période de 5 ans, à partir du 1 janvier 2019 jusqu'au 31 décembre 2023.



5 ans



L'hôpital militaire Moulay Ismail  
à Meknès

80 cas

### 3. Population cible :

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

#### a. Critères d'inclusion :

Nous avons inclus tous les dossiers de patients opérés et suivis dans le service pour fracture diaphysaire des deux os de l'avant-bras, ou fracture diaphysaire d'un os associé à une disjonction radio-ulnaire proximale ou distale.

**b. Critères d'exclusion :**

- ✚ Tous les patients dont les dossiers sont inexploitable (dossiers ne contenant pas d'informations utiles pour notre travail).
- ✚ Les malades sortants contre avis médical.
- ✚ Patients ayant une fracture isolée du radius.
- ✚ Patients ayant une fracture isolée de l'ulna.
- ✚ Les patients traités orthopédiquement.

**II. Méthodes :****1. Outil de collecte des données :**

Une fiche de collecte des données (Annexe 1) que nous avons remplie nous-même a été utilisée pour recueillir les informations utiles.

Elle a été constituée sur base du cadre théorique, la revue des publications internationales et les objectifs visés par l'étude.

**2. L'analyse des données :**

Par l'analyse des dossiers cliniques, on a recueilli les informations en se basant sur :

**a. Etude épidémiologique :**

Notamment l'âge, le sexe, le terrain du patient, le côté atteint et l'étiologie.

**b. L'examen clinique :**

Chaque patient inclus dans l'étude a bénéficié d'un interrogatoire approfondi pour identifier les circonstances du traumatisme (chutes, accidents de la voie publique, agressions, etc.) et pour préciser les antécédents médicaux ou chirurgicaux.

Un examen général systématique a été effectué, notamment pour détecter toute urgence vitale (état hémodynamique, lésions associées).

Examen spécifique du membre traumatisé :

- Observation de l'attitude typique (posture de Desault).
- Recherche des déformations et œdèmes locaux.
- Palpation pour identifier des points douloureux précis, mobilité anormale ou d'éventuelles lésions vasculo-nerveuses.

Les fractures ouvertes ont été classées selon la classification de CAUCHOIX et DUPARC (Annexe 5).

c. Etude radiographique:

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 qui permet de faire le diagnostic des lésions osseuses et de classer ces lésions.

Certains, parmi eux, ont bénéficié d'autres incidences en fonction de l'examen clinique notamment les fractures de Monteggia et ou Galeazzi.

d. Classifications :

Afin d'assurer une analyse homogène et comparative des fractures des deux os de l'avant-bras, nous avons recours aux classifications les plus largement reconnues dans la littérature notamment : la classification de l'AO (Annexe 2) [77] et la classification de l'American Association of Orthopedic Surgeons (Annexe 3) [17].

#### e. Traitement chirurgical :

✚ Tous les patients ont bénéficié d'un bilan préopératoire :

- Bilan biologique : NFS, groupage, bilan d'hémostase, glycémie, bilan rénal.
- Radiographie thoracique et ECG pour les sujets âgés de plus de 40 ans.

✚ Types d'interventions pratiquées :

- Ostéosynthèse par plaque vissée.
- Embrochage centromédullaire.
- Fixateurs hybrides/mixte.

✚ Protocole opératoire : Tous les malades ont bénéficié d'une préparation locale avant l'intervention qui consiste à la désinfection du membre à base de la Bétadine.

#### f. Complications

✚ Précoces : infections post-opératoires, lésions vasculo-nerveuses.

✚ Tardives : pseudarthrose, fractures itératives.

#### g. Evaluation des résultats :

L'évaluation des résultats a été réalisée en se basant sur les critères d'Oestern et Tscherné, qui reposent sur une analyse clinique approfondie incluant l'intensité de la douleur, l'amplitude de mobilité articulaire du coude et du poignet, le tonus musculaire ainsi que l'état fonctionnel du système neurologique périphérique.

**Tableau 1 : Les critères d'évaluation d'Oestern et Tscherne.**

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 minimale 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.

### **3. Saisie des données :**

Les logiciels Excel, Word, ont été utilisés à cet effet.

En effet, le Microsoft Word a été utilisé pour la conception des textes quand a la saisie des données elle a été faite au moyen du logiciel Excel.

La recherche bibliographique a été faite en utilisant les moteurs de recherche comme Google scholar, science direct, EMC et pub Med.

Les langues utilisées dans la recherche étaient : l'anglais et le français.

#### 4. Considération éthique :

L'anonymat et la confidentialité ont été respectés. Les fiches d'enquêtes comportaient seulement un numéro d'identification à la place du nom et prénom des patients.

### III. Objectifs de l'étude :

- Évaluer les résultats fonctionnels du traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant-bras.
- Comparer ces résultats avec d'autres séries internationales.
- Étaler les avantages et les inconvénients des différentes techniques chirurgicales.

# RESULTATS

# I. Epidémiologie :

## 1. Fréquence :

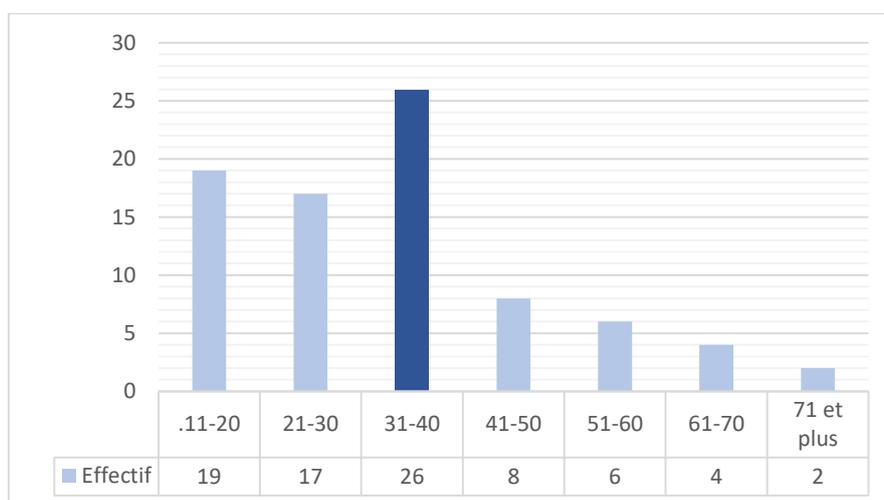
**Tableau 2 :** répartition de nombre des cas selon les années

Année	Total des cas hospitalisés	Fractures d'un os unique (radius ou cubitus) isolé ou TTT orthopédique	Fractures des 2 os et fracture d'un os associée à une luxation	Pourcentage fractures des 2 os et un os avec luxation
2019	1259	49	18	1.43%
2020	788	47	20	2.54%
2021	1068	35	15	1.40%
2022	1267	52	14	1.10%
2023	1264	43	13	1.03%

Il ressort de l'analyse des données que la fréquence des fractures des deux os de l'avant-bras ou des fractures associées à une luxation représente en moyenne 1.50% des motifs d'hospitalisation au service de traumatologie-orthopédie sur une période de cinq ans.

## 2. L'âge :

Dans notre série, le patient le plus jeune avait 11 ans, tandis que le plus âgé avait 78 ans. L'âge moyen des patients était de **34 ans**.



**Figure 1 :** Répartition des fractures des os de l'avant-bras selon l'âge.

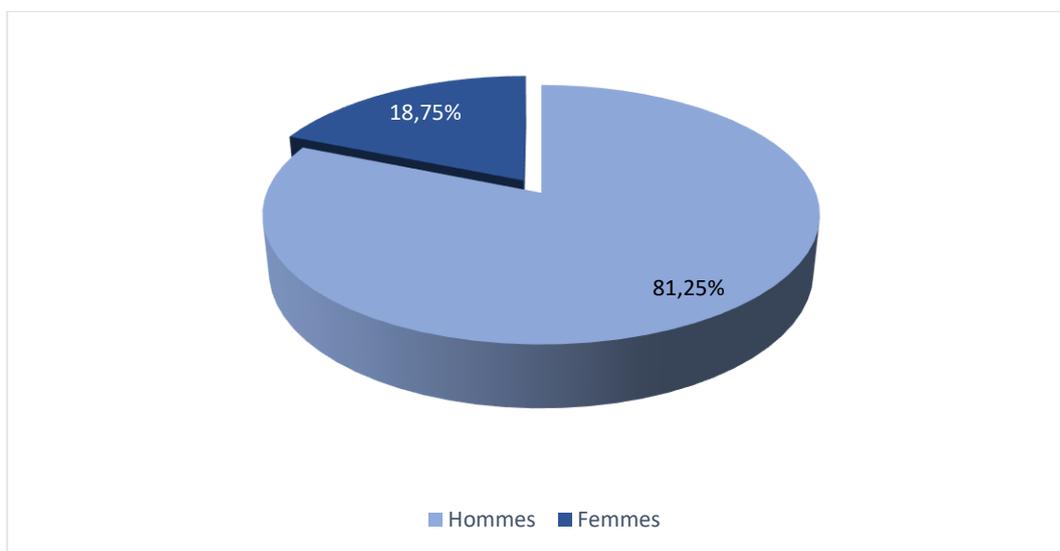
On remarque un pic de fréquence significatif dans la tranche d'âge de 31 à 40 ans, qui représente **26 patients**, soit **32,5 %** de l'ensemble.

### 3. Le sexe:

Dans notre étude portant sur 80 patients, 15 étaient de sexe féminin et 65 de sexe masculin, avec un sex-ratio de 4,33 en faveur du sexe masculin.

**Tableau 3 : Répartition selon le sexe.**

Sexe	Nombre de cas	Pourcentage
Masculin	65	81.25%
Féminin	15	18.75%



**Figure 2 : Répartition des fractures des deux os de l'avant-bras selon le sexe**

#### 4. Terrain :

Dans cette étude un examen des antécédents médicaux des patients a été réalisé. Les résultats montrent que la majorité des patients (73,75 %) ne présentaient aucun antécédent médical significatif. Parmi les autres conditions, le diabète a été observé chez 7.5 % des patients, suivie de l'HTA (5 %). Les pathologies respiratoires, telles que l'asthme, ont été signalées par 10 % des cas, tandis que des antécédents de tuberculose, de psoriasis et d'épilepsie ont été moins fréquents, chacun représentant 1,25 % des cas.

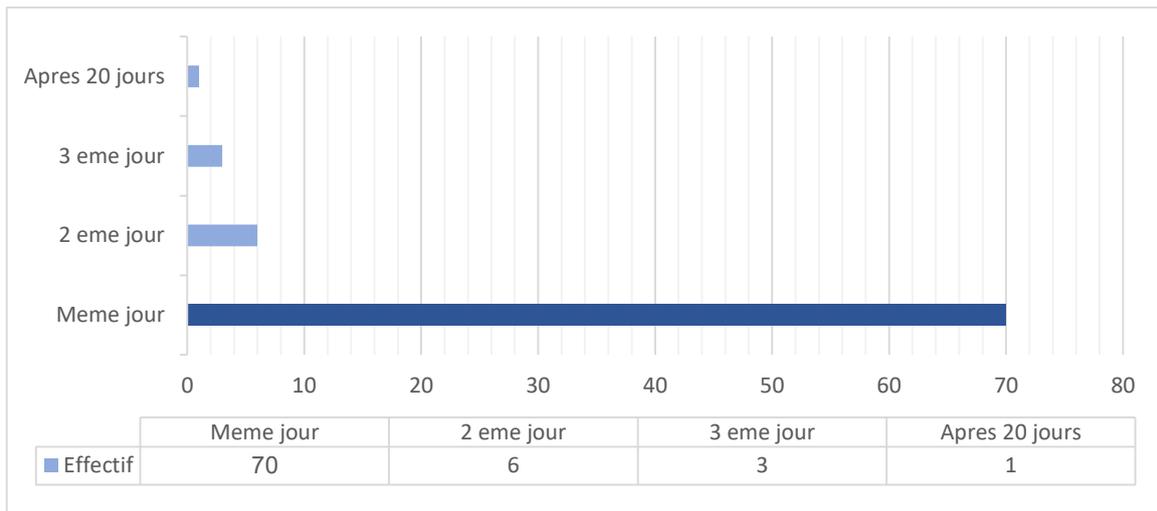
**Tableau 4 : Répartition des tares associées**

Antécédents	Nombre	Pourcentage
Pas d'antécédents	59	73.75%
Hypertension	4	5.0%
Diabète	6	7.5%
Tuberculose	1	1.25%
Asthme	8	10.0%
Psoriasis	1	1.25%
Epilepsie	1	1.25%

#### 5. Circonstances :

##### a. Délai de consultation:

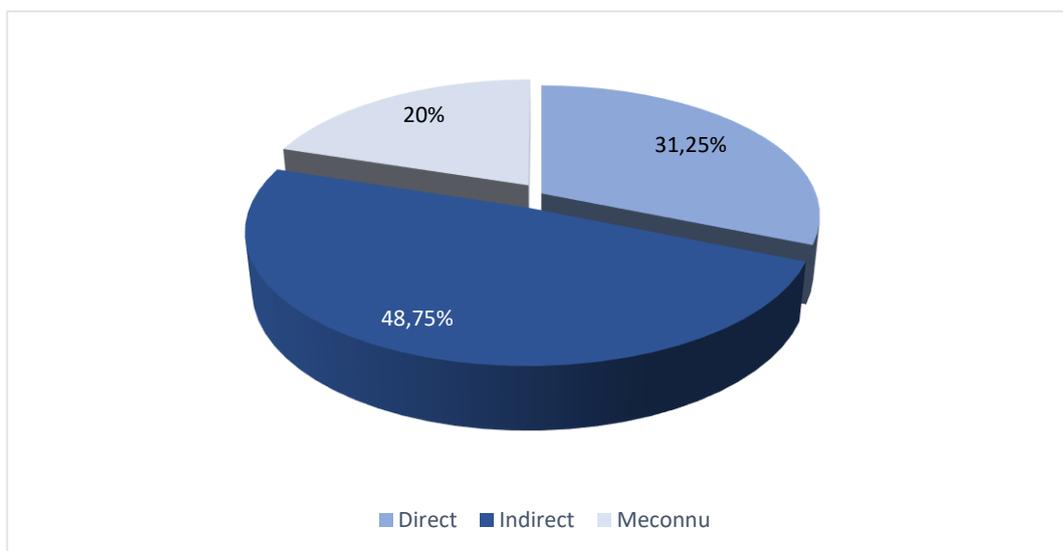
- La majorité de nos patients (87,5 %) ont consulté le jour même de leur traumatisme.
- Six patients (7,5%) ont consulté le deuxième jour suivant le traumatisme.
- Trois patients (3,75%) ont consulté le troisième jour suivant le traumatisme.
- Un patient (1,25%) a consulté après 20 jours (Fracture de Galeazzi négligée).



**Figure 3 : Répartition selon le délai de consultation**

**b. Mécanisme lésionnel:**

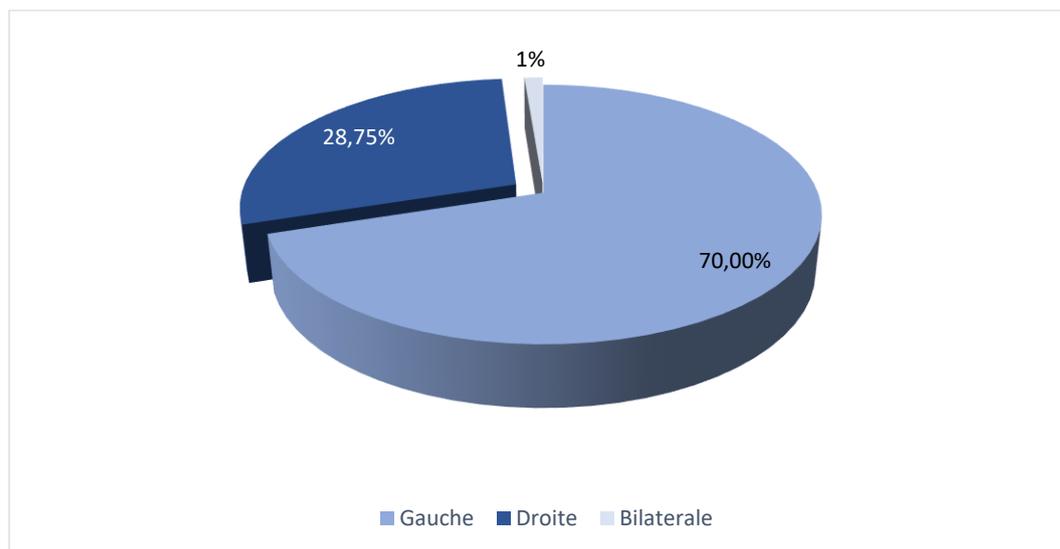
Dans notre étude, les fractures résultant d'un mécanisme indirect, telles que les chutes sur la paume de la main ou celles où le membre supérieur est en extension, entraînant une flexion forcée de l'avant-bras, sont prédominantes avec 39 cas, soit 48,75 %. En revanche, les fractures dues à un mécanisme direct, comme une chute sur le membre supérieur, représentent 25 cas, soit 31,25 %. Enfin, les fractures dont le mécanisme est inconnu comptent 16 cas, soit 20 %.



**Figure 4 : Répartition selon le mécanisme du traumatisme.**

### c. Côté du traumatisme :

Parmi nos 80 patients, 56 avaient une atteinte de l'avant-bras gauche (70%), 23 présentaient une atteinte droite (28,75%) et un patient a été admis pour une atteinte bilatérale (1,25%).



**Figure 5 :** Répartition des fractures des os de l'avant-bras selon le coté atteint.

### d. Cause du traumatisme :

Les causes du traumatisme observées dans notre étude sont variées. L'étiologie la plus fréquente est constituée par les accidents de la voie publique (AVP), représentant 43,75 % des cas. Les chutes lors du sport viennent en deuxième position avec 21,25 % des cas. Les chutes simples représentent 13,75 % des cas, tandis que les chutes d'une hauteur élevée ou d'un arbre constituent 11,25 % des cas. Les causes classées comme "autre" représentent 6,25 %, et enfin, les agressions sont répertoriées chez 3,75 % des patients. (Tableau 4)

**Tableau 5 : Répartition selon la cause du traumatisme.**

Circonstances		Nombre de cas	Pourcentage
Chutes	Chute simple	11	13,75 %
	Chute d'une hauteur élevée/ arbre	9	11,25 %
	Chute lors du sport	17	21,25 %
AVP		35	43,75 %
Agressions		3	3,75 %
Autre		5	6,25 %

## II. Etude clinique :

### 1. Les signes fonctionnels :

Dans notre étude, la douleur était le motif de consultation le plus fréquent, retrouvée chez tous les patients. Cette douleur était associée à une impotence fonctionnelle du membre atteint dans 80 cas soit 100%.

### 2. Les signes physiques :

#### a. L'examen local :

##### Inspection :

Tous les patients ont présenté une attitude typique du traumatisé du membre supérieur, décrite classiquement sous la forme de la posture de Dessault.

Une déformation marquée avec raccourcissement du membre et une crosse osseuse palpable étaient également fréquemment observées, variant selon le siège et le déplacement des fractures.

**Tableau 6 : Répartition selon les signes physiques (inspection).**

Inspection	Effectif	Pourcentage
Attitude de Desault(le membre sain, supporte le membre malade)	80	100%
Déformation en pronation	30	37,5%
Déformation en supination	15	18,75%
Déformation en position neutre	35	43,75%
Œdème	80	100%
Plaie	17	21,25%

 Palpation :

L'examen a permis d'identifier des points douloureux précis au niveau des foyers de fracture. Ces douleurs étaient souvent accompagnées d'une impossibilité totale de réaliser la prono-supination du membre supérieur.

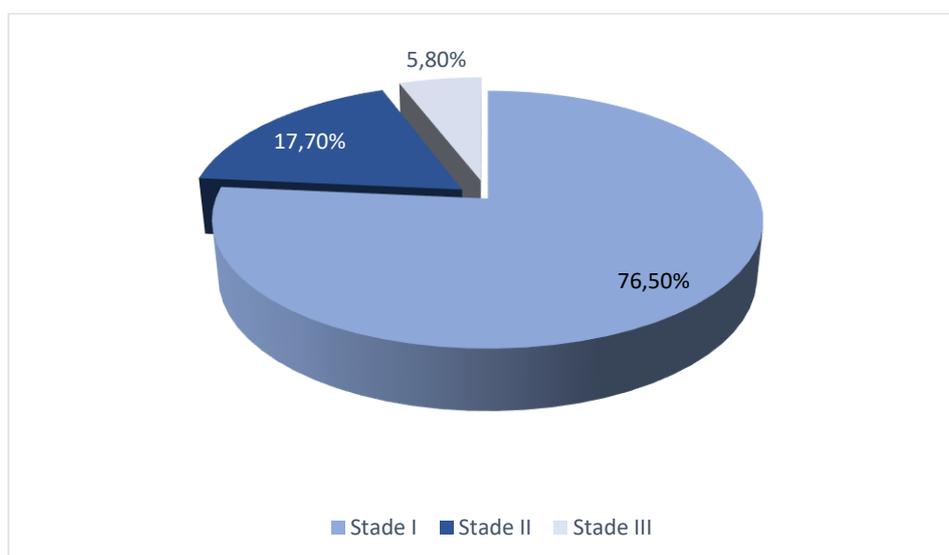
**Tableau 7 : Répartition selon les signes physiques (palpation).**

Palpation	Effectif	Pourcentage
Douleur	80	100%
Mobilité anormale	80	100%
Sensibilité et motricité des doigts conservées, pouls (radial et ulnaire) perceptibles	80	100%

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

L'ouverture a été classée selon la classification de CAUCHOIX et DUPARC (Voir annexe 5). Elle a été notée chez 17 patients (21,25%) :

- Stade I : 13 cas
- Stade II : 3 cas
- Stade III : 1 cas



**Figure 6 :** Répartition des lésions cutanées selon la classification de CAUCHOIX et DUPARC.

**b.2 Lésions vasculo-nerveuses :**

Dans notre série une patiente a présenté une rupture de l'artère humérale traitée chirurgicalement par pontage.

**b.3 Syndrome de Wolkman:**

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

**b.4 Lésions associées:**

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras sont le plus souvent isolées. En effet, dans notre série nous avons révélé 62 cas de fractures isolées, soit 77,5%. Alors que celles associées à d'autres lésions ostéoarticulaires représentaient 22,5% avec 18 cas.

Les lésions ostéo- articulaires retrouvées sont :

**Tableau 8:** La fréquence des lésions associées.

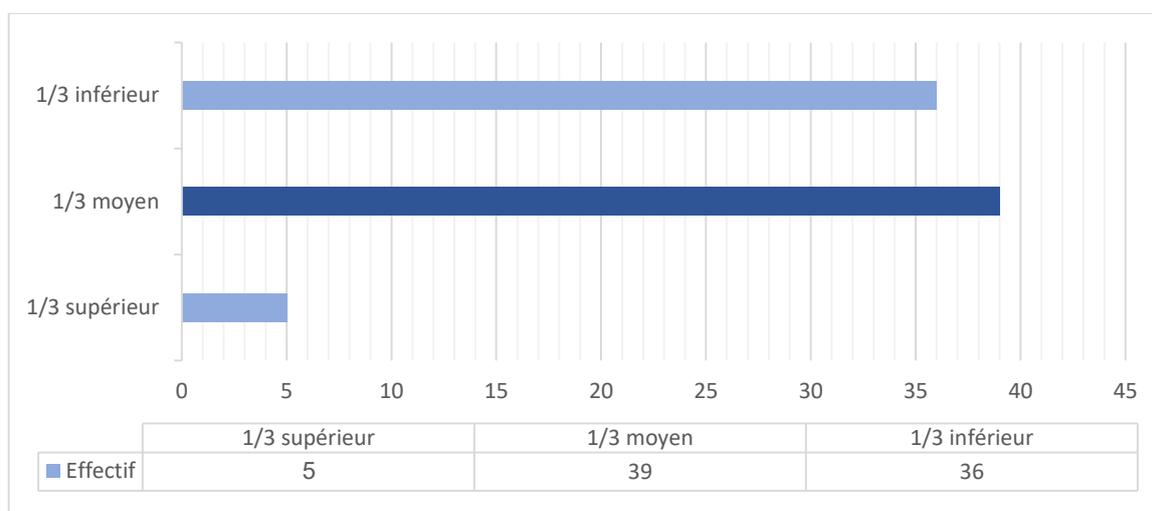
Lésions associées		Nombre de cas	Pourcentage (%)
Crânien		8	10%
Facial		5	6,25%
Thoracique		2	2,5%
Abdomen		2	2,5%
Bassin		1	1,25%
Lésions ostéo-articulaires:		7	
	Coude	3	3,75%
	Poignet	2	2,5%
	Fr. fémur	1	1,25%
	Fr. jambe	1	1,25%

**III. Etude radiologique :**

**1. Selon le siège du trait de fracture :**

Dans notre étude, les fractures au niveau du tiers moyen (Fig 7) sont prédominantes, retrouvées chez 39 cas, soit 48,75 %. Les fractures du tiers inférieur

viennent au second plan avec 36 cas, soit 45 %, tandis que les fractures du tiers supérieur représentent 5 cas, soit 6,25 %.



**Figure 7:** Répartition selon le siège de la fracture.

## 2. Selon le type de trait de fracture :

Les fractures transversales pour les deux os sont les plus fréquentes, représentant 55 cas (68,75 %). Les fractures obliques pour les deux os sont observées chez 7 cas (8,75 %). Les fractures mixtes (transversales pour le radius et obliques pour le cubitus) sont retrouvées dans 14 cas (17,5 %), tandis que les fractures inverses (transversales pour le cubitus et obliques pour le radius) sont les moins fréquentes avec 4 cas (5 %).

**Tableau 9 :** Répartition selon le type de trait de fracture.

Déplacement	Nombre de cas	Pourcentage
Transversales pour les deux os	45	56,25 %
Obliques pour les deux os	7	8,75 %
Transversales pour le radius, obliques pour le cubitus	24	30 %
Transversales pour le cubitus, obliques pour le radius	4	5 %

### 3. Selon le déplacement :

Les fractures déplacées avec angulation sont les plus fréquentes, retrouvées chez 27 cas, soit 33,75 %. Les chevauchements viennent en deuxième position avec 20 cas, soit 25 %. Les fractures combinant angulation et chevauchement sont observées dans 7 cas (8,75 %), tandis que les translations isolées sont moins fréquentes avec 4 cas (5 %). Enfin, les fractures non ou peu déplacées représentent 22 cas, soit 27,5 %.

**Tableau 10 : Répartition selon le déplacement.**

Déplacement	Nombre de cas	Pourcentage
Angulation	27	33,75 %
Chevauchement	20	25 %
Angulation + Chevauchement	7	8,75 %
Translation	4	5 %
Fractures non ou peu déplacées	22	27,5 %



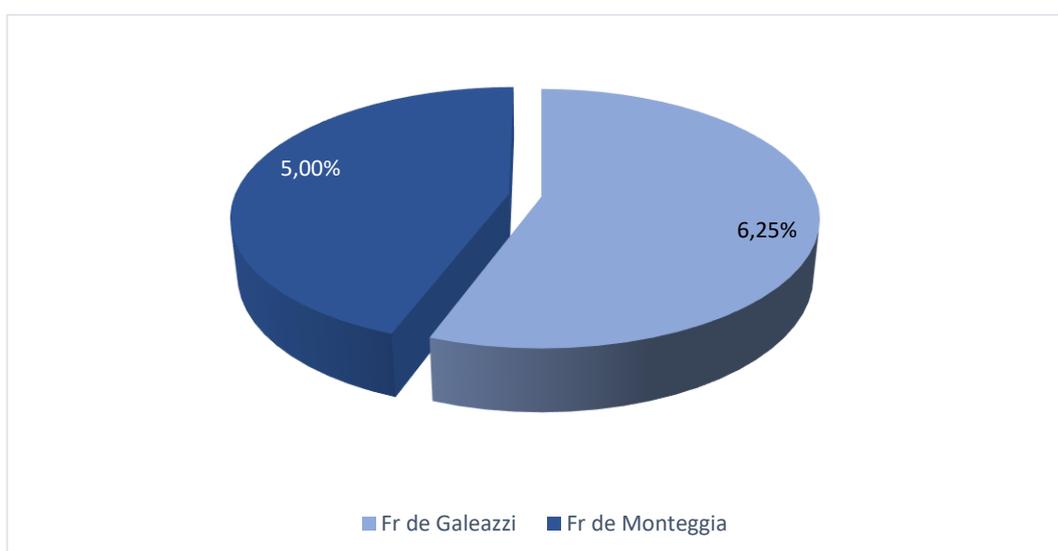
**Figure 8** : Image radiographique montrant une fracture des 2 os de l'avant-bras HMMI MEKNES :

- Radius : trait de jonction 1/3 moyen
- Cubitus : trait de jonction 1/3 moyen - Déplacement en angulation recurvatum

#### 4. Lésions des articulations radio-cubitale :

Dans notre série, nous avons identifié deux types principaux de lésions radio-cubitale associées aux fractures des deux os de l'avant-bras :

- Une fracture du cubitus associée à une luxation de la tête radiale (Fracture-luxation de Monteggia), a été retrouvée chez 4 patients. (Fig 10)
- Une fracture du radius associée à une luxation radio-cubitale inférieure (Fracture-luxation de Galeazzi) a été observée chez 5 patients. (Fig 9)



**Figure 9 : Répartition des lésions des articulations radio-cubitale.**



**Figure 10 :** Image radiographique de face et profil montrant une fracture complexe du radius en aile de papillon et luxation radio-ulnaire distale (Fracture de Galeazzi). HMMI MEKNES



**Figure 11** : Image radiographique de profil montrant une fracture de Galeazzi HMMI MEKNES



**Figure 12 : Fracture de Galeazzi. (Dislocation de la radio-cubitale inférieure)**

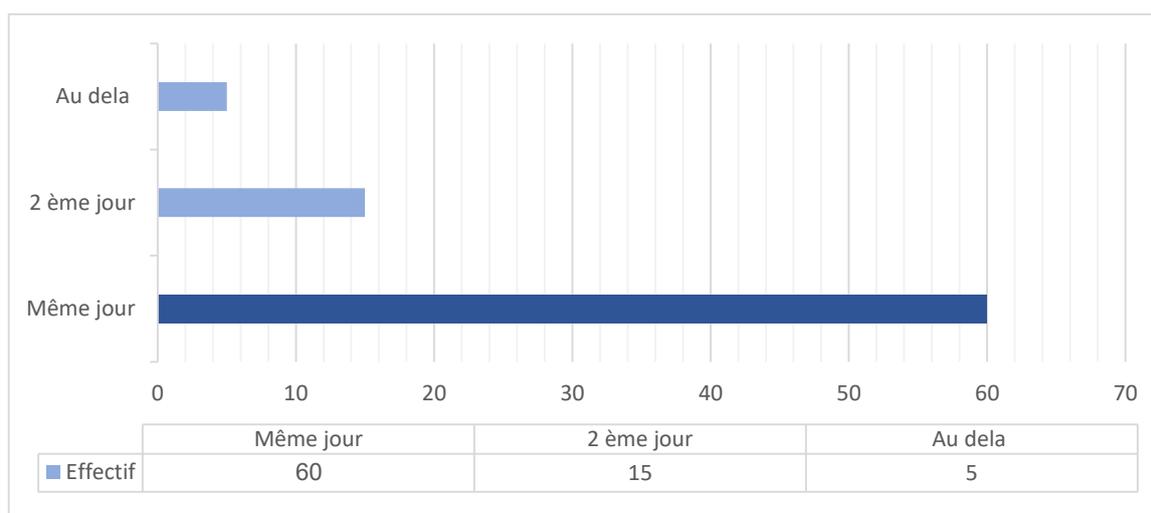


**Figure 13** : Image radiographique de face montrant une fracture-luxation de Monteggia (Service de Traumatologie-Orthopédie de l'HMMI de Meknès)

## IV. Traitement :

### 1. Délai de prise en charge:

Dans notre étude, 60 patients (75 %) ont été pris en charge dans le même jour suivant leur consultation. Un traitement le deuxième jour a concerné 15 patients (18,75 %), tandis que 5 patients (6,25 %) ont été opérés après ce délai.



**Figure 14 : Le délai de prise en charge.**

### 2. Traitement médical :

Dans notre étude, tous les patients ont bénéficié d'un traitement médical adapté visant à soulager les symptômes et prévenir les complications. Ce traitement comprenait :

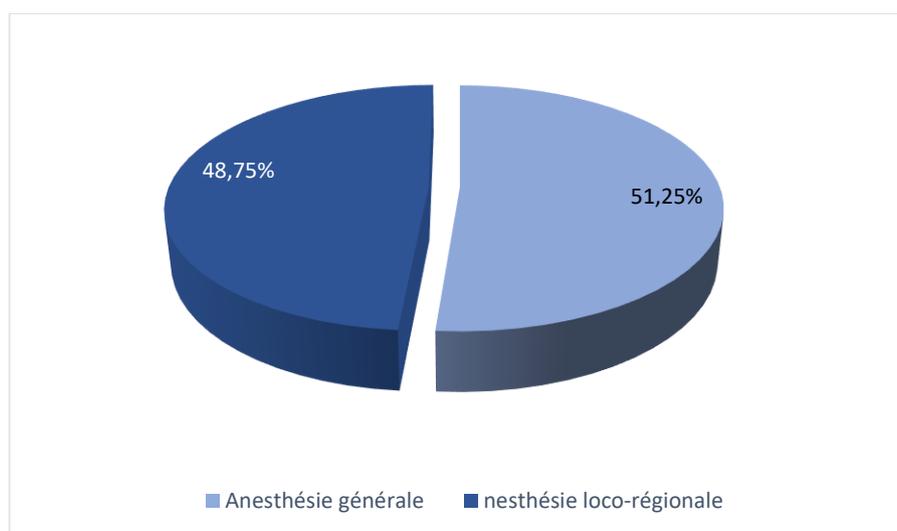
- Des antalgiques.
- Des anti-inflammatoires.
- Une antibiothérapie en cas de fracture ouverte.

### 3. Traitement chirurgical :

#### a. Type d'anesthésie :

Dans notre étude, les patients ont bénéficié de deux principaux types d'anesthésie selon les indications cliniques :

- 41 patients ont été opérés sous anesthésie générale.
- 39 patients ont été opérés sous anesthésie locorégionale.



**Figure 15 :** Répartition des cas traités chirurgicalement selon le type d'anesthésie.

#### b. Installation du malade :

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.

#### c. Voie d'abord :

Pour le radius, l'abord était antérieur par la voie de HENRY.

Pour le cubitus, l'abord est postéro-interne.

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

**d. Type d'ostéosynthèse:**

Dans notre étude, les techniques d'ostéosynthèse employées pour la prise en charge des fractures des deux os de l'avant-bras ainsi que des fractures de Galeazzi et Monteggia ont été variées, avec une prédominance notable de la plaque vissée (Fig 16 et Fig 17), utilisée chez 65 patients (81,25 %).

L'embrochage centromédullaire (Fig 18 et Fig 19), appliqué chez 10 patients (12,5 %), constituait une alternative efficace.

Par ailleurs, le fixateur hybride ou mixte (Fig 20 et Fig 21), utilisé dans 5 cas (6,25 %), s'est avéré être une solution pertinente pour les fractures ouvertes ou instables.

**Tableau 11 : Distribution de la population selon le type d'ostéosynthèse**

Variables	Nombre de cas	Pourcentage
Plaque visée (PV)	65	81.25%
Embrochage Centro Médullaire	10	18.75%
Fixateur mixte	5	6,25%
Fixateur externe (FE)	-	-



**Figure 16** : Image radiographique Face et Profil d'une fracture des 2 os de l'avant-bras gauche trait transversale déplacement en valgus. (Préopératoire). HMMI MEKNES



**Figure 17** : Fracture (Figure 14) simultanée diaphysaire des deux os de l'avant-bras traitée par plaque.  
HMMI MEKNES



Figure 18 : Image radiographique de face et profil montrant une fracture déplacée des deux os de l'avant-bras (Préopératoire) HMMI MEKNES

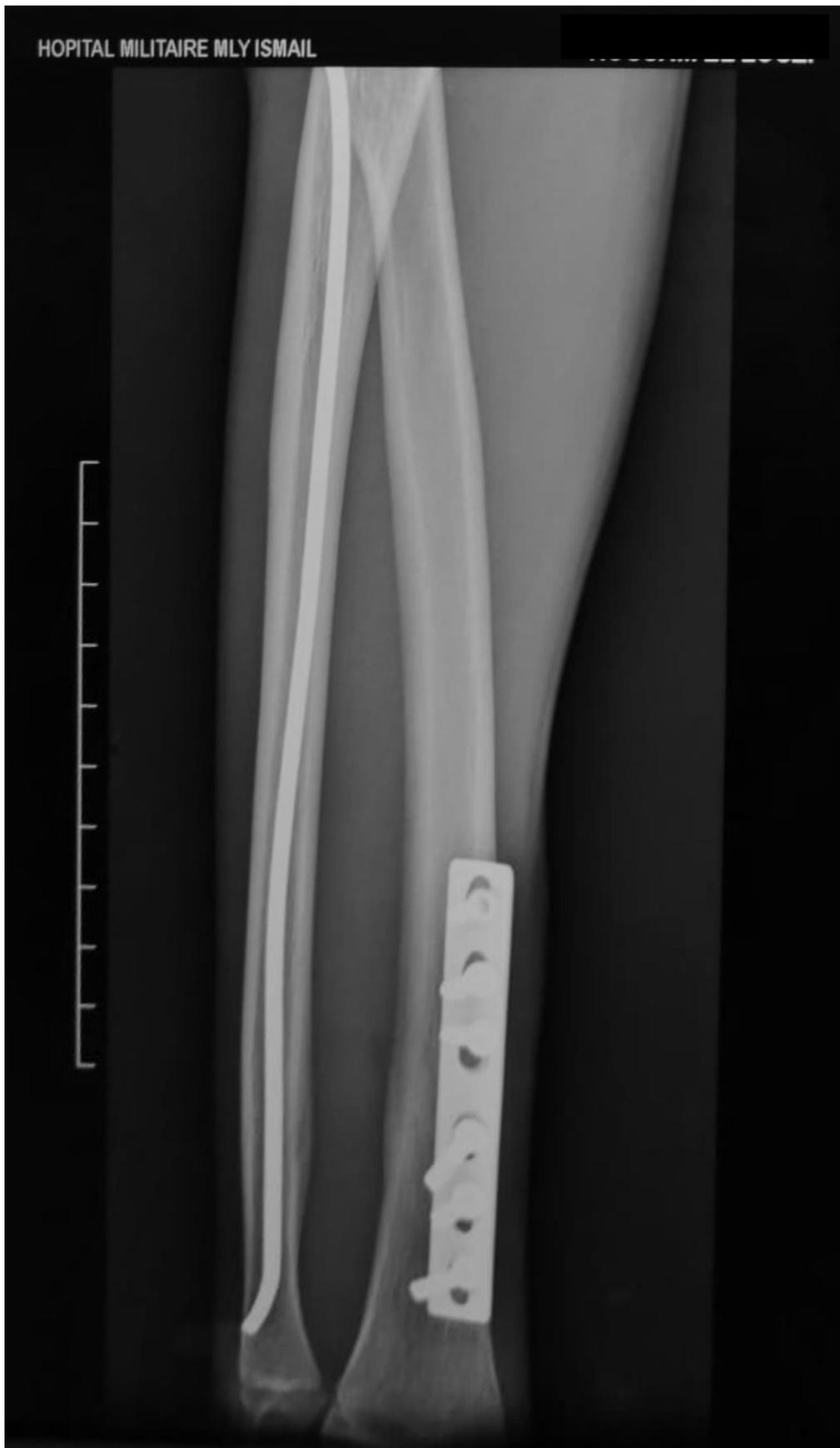


**Figure 19 :** Fracture des deux os de l'avant-bras traitée par embrochage. HMMI MEKNES



**Figure 20** : Image radiographique d'une fracture des 2 os de l'avant-bras. HMMI MEKNES : Radius :  
fracture du 1/3 distal

Ulna : fracture en bois vers a la jonction du 1/3 distal (Préopératoire)



**Figure 21** : Image radiographique postopératoire d'une fracture (Figure 17) traitée par ostéosynthèse mixte hybride. HMMI MEKNES.

e. Prise en charge en post opératoire :

e.1 Traitement médical :

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.

e.2 Le contrôle radiographique :

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

e.3 Les suites opératoires :

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.

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

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

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

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

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.

## **V. Complications :**

Dans notre série, 7 fractures des os de l'avant-bras ont présenté des complications, soit 8,75% des cas.

### **1. Les complications précoces :**

Les complications précoces représentaient 6,25% des cas, dominées par :

Les infections du site opératoire avec 5 cas, dont le traitement a fait appel à la mise à plat chirurgicale, l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, le débridement, le drainage et le curetage osseux avec le soutien d'une antibiothérapie efficace.

Aucun cas d'atteinte nerveuse, de syndrome de WOLKMAN ou de nécrose n'a été noté.

### **2. Les complications tardives :**

Dans notre étude, deux types de complications tardives ont été identifiés.

#### **a. Pseudarthrose:**

Un cas de pseudarthrose a été observé et a nécessité une reprise chirurgicale avec la mise en place d'une plaque vissée de type DCP, associée à une greffe osseuse pour optimiser la consolidation.



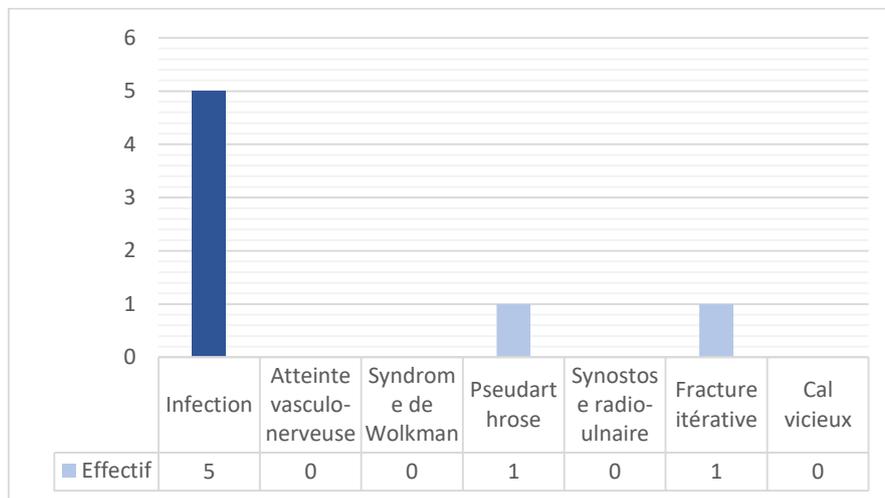
**Figure 22 :** Radio de l'avant-bras montrant une pseudarthrose de l'ulna

**b. Fracture itérative :**

Un cas de fracture itérative a été signalé, survenu suite à une chute sur un matériel d'ostéosynthèse préexistant.

**c. Autres :**

Aucun cas de synostose radio-cubitale ou de cal vicieux n'a été rapporté dans notre série.



**Figure 23 : Complications des fractures des deux os de l'avant-bras.**

**VI. Résultats thérapeutiques :**

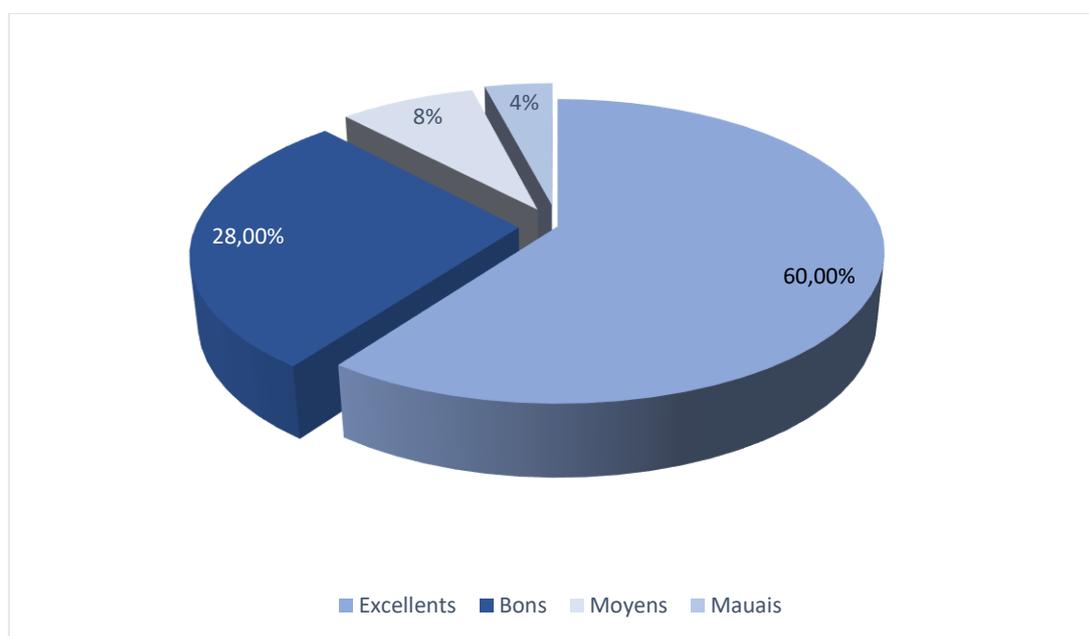
Seulement 25 patients ont répondu à notre convocation (par téléphone), dont le suivie a été assurée sous l'égide d'un senior.

L'ostéosynthèse par plaque vissée de type DCP a été pratiquée chez tous ces patients. Le recul chez nos patients variait entre 06 mois et 48 mois avec une moyenne de 24 mois.

**1. Résultats globaux :**

Les résultats globaux de ces patients ont été répartis en quatre catégories : 15 patients (60 %) ont obtenu des résultats excellents, traduisant une récupération optimale. Sept patients (28 %) ont présenté des résultats qualifiés de bons, indiquant une évolution favorable avec des limitations mineures. Deux patients (8 %) ont signalé des résultats moyens, nécessitant une attention supplémentaire. Enfin, un seul patient

(4 %) a obtenu un résultat jugé mauvais, révélant des complications ou une récupération insatisfaisante.



**Figure 24 : Répartition des résultats globaux**

## 2. Résultats analytiques :

### a. Résultats Subjectifs :

#### a.1 Douleur résiduelle :

- 3 patients (12%) ont rapporté des douleurs résiduelles modérées.
- 22 patients (88%) n'ont signalé aucune douleur résiduelle.

#### a.2 Satisfaction du patient :

- 20 patients (80%) se déclarent très satisfaits des résultats du traitement.
- 5 patients (20%) se déclarent modérément satisfaits.

**b. Résultats Objectifs :**

**b.1 Amplitude de mouvement (prono-supination) :**

L'évaluation de la mobilité a été étudiée sur les mouvements de la prono-supination.

- 24 patients (96%) ont retrouvé une récupération complète de la pronosupination.
- 1 patient (4%) a présenté une limitation partielle de la pronosupination.

**b.2 Mobilité globale :**

- 24 patients (96%) ont retrouvé une mobilité normale du coude et du poignet.
- 1 patient (4%) présente une limitation persistante.

**Tableau 12 : Résultats fonctionnels détaillés.**

Critères évalués	Nombre de cas	Pourcentage
<b>Douleur résiduelle</b>		
Sans douleur	22	88%
Douleurs modérées	3	12%
<b>Amplitude de mouvement</b>		
Récupération complète	24	96%
Limitation partielle	1	4%
<b>Mobilité globale</b>		
Mobilité normale	24	96%
Limitation persistante	1	4%

c. Résultats anatomo-radiologiques :

c.1 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:

**Tableau 13 : Résultats en fonction du type de fracture.**

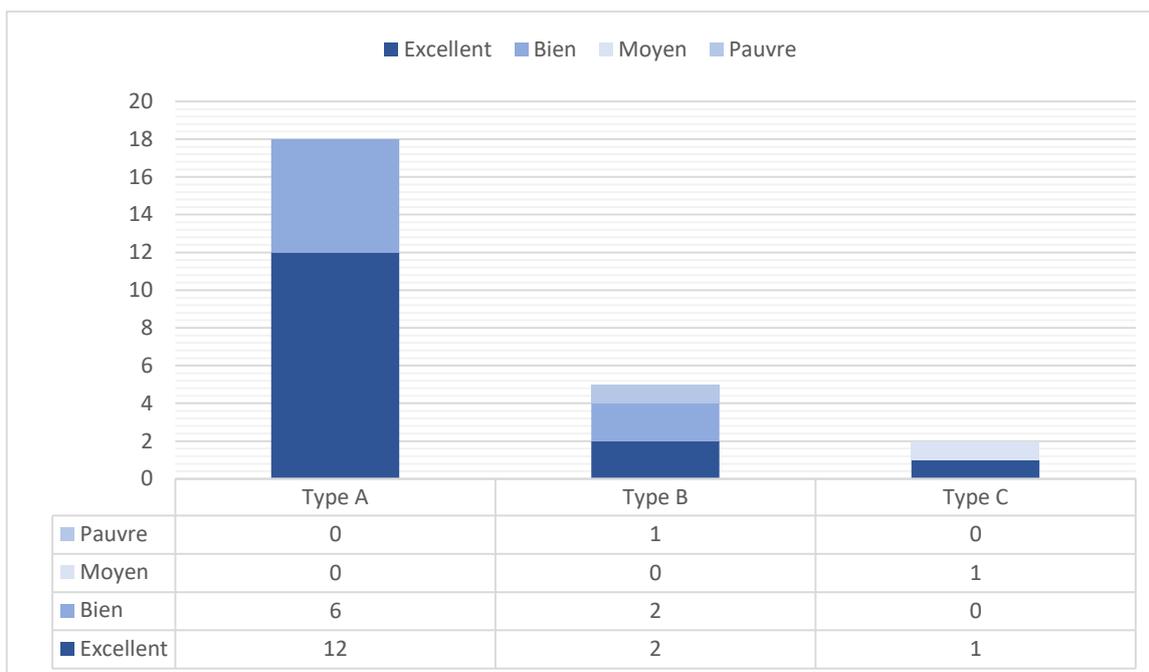
Type de fracture	Total	Excellent	Bien	Moyen	Pauvre
A	18	12	5	1	0
B	5	2	2	0	1
C	2	1	0	1	0

Parmi les fractures simples (types A et B combinés, soit 23 cas) :

- 14 cas (60,9 %) ont obtenu des résultats excellents.
- 7 cas (30,4 %) ont obtenu des résultats bons.
- 1 cas (4,3 %) a signalé un résultat moyen.
- 1 cas (4,3 %) a obtenu un résultat mauvais.

Parmi les fractures complexes (type C, soit 2 cas) :

- 1 cas (50 %) a obtenu un résultat excellent.
- 1 cas (50 %) a obtenu un résultat moyen.



**Figure 25 : Résultats en fonction du type de fracture.**

**c.2 Selon le siège du trait de la fracture :**

Les résultats montrent que les fractures du tiers inférieur présentent le meilleur taux de satisfaction (92 %, soit 9 cas), suivies par celles du tiers moyen (88 %, soit 9 cas) et du tiers supérieur (80 %, soit 4 cas).

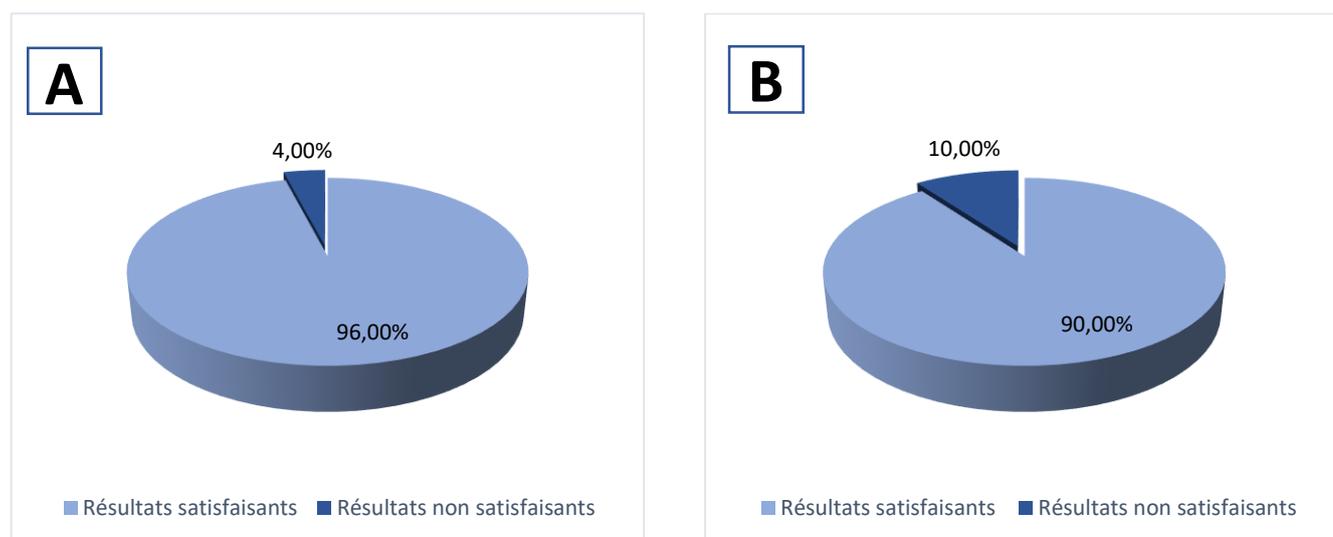
Les taux de résultats non satisfaisants sont inversement proportionnels, avec des valeurs respectives de 8 % (1 cas), 12 % (1 cas) et 20 % (1 cas).

**Tableau 14 : Répartition selon le siège du trait de la fracture.**

Siège	Nombre de cas	Résultats satisfaisants (%)	Résultats non satisfaisants (%)
1/3 supérieur	5	80 % (4 cas)	20 % (1 cas)
1/3 moyen	10	88 % (9 cas)	12 % (1 cas)
1/3 inférieur	10	92 % (9 cas)	8 % (1 cas)

**c.3 Selon le déplacement :**

Les résultats obtenus montrent que les fractures non ou peu déplacées affichent un taux de satisfaction supérieur (96 %, soit 14 cas) par rapport aux fractures déplacées (90 %, soit 9 cas). Les taux de résultats non satisfaisants sont respectivement de 4 % (1 cas) pour les fractures non ou peu déplacées et de 10 % (1 cas) pour les fractures déplacées.



**Figure 26 : Résultats des fractures non ou peu déplacées (A) et déplacées (B)**

**c.4 Selon l'état cutané :**

Les fractures fermées ont montré les meilleurs résultats avec 90 % de résultats excellents (18 cas) contre 80 % (4 cas) pour les fractures ouvertes. Un seul cas de fracture ouverte a présenté un résultat moyen, représentant 20 % des cas ouverts.

**Tableau 15: Résultats en fonction de l'état cutané.**

État cutané	Nombre de cas	Résultats excellents	Résultats moyens	Résultats pauvres
Fracture fermée	20	90 % (18 cas)	10 % (2 cas)	0 % (0 cas)
Fracture ouverte	5	80 % (4 cas)	20 % (1 cas)	0 % (0 cas)

**c.5 Durée de consolidation :**

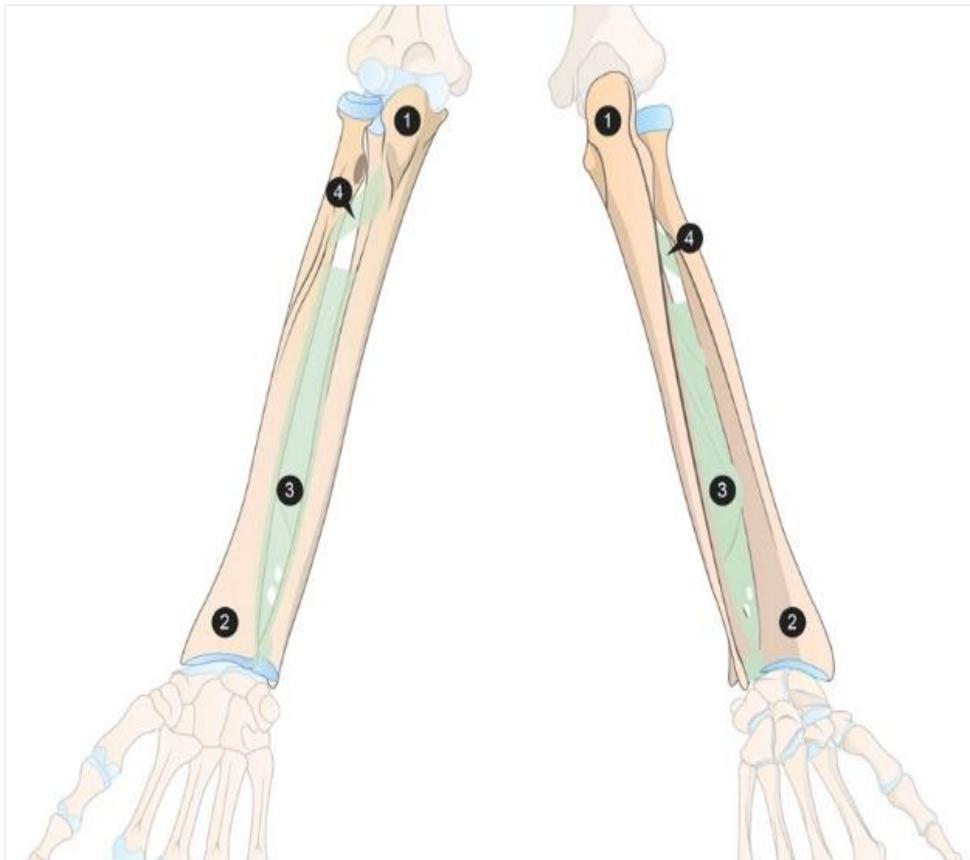
Le délai moyen de consolidation dans notre série est de 13 semaines.

# DISCUSSION

## I. Rappels anatomiques :

### 1. Ostéologie de l'avant-bras :

Le squelette anté-brachial est composé de deux os longs (figure 1), le radius et l'ulna, déposés de manière parallèle en position anatomique. Ces os sont maintenus en place et associés par des structures fibreuses essentielles, telles que la membrane interosseuse anté-brachiale et la corde oblique, qui permettent également l'insertion des muscles.



**Figure 27 :** Anatomie des structures osseuses et fibreuses de l'avant-bras  
Ulna (1) Radius (2) Membrane interosseuse antébrachiale (3) et corde oblique (4)

a. Le radius :

Le radius est l'os latéral de l'avant-bras. Il présente trois parties distinctes :

a.1 L'extrémité proximale (épiphyse supérieure) :

- La tête radiale, de forme cylindrique, est recouverte de cartilage hyalin. Elle s'articule avec le capitellum de l'humérus et l'incisure radiale de l'ulna.
- Le col du radius, légèrement rétréci, relie la tête au corps. C'est une zone de transition importante, souvent impliquée dans les fractures de Monteggia [18].
- La tubérosité radiale (ou bicipitale), située sous le col sur la face antéro-médiale, sert de point d'insertion au muscle biceps brachial.

a.2 Le corps (ou diaphyse) :

- De forme prismatique triangulaire, il présente trois bords : antérieur, postérieur et interosseux (médial).
- Les trois faces sont : antérieure (origine du muscle fléchisseur long du pouce), postérieure et latérale.
- La courbure pronatrice, avec une convexité latérale, est essentielle à la pronosupination. Son rétablissement précis est crucial lors de la réduction des fractures [19].



**Figure 28 :** Fracture diaphysaire comminutive des deux os avec luxation bipolaire perturbant l'anatomie des courbures. [20]

a.3 L'extrémité distale (épiphyse inférieure) :

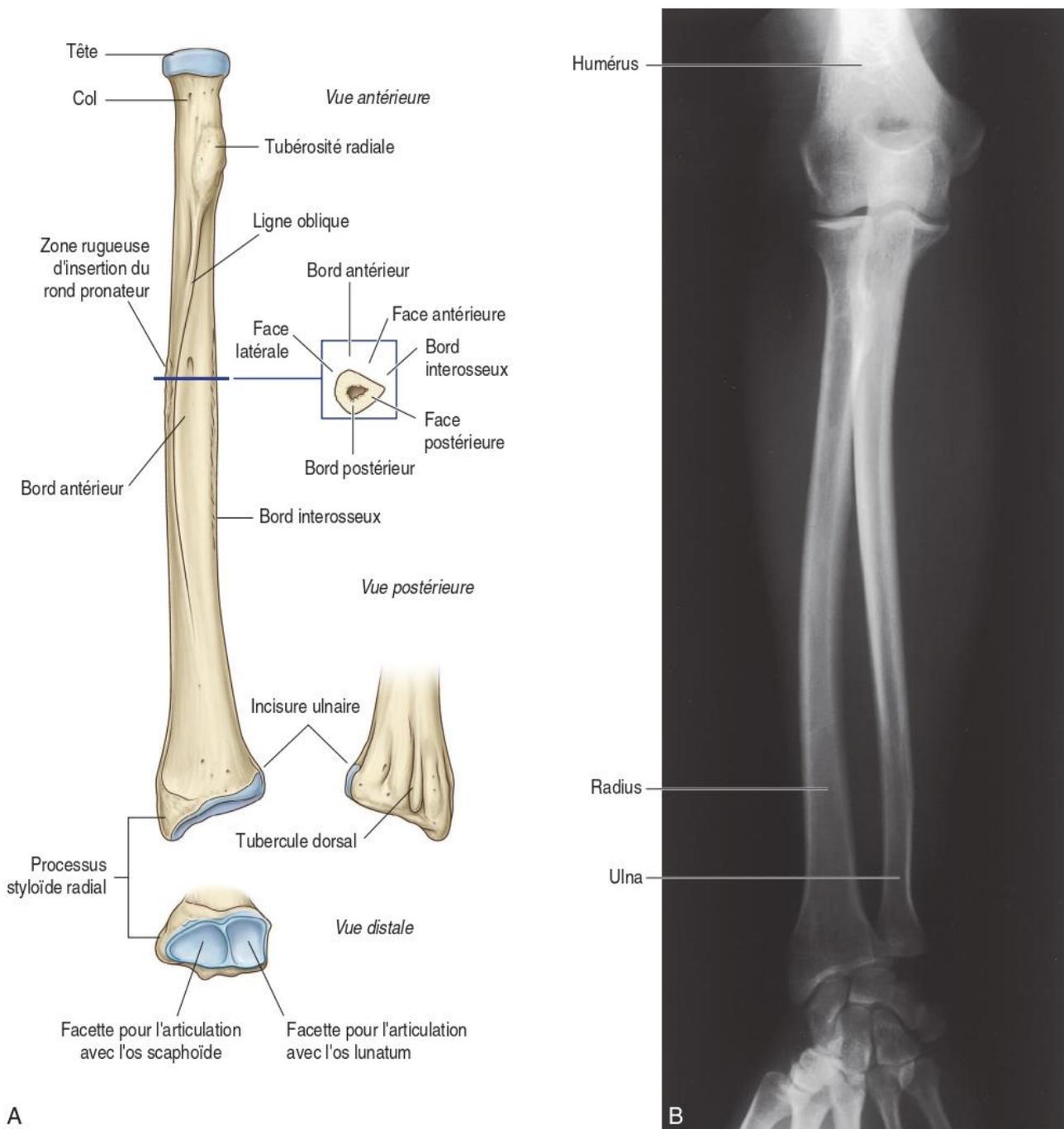
- S'élargit pour former la surface articulaire avec le carpe, comprenant les fosses scaphoïdienne et lunarienne.
- Le processus styloïde radial, sur le bord latéral, est un repère anatomique important et un point d'insertion ligamentaire.
- L'incisure ulnaire, sur la face médiale, s'articule avec la tête de l'ulna, formant l'articulation radio-ulnaire distale.[21]



Figure 29 : Vue de dessus de la courbure dans le plan sagittal et de la face antérieure plane du radius.  
[20]



Figure 30 : Vue médiale de la face antérieure concave mais plane du radius. [20]



**Figure 31** : Radius. A. Diaphyse et extrémité distale d'un radius droit. B. Radiographie de l'avant-bras (vue de face). .[20]

**b. L'ulna :**

L'ulna est l'os médial de l'avant-bras, plus long que le radius. Il se compose également de trois parties :

**b.1 L'extrémité proximale :**

- L'olécrâne, saillie postérieure proéminente, s'articule avec la trochlée humérale et forme la partie postérieure du coude.
- Le processus coronoïde, en avant, forme la partie inférieure de l'incisure trochléaire et est un point d'insertion important pour le muscle brachial.
- L'incisure radiale, sur le bord latéral, s'articule avec la tête du radius, formant l'articulation radio-ulnaire proximale.



**Figure 32 : L'ulna est convexe en arrière. [20]**

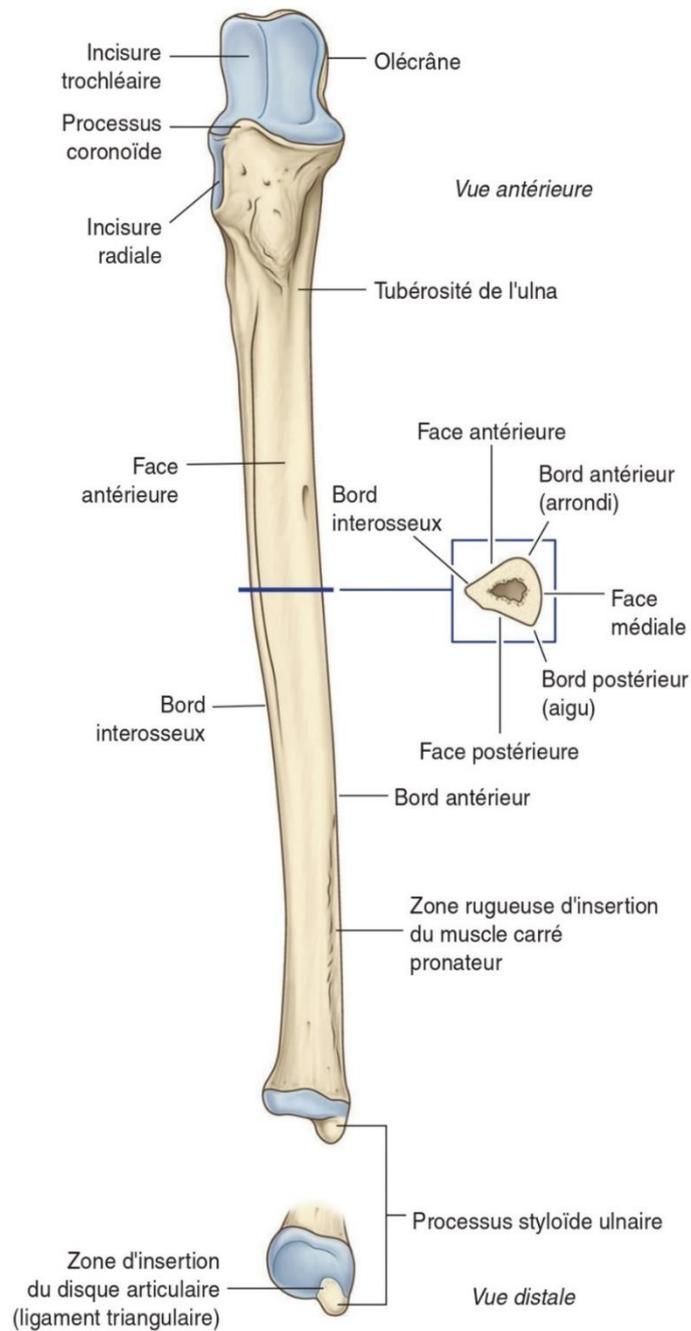
**b.2 Le corps :**

- De forme prismatique triangulaire, il est plus épais proximale et s'amincit distalement.
- Présente trois bords : antérieur, postérieur et interosseux.
- Les trois faces sont : antérieure (origine du muscle fléchisseur profond des doigts), postérieure et médiale.

**b.3 L'extrémité distale :**

- Plus petite que celle du radius, elle comprend la tête ulnaire et le processus styloïde ulnaire.

- La circonférence articulaire de la tête s'articule avec l'incisure ulnaire du radius.
- Le processus styloïde ulnaire est un point d'insertion important pour le complexe fibrocartilagineux triangulaire [22].



**Figure 33 : Diaphyse et partie distale de l'ulna droit..[20]**

c. La membrane interosseuse :

Structure fibreuse reliant le radius et l'ulna :

- S'étend sur presque toute la longueur des diaphyses, laissant libre les articulations radio-ulnaires proximale et distale.
- Composée principalement de fibres obliques descendant du radius vers l'ulna.
- Joue un rôle crucial dans la stabilité de l'avant-bras et la transmission des forces.
- Comporte des orifices pour le passage de vaisseaux et de nerfs.

La membrane interosseuse a plusieurs fonctions biomécaniques importantes :

- Stabilisation longitudinale de l'avant-bras.
- Transmission des forces du poignet au coude.
- Limitation des mouvements de translation entre le radius et l'ulna [23].

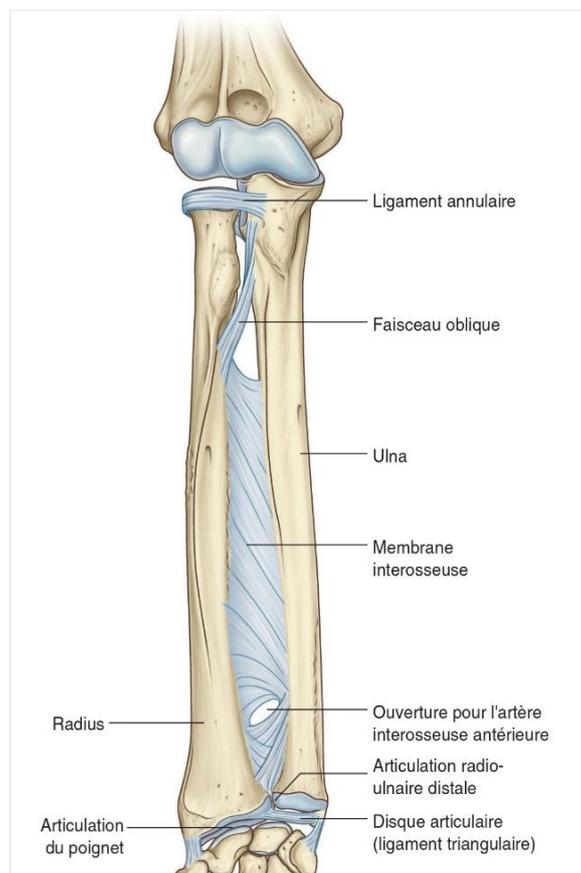


Figure 34 : Membrane interosseuse de l'avant-bras. .[20]

La compréhension détaillée de l'anatomie osseuse est essentielle pour :

- L'interprétation des images radiologiques des fractures.
- La planification chirurgicale, notamment le choix du matériel d'ostéosynthèse.
- L'évaluation des risques de complications, comme les pseudarthroses ou les synostoses [24].

Les variations anatomiques, bien que rares, doivent être prises en compte lors de l'analyse radiologique préopératoire. La préservation ou la restauration de la courbure pronatrice du radius est particulièrement importante pour maintenir une pronosupination fonctionnelle.

## 2. Articulations radio-ulnaires :

Les articulations radio-ulnaires sont essentielles pour la pronosupination de l'avant-bras. Elles comprennent l'articulation radio-ulnaire proximale (ARUP) et l'articulation radio-ulnaire distale (ARUD), fonctionnant de concert pour permettre la rotation de l'avant-bras [25].

### a. Articulation radio-ulnaire proximale (ARUP) :

L'ARUP est une articulation trochoïde (pivot) entre la tête du radius et l'incisure radiale de l'ulna.

#### a.1 Anatomie :

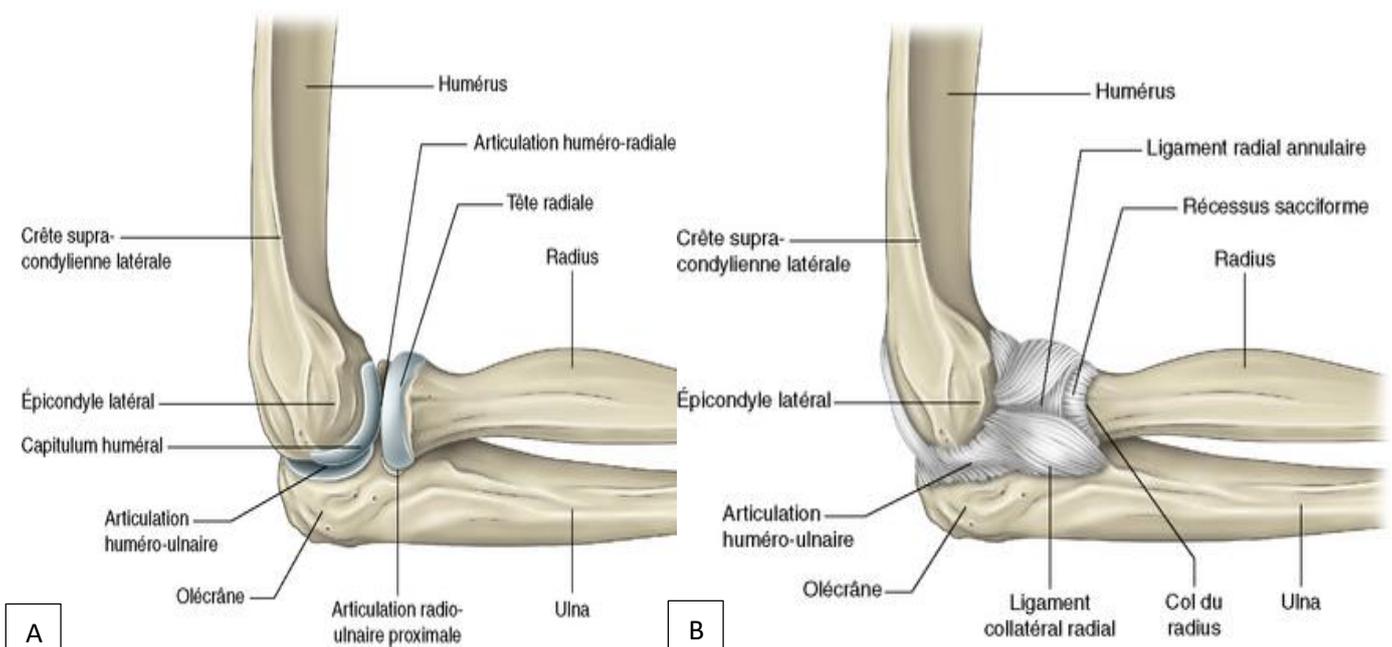
- La tête radiale : surface articulaire cylindrique, recouverte de cartilage sur 240°.
- L'incisure radiale de l'ulna : concavité sur la face latérale de l'extrémité proximale de l'ulna.
- Le ligament annulaire : structure fibreuse entourant la tête radiale, cruciale pour la stabilité [26].

**a.2 Biomécanique :**

- Permet la rotation axiale du radius autour de l'ulna.
- La congruence articulaire est maintenue par le ligament annulaire et la membrane interosseuse.
- L'intégrité de l'ARUP est essentielle pour la stabilité du coude et la pronosupination [27].

**a.3 Implications cliniques :**

- Les fractures de Monteggia impliquent souvent une perturbation de l'ARUP.
- La reconstruction précise de l'ARUP est cruciale dans le traitement des fractures proximales du radius et de l'ulna [28].



**Figure 35 :** coupe anatomique de l'ARUP montrant la tête radiale, l'incisure ulnaire **A** et le ligament annulaire **B** [20]

**b. Articulation radio-ulnaire distale (ARUD) :**

L'ARUD est une articulation trochoïde entre la tête de l'ulna et l'incisure ulnaire du radius.

**b.1 Anatomie :**

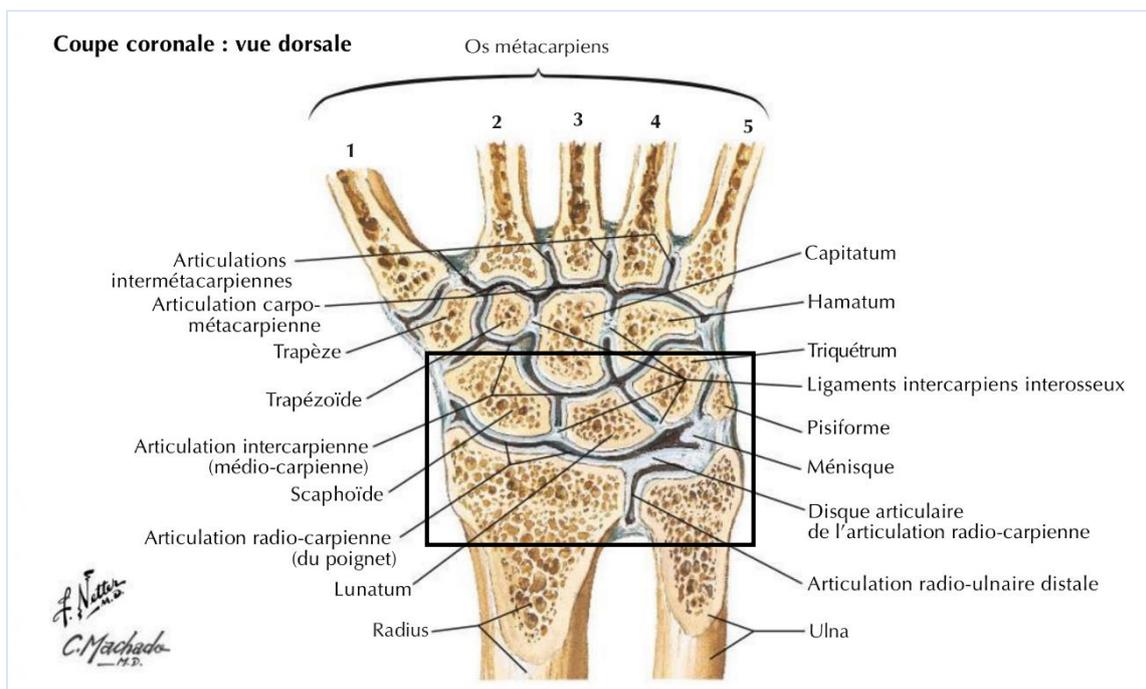
- Tête ulnaire : surface articulaire convexe.
- Incisure ulnaire du radius : surface concave sur la face médiale de l'épiphyse distale du radius.
- Complexe fibrocartilagineux triangulaire (CFCT) : structure stabilisatrice clé [29].

**b.2 Biomécanique :**

- Permet la rotation du radius autour de l'ulna lors de la pronosupination.
- Le CFCT joue un rôle crucial dans la stabilisation et la répartition des charges.

**b.3 Implications cliniques : [30]**

- Les fractures de Galeazzi perturbent souvent l'ARUD.
- L'instabilité de l'ARUD peut entraîner des douleurs chroniques et une limitation fonctionnelle.



**Figure 36** : Arthrographie ou coupe anatomique de l'ARUD montrant la relation entre le radius, l'ulna et le CFCT. [28]

**c. Interrelation entre ARUP et ARUD :**

- Les deux articulations fonctionnent en synergie pour permettre une pronosupination fluide.
- La perturbation de l'une peut affecter la fonction de l'autre, soulignant l'importance d'une approche globale dans le traitement des fractures de l'avant-bras [31].

**3. Système musculo-tendineux de l'avant-bras :**

Le système musculo-tendineux de l'avant-bras est complexe et essentiel pour les mouvements de flexion, d'extension, de pronation et de supination. Il est organisé en trois loges principales : antérieure, postérieure et latérale.

**a. Loge antérieure (fléchisseurs) :**

La loge antérieure est divisée en trois plans :

**a.1 Plan superficiel :**

- Rond pronateur (Pronator teres)
- Long palmaire (Palmaris longus)
- Fléchisseur radial du carpe (Flexor carpi radialis)
- Fléchisseur ulnaire du carpe (Flexor carpi ulnaris)

**a.2 Plan intermédiaire :**

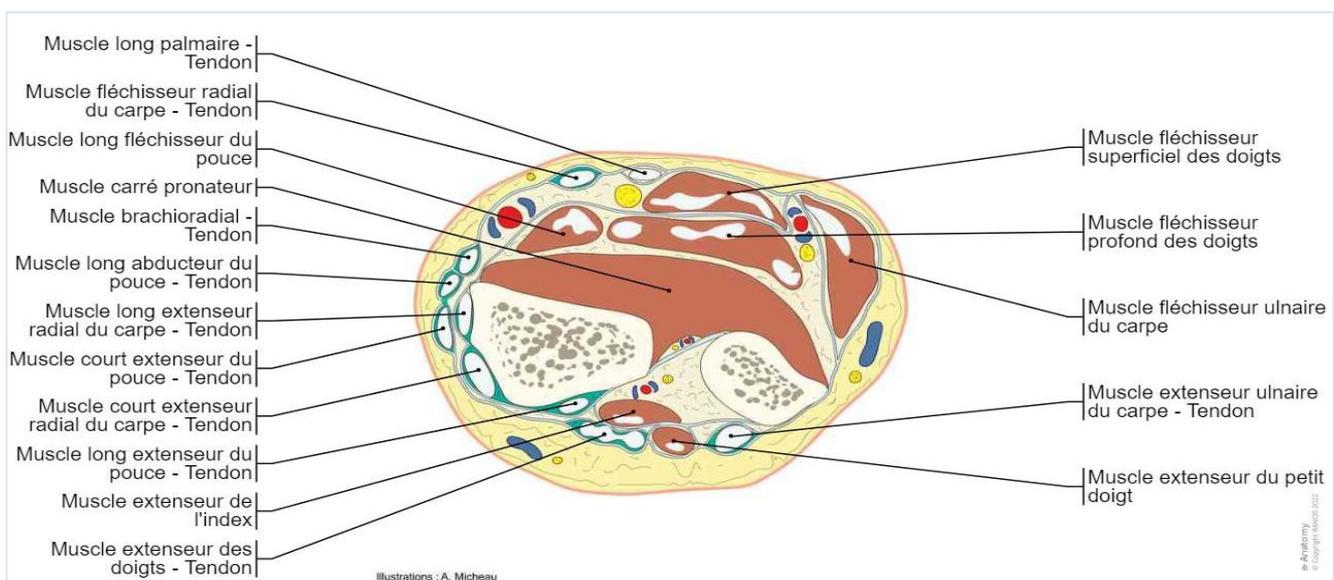
- Fléchisseur superficiel des doigts (Flexor digitorum superficialis)

**a.3 Plan profond :**

- Fléchisseur profond des doigts (Flexor digitorum profundus)
- Long fléchisseur du pouce (Flexor pollicis longus)
- Carré pronateur (Pronator quadratus)

**Fonction principale :** Flexion du poignet et des doigts, pronation de l'avant-bras.

**Innervation :** Principalement par le nerf médian, à l'exception du fléchisseur ulnaire du carpe et de la moitié ulnaire du fléchisseur profond des doigts, innervés par le nerf ulnaire.



**Figure 37 :** Anatomie en coupe (section transversale) du poignet, du carpe et de l'avant-bras. [32]

**b. Loge postérieure (extenseurs) :**

Divisée en deux plans :

**b.1 Plan superficiel :**

- Long extenseur radial du carpe (Extensor carpi radialis longus)
- Court extenseur radial du carpe (Extensor carpi radialis brevis)
- Extenseur commun des doigts (Extensor digitorum communis)
- Extenseur propre du petit doigt (Extensor digiti minimi)
- Extenseur ulnaire du carpe (Extensor carpi ulnaris)

**b.2 Plan profond :**

- Long abducteur du pouce (Abductor pollicis longus)
- Court extenseur du pouce (Extensor pollicis brevis)
- Long extenseur du pouce (Extensor pollicis longus)
- Extenseur propre de l'index (Extensor indicis proprius)

**Fonction principale :** Extension du poignet et des doigts.

**Innervation :** Nerf radial et sa branche profonde (nerf interosseux postérieur).

**c. Loge latérale :**

Comprend :

- Long supinateur (Brachioradialis)
- Long extenseur radial du carpe (Extensor carpi radialis longus)
- Court extenseur radial du carpe (Extensor carpi radialis brevis)

**Fonction principale :** Flexion du coude, abduction radiale du poignet.

**Innervation :** Nerf radial.

#### d. Implications cliniques :

- Syndrome des loges : La disposition des muscles en loges fermées prédispose au syndrome des loges, une complication potentiellement grave des fractures de l'avant-bras [33].
- Rééducation post-opératoire : La compréhension de l'anatomie musculaire est essentielle pour élaborer des protocoles de rééducation efficaces après une chirurgie de l'avant-bras [34].
- Approches chirurgicales : La connaissance précise de l'anatomie musculaire guide le choix des voies d'abord chirurgicales, minimisant le risque de lésions iatrogènes.
- Transferts tendineux : Dans les cas de paralysies ou de ruptures tendineuses chroniques, la connaissance de l'anatomie fonctionnelle permet de planifier des transferts tendineux efficaces [35].

### 4. Vascularisation et innervation

#### a. Vascularisation artérielle :

La vascularisation de l'avant-bras est assurée principalement par trois axes artériels majeurs :

##### a.1 Artère radiale :

- Branche terminale de l'artère brachiale.
- Trajet : longe le bord latéral de l'avant-bras.
- Rôle : irrigation des muscles de la loge latérale et antéro-externe.
- Importance clinique : utilisée pour la prise du pouls radial et les pontages coronariens [36].

**a.2 Artère ulnaire :**

- Autre branche terminale de l'artère brachiale.
- Trajet : suit le bord médial de l'avant-bras.
- Rôle : vascularisation des muscles de la loge antéro-interne.
- Particularité : donne naissance à l'artère interosseuse commune [37].

**a.3 Système interosseux :**

- Artère interosseuse commune : se divise en antérieure et postérieure.
- Artère interosseuse antérieure : parcourt la face antérieure de la membrane interosseuse.
- Artère interosseuse postérieure : irrigue les muscles extenseurs.

**b. Drainage veineux :**

Le drainage veineux de l'avant-bras s'effectue par deux systèmes :

**b.1 Système veineux profond :**

- Veines satellites des artères (deux veines pour chaque artère).
- Rôle majeur dans le drainage des structures profondes.

**b.2 Système veineux superficiel :**

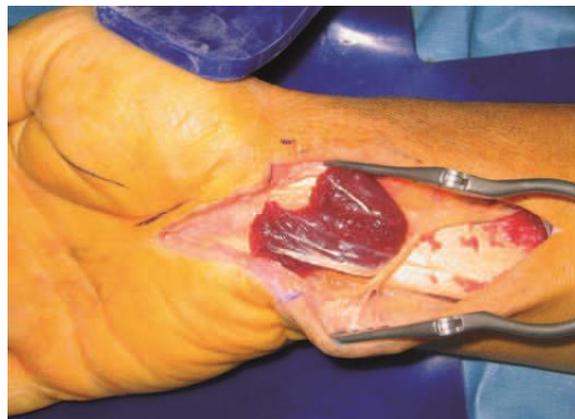
- Veine céphalique : bord latéral de l'avant-bras.
- Veine basilique : bord médial de l'avant-bras.

**c. Innervation :**

L'innervation de l'avant-bras est assurée par trois nerfs principaux :

**c.1 Nerf médian :**

- Trajet : centre de l'avant-bras, entre les muscles fléchisseurs superficiels et profonds.
- Innervation motrice : majorité des muscles fléchisseurs de l'avant-bras et de la main.
- Innervation sensitive : face palmaire du pouce, index, majeur et moitié radiale de l'annulaire.
- Branche importante : nerf interosseux antérieur, innervant les muscles profonds de la loge antérieure [38].



**Figure 38 :** Voie antérieure de Henry montrant la branche sensitive du nerf médian. [20]

**c.2 Nerf ulnaire :**

- Trajet : bord médial de l'avant-bras, accompagnant l'artère ulnaire
- Innervation motrice : fléchisseur ulnaire du carpe, moitié médiale du fléchisseur profond des doigts
- Innervation sensitive : bord médial de la main, auriculaire et moitié médiale de l'annulaire [6]

**c.3 Nerf radial :**

Se divise au niveau du coude en branche superficielle (sensitive) et profonde (motrice)

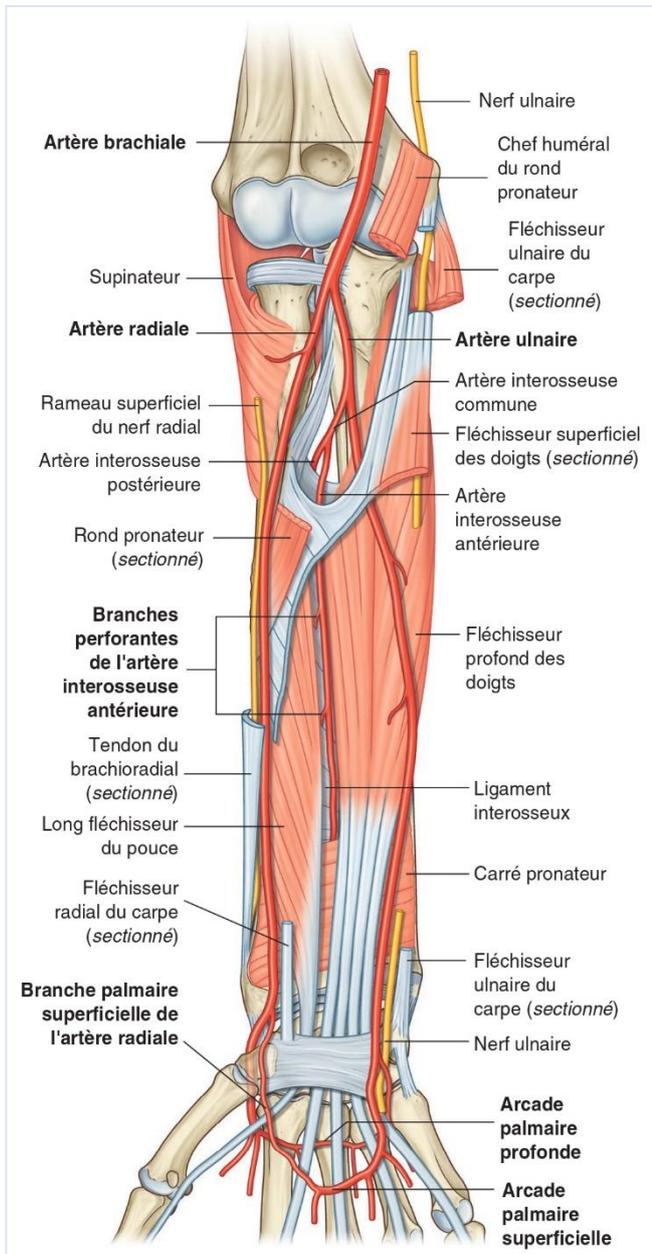
- Branche profonde : devient le nerf interosseux postérieur, innervant les muscles extenseurs
- Innervation sensitive : face dorsale de la main (sauf partie médiale) [7]



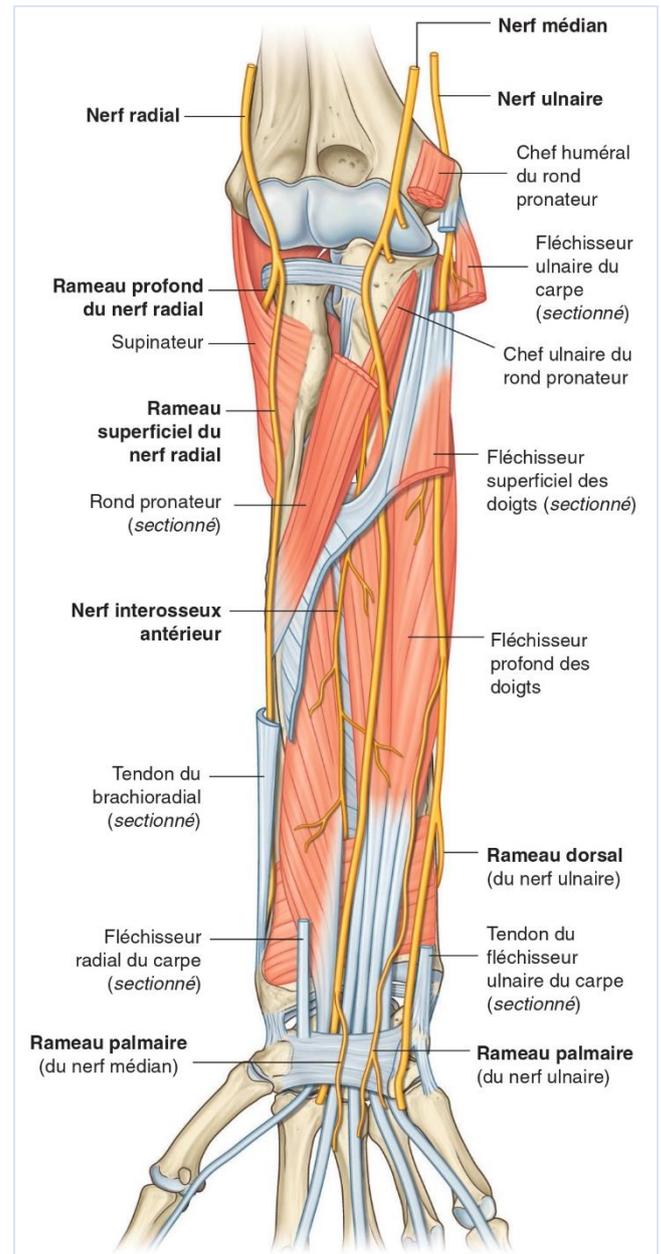
**Figure 39** : Voie externe élargie : les branches sensibles du nerf radial. [20]

d. Implications cliniques :

- Évaluation neurovasculaire : Essentielle avant et après toute intervention chirurgicale sur l'avant-bras.
- Risques chirurgicaux : Les voies d'abord doivent tenir compte de ces structures pour minimiser les lésions iatrogènes.
- Syndrome des loges : La compression vasculo-nerveuse peut entraîner des séquelles graves, nécessitant une vigilance particulière.
- Réparations microchirurgicales : La connaissance précise de l'anatomie vasculo-nerveuse est cruciale pour les reconstructions complexes.



**Figure 8 :** Artères du compartiment antérieur de l'avant-bras. [20]



**Figure 9 :** Nerfs du compartiment antérieur de l'avant-bras. [20]

## II. Rappels biomécaniques :

### 1. Biomécanique de la pronosupination :

La pronosupination est un mouvement complexe de rotation de l'avant-bras autour de son axe longitudinal, essentiel pour le positionnement de la main dans l'espace.

**a. Principes de base :**

- Amplitude de mouvement : Environ 180° (90° de pronation et 90° de supination)
- Axe de rotation : Passe par la tête radiale proximale et la tête ulnaire distale

**b. Mécanisme de la pronosupination :****b.1 Pronation :**

- Le radius tourne autour de l'ulna, qui reste relativement fixe.
- La tête radiale pivote dans l'incisure radiale de l'ulna.
- Distalement, le radius croise l'ulna en avant.

**b.2 Supination :**

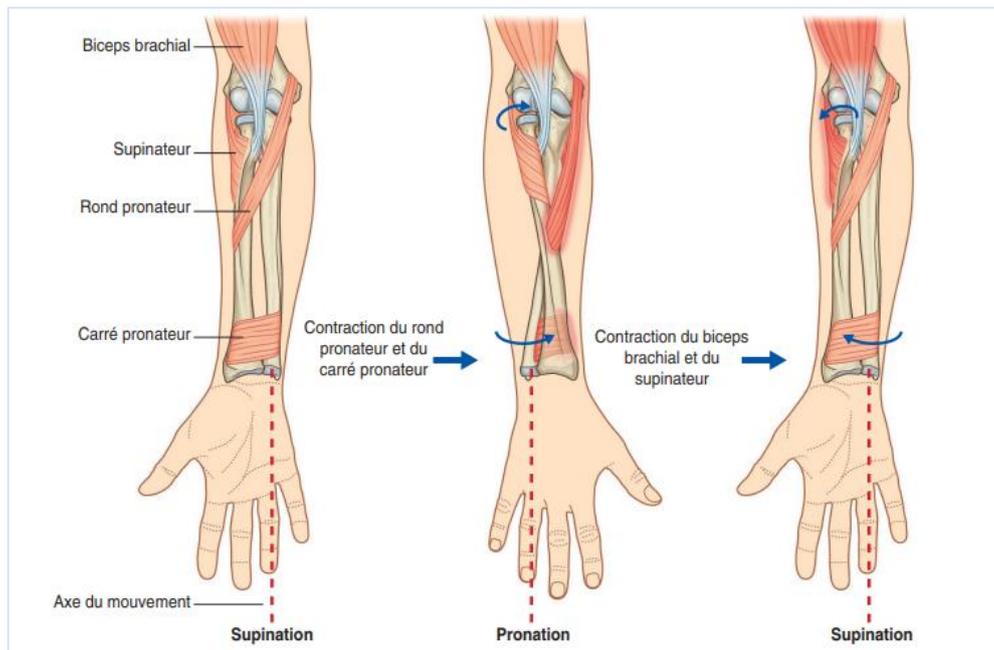
- Mouvement inverse, le radius revient en position parallèle à l'ulna.

**c. Rôle des articulations :**

- Articulation radio-ulnaire proximale : Permet la rotation de la tête radiale.
- Articulation radio-ulnaire distale : Facilite le mouvement de circumduction du radius autour de l'ulna.
- Membrane interosseuse : Stabilise le mouvement et transmet les forces entre les deux os.

d. Muscles impliqués :

- Pronateurs principaux : muscle rond pronateur, muscle carré pronateur.
- Supinateurs principaux : muscle supinateur, muscle biceps brachial.



**Figure 40 : Pronation et supination**

e. Implications cliniques :

- Les fractures de l'avant-bras peuvent perturber l'axe de rotation, limitant la pronosupination.
- La restauration de la courbure pronatrice du radius est cruciale pour une fonction optimale.
- Les synostoses radio-ulnaires post-traumatiques peuvent bloquer complètement ce mouvement.

2. Conséquences biomécaniques des fractures :

Les fractures des deux os de l'avant-bras peuvent avoir des répercussions significatives sur la biomécanique de la pronosupination et la fonction globale du membre supérieur.

a. Impact sur l'axe de rotation :

- Perturbation de l'alignement radio-ulnaire : Peut modifier l'axe de rotation physiologique
- **Conséquence** : Limitation de l'amplitude de pronosupination
- La courbure pronatrice du radius est essentielle pour une pronosupination optimale
- Un cal vicieux peut réduire cette courbure, limitant la pronation

b. Perturbation de la membrane interosseuse :

- Déchirure ou cicatrisation anormale de la membrane interosseuse
- **Conséquences** : Instabilité longitudinale de l'avant-bras, migration proximale du radius

c. Risque de synostose radio-ulnaire :

- Formation d'un pont osseux entre le radius et l'ulna
- **Conséquence** : Blocage complet de la pronosupination

d. Modifications des rapports articulaires :

- Perturbation des articulations radio-ulnaires proximale et distale
- **Conséquences** : Instabilité articulaire, risque d'arthrose précoce

e. Impact sur la transmission des forces :

- Altération de la répartition des charges entre le radius et l'ulna
- **Conséquences** : Surcharge de l'articulation radio-carpienne ou ulno-carpienne

### **III. Etude épidémiologique comparative :**

La confrontation et l'analyse des résultats avec les données de la littérature se sont faites en tenant compte de plusieurs critères, à savoir les données épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et évolutives.

#### **1. Fréquence :**

Les fractures des deux os s'inscrivent dans un contexte où elles impliquent des enjeux importants de prise en charge, en raison de leur impact fonctionnel sur la mobilité et la stabilité de l'avant-bras.

Dans notre étude, les fractures des deux os de l'avant-bras et celles associées à une luxation représentent en moyenne 1,50 %.

Nos résultats corroborent en partie les données de la littérature. Selon Court-Brown et al et Marcheix et al [39], les fractures de l'avant-bras chez l'adulte représentent environ 1 à 2 % de l'ensemble des fractures des membres. Cette fréquence stable dans les grandes cohortes épidémiologiques rejoint les observations faites dans notre série, bien que la présence de luxations associées reste un paramètre rarement étudié dans les travaux précédents.

## 2. L'âge :

Dans notre série, l'âge moyen des patients ayant subi un traitement chirurgical pour les fractures des deux os de l'avant-bras est de 34 ans, avec une amplitude allant de 11 à 78 ans. Ces résultats sont en accord avec les observations rapportées dans la littérature internationale, où l'âge moyen varie entre 29 et 41 ans. Cette distribution reflète principalement la prévalence accrue de ces fractures chez les adultes jeunes, en raison de leur forte implication dans des activités physiques à risque et des accidents de la voie publique.

Les résultats les plus proches de notre série proviennent des travaux de Kaba et al. (2022) et de Biswas et al (2023) et de Sahoo et al (2023), où les âges entre 33 et 35 ans. Ces similitudes peuvent s'expliquer par des contextes socio-économiques et géographiques similaires, où les fractures de l'avant-bras sont majoritairement dues à des chutes ou des traumatismes à haute énergie.

Cependant, des différences significatives émergent en comparant notre série avec celle de Saini et al. (2023) en Inde, où l'âge moyen est de 41 an. Cette variation pourrait être attribuée à des facteurs culturels ou environnementaux, tels qu'une population plus âgée ou une moindre implication des jeunes dans des activités à risque.

Ces résultats témoignent d'une variabilité importante liée non seulement aux différences méthodologiques des études (taille d'échantillon, critères d'inclusion), mais également aux contextes épidémiologiques locaux. L'amplitude importante des extrêmes d'âge dans notre série souligne la nécessité d'adapter les stratégies chirurgicales en fonction des spécificités de chaque tranche d'âge. Chez les sujets jeunes, l'objectif principal reste de préserver la fonction et d'assurer une consolidation

rapide, tandis que chez les patients plus âgés, la prise en compte de la qualité osseuse et des comorbidités est primordiale.

**Tableau 16 :** Etude comparative avec la littérature selon la moyenne d'âge.

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Age moyen	Extrêmes d'âges
Ring et al. [40]	2005	Etats unis	41	34	16-85
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	41 ± 19	-
Droll et al.[42]	2007	Canada	30	44	18-73
Behnke et al.[43]	2012	Etats unis	27	32 ± 16	12-70
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	29	14-62
Lee et al.[45]	2014	Corée	32	47	15-82
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	47.3	15-82
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	40 ± 10	-
Zhang et al.[47]	2016	Chine	21	38 ± 1	-
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	32	12-83
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	36.28	18-63
Marchand et al.[50]	2021	Etats unis	213	40 ± 17	17-82
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	32	19-67
Kaba et al.[52]	2022	Mali	35	34,9	18-68
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	41 ± 12	20-70
Vasara et al.[54]	2023	Finlande	202	39 ± 20	16-89
Biswas et al.[55]	2023	Inde	40	33.05	19-68
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	35	14-69
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	54	37.8±7.4	22-56
Notre série	2024	Maroc	80	34	11-78

### 3. Sexe :

Dans notre série, 81,25 % des patients sont de sexe masculin, ce qui s'aligne avec la majorité des études internationales. Cette prédominance masculine est fréquemment observée dans les traumatismes orthopédiques en raison de l'implication accrue des hommes dans des activités physiques à risque, telles que les travaux manuels, les sports de contact et les accidents de la voie publique. (Tableau 17)

En revanche, des variations légères, comme les 57 % observés par Zhang et al. (2016) en Chine, peuvent être attribuées à des différences socioculturelles ou à une répartition distincte des activités professionnelles entre les sexes. Globalement, ces résultats soulignent l'importance de stratégies de prévention ciblées sur les populations à risque, en particulier les hommes jeunes et actifs.

**Tableau 17 : Répartition des cas selon le sexe en comparaison avec les auteurs.**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Masculin (%)
Ring et al. [40]	2005	Etats unis	41	31 (76%)
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	17 (68%)
Droll et al.[42]	2007	Canada	30	19 (63%)
Behnke et al.[43]	2012	Etats unis	27	17 (63%)
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	44 (93,6%)
Lee et al.[45]	2014	Corée	32	22 (69%)
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	30 (63,8%)
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	93 (71%)
Zhang et al.[47]	2016	Chine	21	12 (57%)
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	66 (85%)
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	80 (76.92%)
Marchand et al.[50]	2021	Etats unis	213	138 (65%)
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	29 (82,9%)
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	27 (58,7%)
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	34 (85%)
Vasara et al.[54]	2023	Finlande	202	127 (63%)
Biswas et al.[55]	2023	Inde	40	30 (75%)
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	24 (80%)
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	54	34 (63%)
Notre série	2024	Maroc	80	65 (81.25%)

#### 4. Circonstances du traumatisme:

Dans notre série, les accidents de la voie publique (AVP) représentent la cause principale des fractures des deux os de l'avant-bras, avec 35 cas, soit 43,75 %. Ce résultat concorde avec les travaux des différents auteurs, où les AVP constituent également le facteur prédominant. Cette prévalence élevée est attribuable à la fréquence accrue des accidents à haute énergie, caractéristiques des populations urbaines et des infrastructures routières en développement.

**Tableau 18 :** Etude comparative avec la littérature selon les circonstances du traumatisme.

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	AVP	Chute simple	Accident de sport   travail	Chute d'une hauteur	Autre et agression
Ring et al. [40]	2005	Etats unis	41	11	6	1	2	5
Droll et al.[42]	2007	Canada	30	12	9	9	-	-
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	17	-	13	14	3
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	14	16	13	-	4
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	63	-	19	-	-
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	43	-	16	-	14
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	32	56	8	-	8
GS et al.[58]	2019	Inde	30	25	5	-	-	-
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	30	1	1	-	3
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	6	22	8	-	2
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	9	4	-	4	3
Vasara et al.[54]	2023	Finlande	202	74	65	9	25	10
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	15	12	1	-	2
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	19	12	-	-	2
Notre série	2024	Maroc	80	35	11	17	9	9

Ces résultats soulignent l'importance de renforcer les politiques de prévention routière et les mesures de sécurité au travail pour réduire l'incidence de ces fractures.

## **IV. Etude clinico-radiologique :**

### **1. Etude clinique :**

#### **a. Diagnostic clinique :**

Le diagnostic en situation d'urgence est généralement aisé, reposant sur l'observation de l'attitude antalgique du patient, l'impotence fonctionnelle marquée, ainsi que la présence de déformations visibles accompagnées d'un œdème localisé. Ce tableau clinique impose la réalisation d'un bilan radiographique systématique comprenant des clichés de face et de profil de l'avant-bras, englobant les articulations proximales et distales pour une évaluation complète. [60]

Ce bilan initial est fréquemment complété par des examens paracliniques supplémentaires, adaptés à la suspicion de lésions associées telles que des atteintes vasculaires ou nerveuses, permettant d'affiner la prise en charge thérapeutique.

Ces observations soulignent l'importance d'une évaluation clinique rigoureuse et d'un bilan radiologique exhaustif pour assurer une prise en charge optimale des fractures de l'avant-bras.

#### **b. Côté atteint :**

Dans notre étude, la majorité des fractures touchent le côté gauche (56 cas, soit 70 %), un résultat similaire à celui rapportée par Marcheix et al. (2016) en France (88 cas) et Jacobellis et al. (2014) en Italie (29 cas) et Retal et al. (2018) au Maroc (50 cas). Cependant, d'autres études, comme celle de Köse et al. (2019) et Şişman et al (2023) en Turquie, rapportent une prédominance du côté droit. Ces variations peuvent s'expliquer par des différences dans les habitudes manuelles des populations étudiées, le côté dominant influençant le type de traumatismes subis.

Les traumatismes du côté gauche, comme observé dans notre série, pourraient être liés à l'implication fréquente du côté non-dominant dans des mécanismes de protection ou d'impact lors de chutes ou d'accidents de la voie publique. En revanche, la prédominance du côté droit dans certaines populations pourrait refléter des activités spécifiques, comme le travail manuel ou les sports, où le côté dominant est davantage exposé.

**Tableau 19 : Etude comparative avec la littérature selon le côté atteint.**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Côté gauche	Côté droit
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	10	15
Droll et al.[42]	2007	Canada	30	20	10
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	29	18
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	23	24
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	88	43
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	50	26
GS et al.[58]	2019	Inde	30	13	17
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	44	58
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	10	20
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	23	23
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	22	13
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	15	25
Biswas et al.[55]	2023	Inde	40	14	26
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	18	12
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	54	16	34
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	16	17
Notre série	2024	Maroc	80	56	23

**c. Lésions cutanée associées :**

- **Ouverture cutanée :**

Dans notre série, l'ouverture cutanée a été observée dans 17 cas (21,25 %), une proportion comparable à celle rapportée par Polat et al. (2022) en Turquie (17 cas). Cependant, des variations significatives sont notées dans certaines études, telles que celle de Marcheix et al (2016) en France, où le taux d'ouverture cutanée est de 42 cas. Ces différences peuvent s'expliquer par la gravité variable des traumatismes dans les populations étudiées, les accidents à haute énergie étant plus fréquemment associés à des fractures ouvertes.

**Tableau 20 : Etude comparative avec la littérature selon l'état cutané.**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Ouverture cutanée
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	25
Droll et al.[42]	2007	Canada	30	13
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	3
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	16
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	42
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	19
GS et al.[58]	2019	Inde	30	8
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	0
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	1
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	17
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	14
Notre série	2024	Maroc	80	17

Il est également intéressant de noter les faibles proportions rapportées dans des contextes tels que l'Inde par Basha et al. (2021), avec seulement 1 cas sur 30 (3,3 %).

Cette disparité pourrait refléter des différences dans les mécanismes de blessure, les environnements de travail ou les pratiques cliniques en matière de diagnostic et de déclaration des lésions ouvertes. Ces résultats mettent en évidence l'importance d'un diagnostic précoce et d'une prise en charge chirurgicale appropriée pour minimiser le risque d'infection et optimiser les résultats fonctionnels.

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 [62]. 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. (Annexe 6)

L'antibiothérapie, le débridement chirurgical et la fixation interne ont amélioré les résultats des fracture ouverte [63], 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.[64], [65]

**Tableau 21** : Etude comparative avec la littérature selon le type d'ouverture cutanée selon Cauchoix et Duparc.

Auteur	Année	Pays	Type I (%)	Type II (%)	Type III (%)
Ring et al. [40]	2005	Etats unis	32	5	7
Droll et al.[42]	2007	Canada	23	7	13
Behnke et al.[43]	2012	Etats unis	15	7	0
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	0	12	0
Lee et al.[45]	2014	Corée	9	16	6
Kim et al.[46]	2015	Corée	19	3	13

Marcheix et al.[39]	2016	France	24	8	1
Retal et al.[48]	2018	Maroc	16.7	6.4	1.28
Polat et al.[51]	2022	Turquie	24	12	0
Kaba et al. [52]	2022	Mali	2.8	25.8	11.4
Vasara et al.[54]	2023	Finlande	25	16	4
Notre série	2024	Maroc	16.25	3.75	1.25

On remarque la prédominance des fractures ouvertes de type I dans la majorité des études, y compris dans notre série (16,25 %). Les types II et III, bien que moins fréquents, restent significatifs dans les cas de traumatismes à haute énergie, comme en témoigne la proportion de 25,8 % de type II rapportée par Kaba et al. (2022) au Mali. Ces variations reflètent les différences dans les mécanismes de blessures et la gravité des traumatismes selon les populations étudiées. L'évaluation précise par classification reste essentielle pour guider la prise en charge thérapeutique.

**d. Lésions traumatiques associées :**

La recherche de ces lésions est d'une importance capitale. Selon certains auteurs [66], [67], il est recommandé de procéder à un examen clinique complet et approfondi, qui ne se limite pas seulement à la zone du membre traumatisé. Cet examen doit également inclure l'évaluation des articulations situées au-dessus et en dessous de la zone affectée, des autres membres du corps, ainsi que des régions telles que le crâne, l'abdomen et le thorax.

Le bilan lésionnel doit être méthodique et standardisé :

- L'examen des articulations adjacentes (poignet et coude)
- L'évaluation neurovasculaire complète du membre
- La recherche de lésions traumatiques à distance

- Un bilan général incluant crâne, thorax et abdomen

**Tableau 22 : Etude comparative avec les séries de la littérature selon les lésions associées.**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Lésions associées
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	7
Droll et al.[42]	2007	Canada	30	11
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	17
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	12
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	19
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	8
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	10
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	25
Vasara et al.[54]	2023	Finlande	202	83
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	4
Notre série	2024	Maroc	80	18

Notre série, avec 18 cas, se situe dans une moyenne cohérente avec d'autres études telles que celles de Kim et al (2015) en Corée (17 cas) de Retal et al. (2018) au Maroc (19 cas). Ces variations peuvent être attribuées à des différences dans les mécanismes traumatiques, la gravité des blessures et les contextes régionaux. Ces résultats soulignent l'importance de la prise en charge multidisciplinaire pour anticiper et traiter les complications liées aux lésions associées.

## 2. Etude radiologique:

### a. Siège du trait de fracture :

Dans notre étude, la prédominance concerne le tiers moyen (39 cas), ce qui est en accord avec les résultats de Retal et al. (2018) au Maroc (48 cas) et de Biswas et al. (2023) en Inde (21 cas). Cette localisation est fréquemment rapportée dans la littérature, en raison de la vulnérabilité anatomique du tiers moyen, souvent exposé à des traumatismes directs ou indirects.

En revanche, les fractures du tiers inférieur sont également notables dans notre série (36 cas), se rapprochant des données de Sahoo et al. (2023) (18 cas). Ces fractures sont souvent associées à des chutes sur la main en extension, un mécanisme fréquent dans les traumatismes à basse énergie.

**Tableau 23 :** Etude comparative avec la littérature selon le siège du trait de fracture.

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	1/3 supérieur	1/3 moyen	1/3 inférieur
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	19	48	33
Chouhan et al.[68]	2019	Inde	60	8	36	6
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	7	19	4
Biswas et al.[55]	2023	Inde	40	10	21	9
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	4	18	8
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	4	24	5
Notre série	2024	Maroc	80	5	39	36

**b. Lésions des articulations radio-cubitales :****b.1 Fracture-luxation de Monteggia :**

La lésion de Monteggia est définie comme une luxation de la tête radiale associée à une fracture de la diaphyse ulnaire.

Elle a été décrite pour la première fois en 1814 par Giovanni Battista Monteggia (Annexe 4), qui a posé un diagnostic tardif, un mois après la blessure, en soulignant les défis diagnostiques, la fracture ulnaire étant facilement détectée, tandis que la luxation de la tête radiale était souvent manquée au premier examen [69].

Bronfen a réalisé une analyse anatomique détaillée [70]. Le déplacement de la tête radiale entraîne généralement une déchirure du ligament annulaire. Toutefois, dans certains cas, ce ligament reste intact, relié au ligament collatéral latéral et à l'ulna, permettant à la tête radiale de glisser en dessous. Dans ces situations, la réduction de la tête radiale est souvent impossible en phase aiguë.

La classification la plus utilisée a été développée par Bado [18] et distingue quatre types en fonction du déplacement de la tête radiale :

**Type I :**

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

**Type II :**

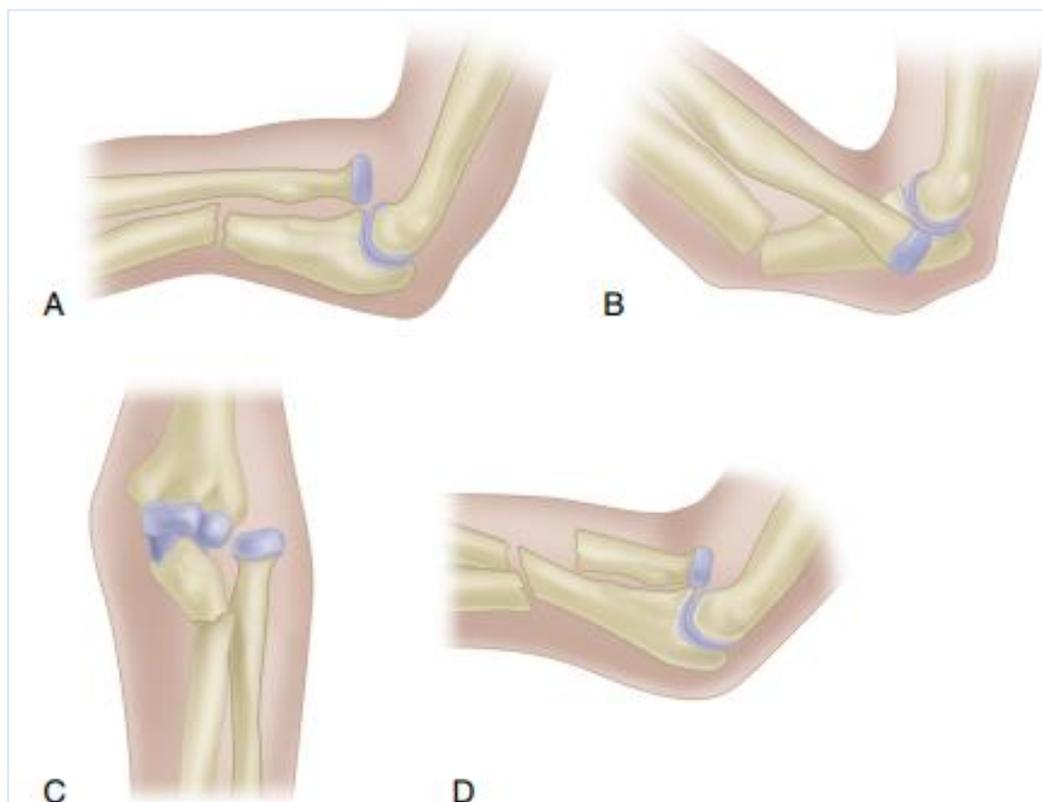
- Luxation postérieure ou postéro-externe de la tête radiale.
- Fracture de la métaphyse ulnaire, avec une angulation postérieure.

**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 41 :** Classification des fractures-luxations de Monteggia (Bado) :A, Type 1.B, Type 2. C, Type 3. D, Type 4. [19]

**Tableau 24 : Etude comparative avec la littérature des fracture-luxation Monteggia.**

Auteur	Année	Pays	luxation de Monteggia (%)
Kloen et al.[71]	2010	Amsterdam	10,6
Suarez et al.[72]	2016	Uruguay	2-7 %
Retal et al.[48]	2018	Maroc	5 %
Siebenlist et al.[73]	2023	Allemagne	2-5 %
Jung et al.[74]	2020	Allemagne	2-5 %
Kaba et al. [52]	2022	Mali	5,7
Notre série	2024	Maroc	5 %

Les résultats varient selon les régions : 10,6 % à Amsterdam (Kloen et al.), 2–7 % en Uruguay (Suarez et al.), et environ 5 % au Maroc (Retal et al. et notre série). En Allemagne, les taux oscillent entre 2–5 % (Siebenlist et al. et Jung et al.), tandis qu'au Mali, 5,7 % sont rapportés (Kaba et al.). Notre série confirme une stabilité des taux marocains, en accord avec les études existantes.

**b.2 Fracture-luxation de Galeazzi :**

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



**Figure 42 : A et B : fracture des deux os de l'avant-bras. C et D : fixation par plaques et vis.**

Les fractures de Galeazzi sont rares aussi bien dans notre série, ou ce ce taux n'est que de 6,25%, que dans les série de la littérature, sauf celle de Henle et al [74] qui rapporte 15,1% dans sa série de 53 cas.

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 25 :** Etude comparative avec la littérature des fracture-luxations de Galeazzi.

Auteur	Année	Pays	luxation de Galeazzi (%)
Kloen et al.[71]	2010	Amsterdam	4,2%
Henle et al.[75]	2011	Allemagne	15,1 %
Retal et al.[48]	2018	Maroc	5 %
Sahnoun et al.[76]	2019	Tunisie	5,3%
El Mokhi et al.[77]	2022	Maroc	9,37
Kaba et al. [52]	2022	Mali	8,5%
Notre série	2024	Maroc	6,25 %

**c. Classification des fractures des deux os de l'avant-bras:**

La classification des fractures, quel qu'en soit le site, demeure une tâche complexe en raison de la variabilité des critères de classification et de leur pertinence en pratique clinique. Si ces critères sont conçus pour offrir une valeur pronostique théorique, leur utilité reste souvent limitée dans la prise en charge quotidienne. En effet, le pronostic d'une fracture repose sur une multitude de facteurs interdépendants, incluant le type et le mécanisme lésionnel, les particularités individuelles du patient (âge, état général,

comorbidités), les compétences du chirurgien et la qualité de la technique chirurgicale employée[19].

Parmi les nombreuses classifications existantes, deux dominent dans la littérature pour leur rigueur et leur utilité clinique :

- **La classification de l'AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)**, considérée comme la référence pour sa standardisation précise et systématique des fractures osseuses, facilitant ainsi leur description, leur prise en charge et leur évaluation pronostique [78].
- **La classification de l'American Association of Orthopedic Surgeons (AAOS)**, qui constitue une alternative reconnue et complémentaire, offrant une approche détaillée et adaptée pour la compréhension et la gestion chirurgicale des fractures complexes [17].

Ces classifications, bien qu'indispensables pour harmoniser la terminologie et orienter les stratégies thérapeutiques, nécessitent une interprétation nuancée pour tenir compte des spécificités cliniques individuelles et garantir des résultats fonctionnels optimaux.

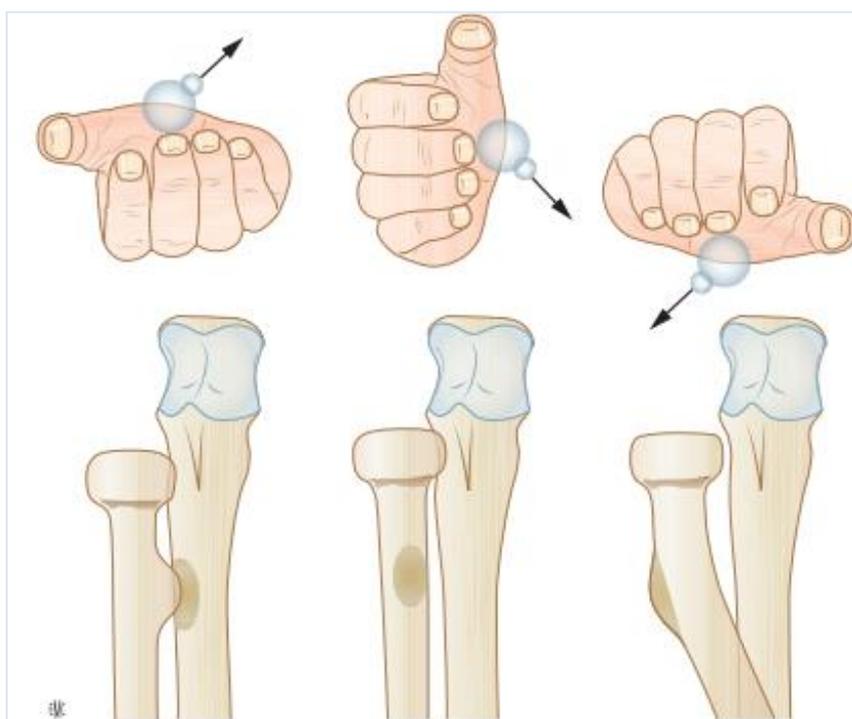
## V. Traitement :

### 1. But du traitement :

Le traitement des fractures des deux os de l'avant-bras vise principalement à restaurer l'anatomie et la fonction optimales du membre supérieur. L'objectif est de rétablir l'alignement précis du radius et de l'ulna, essentiels pour la prono-supination (Fig. 43), mouvement fondamental de rotation de l'avant-bras. Chez l'adulte, le traitement est généralement chirurgical, impliquant une réduction ouverte et une fixation interne à l'aide de plaques et de vis, afin d'assurer une stabilité adéquate pour la consolidation osseuse.

Cette approche permet une mobilisation précoce, réduisant ainsi le risque de raideur articulaire et de complications liées à l'immobilisation prolongée.

Une prise en charge appropriée et une rééducation adaptée sont essentielles pour optimiser la récupération fonctionnelle et prévenir les limitations de mouvement.



**Figure 43** : Position de la tubérosité bicipitale selon la position de pronosupination.

## 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 [19].

Le traitement des fractures des deux os de l'avant-bras repose sur trois impératifs fondamentaux :

- ❑ **Réduction anatomique précise :** Il est essentiel de réaligner correctement le radius et l'ulna pour restaurer la longueur, l'alignement et la rotation normaux des os, garantissant ainsi une fonction optimale de l'avant-bras.
- ❑ **Stabilisation adéquate :** Une fixation interne, généralement par plaques et vis, est souvent nécessaire pour maintenir la réduction et permettre une consolidation osseuse efficace, tout en facilitant une mobilisation précoce.
- ❑ **Préservation de la fonction de prono-supination :** La restauration de la capacité de rotation de l'avant-bras est cruciale pour les activités quotidiennes. Cela nécessite une attention particulière à l'intégrité des articulations radio-ulnaires et à la prévention des complications telles que les synostoses.



**Figure 44 :** Préparation de la table opératoire (image du service HMMI) [48]

a. 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 :

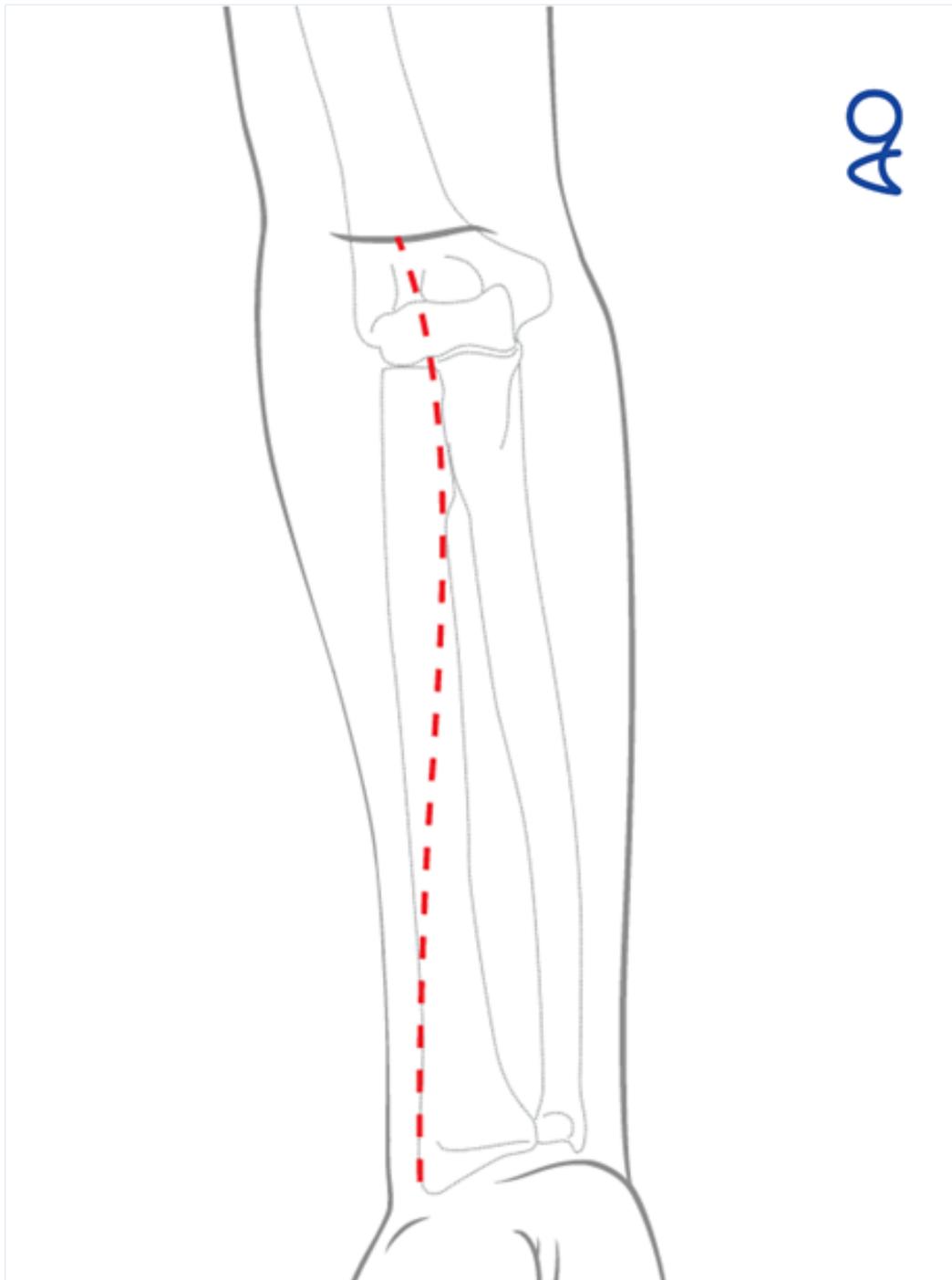
- ❑ **Préservation des structures vasculo-nerveuses** : Il est essentiel de choisir une approche qui minimise le risque de lésion des nerfs et des vaisseaux sanguins adjacents, garantissant ainsi une récupération fonctionnelle optimale.
- ❑ **Prévention des lésions de la membrane interosseuse** : Éviter d'endommager cette structure est crucial pour réduire le risque de synostose radio-ulnaire, une complication où une fusion anormale entre le radius et l'ulna limite la pronosupination.
- ❑ **Expérience du chirurgien** : La familiarité et la maîtrise d'une voie d'abord spécifique par le chirurgien influencent significativement le choix de l'approche, contribuant à la sécurité et à l'efficacité de l'intervention.

a.1 Abord du foyer radial :

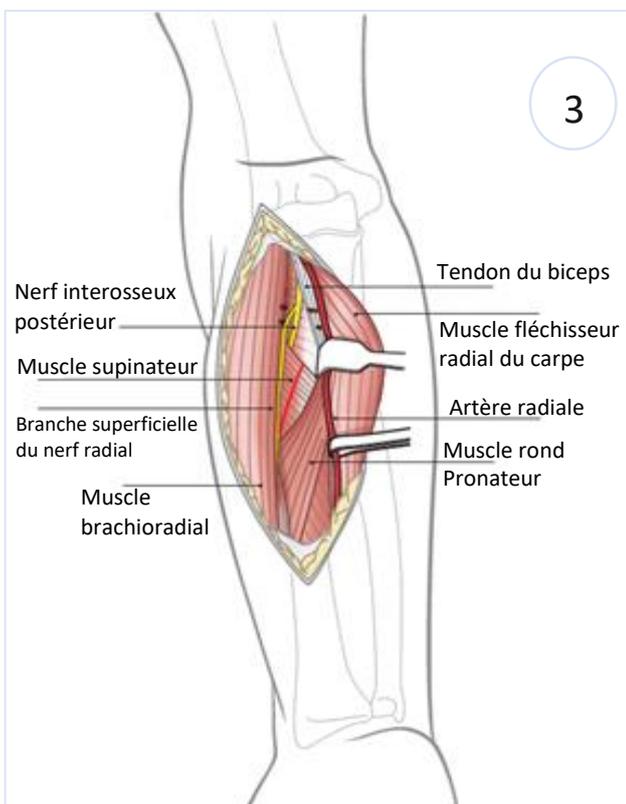
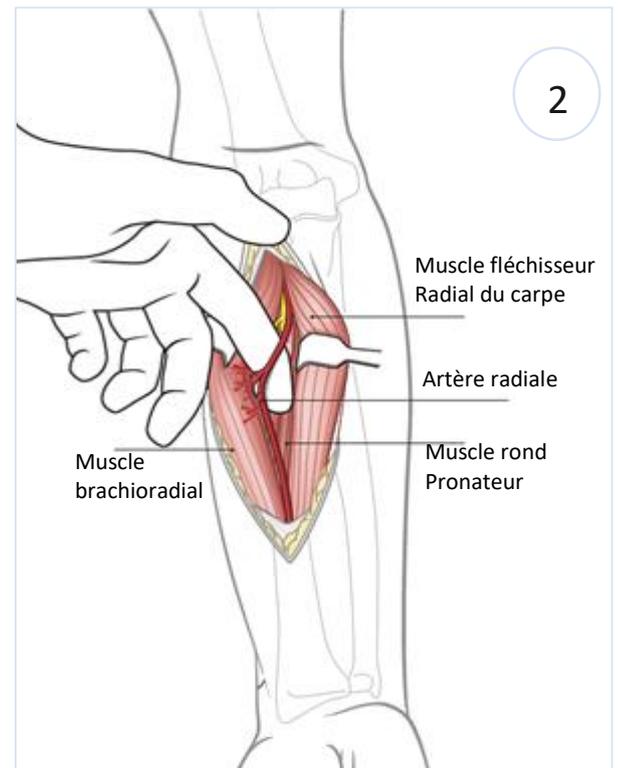
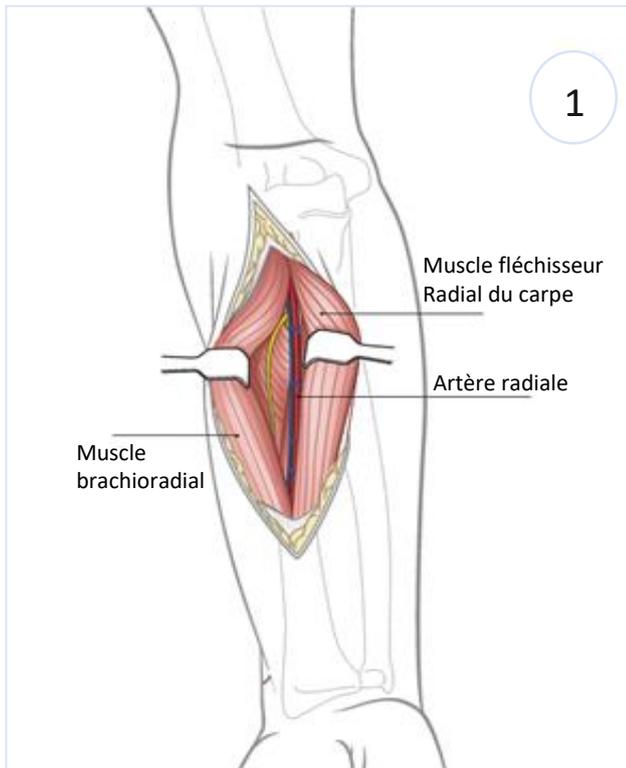
Pour accéder au radius, deux voies principales sont couramment utilisées :

- ❑ **Voie antérieure de Henry** :

Cette approche est privilégiée pour exposer les deux tiers inférieurs de la face antérieure du radius. Elle offre une excellente visibilité et permet au chirurgien de travailler sur un plan horizontal, facilitant ainsi la réduction et la fixation des fractures dans cette région. Cependant, l'accès au tiers supérieur du radius via cette voie est limité en raison de la profondeur accrue et de la proximité du nerf interosseux postérieur, qui contourne le col du radius. Dans de tels cas, une voie postérieure est recommandée pour une exposition adéquate [80].



**Figure 45 :** Voie d'abord antérieure de Henry pour le radius. Incision cutanée. [81]

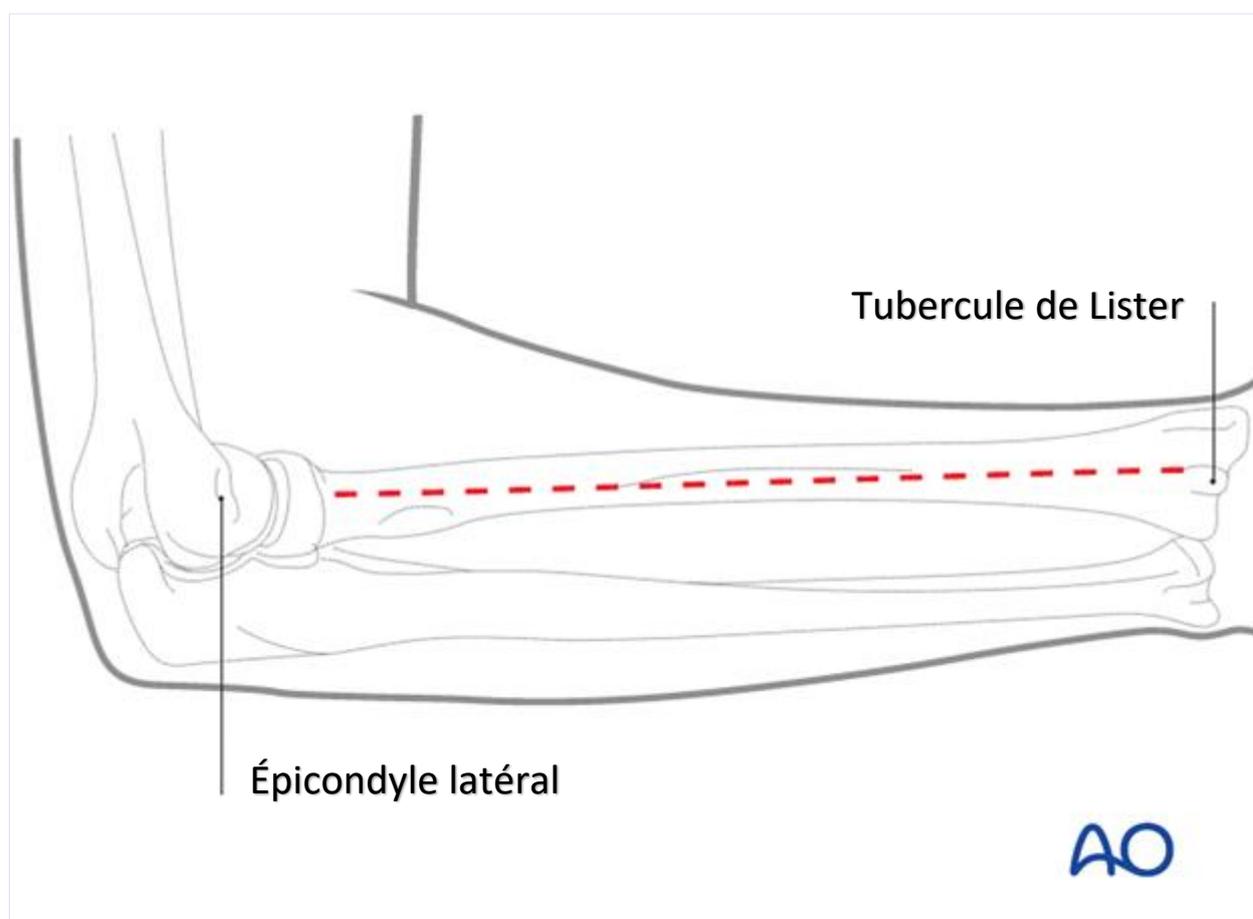


**Figure 46** : Voie d'abord de Henry 1/3 moyen. [81]

### ❑ Voie externe de Thompson :

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 [82]. 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 [80]. Mais cette voie présente plusieurs inconvénients parmi lesquels :

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



**Figure 47 :** Voie d'abord postérieure de Thompson pour le Radius. [83]

### a.2 Abord du foyer cubital:

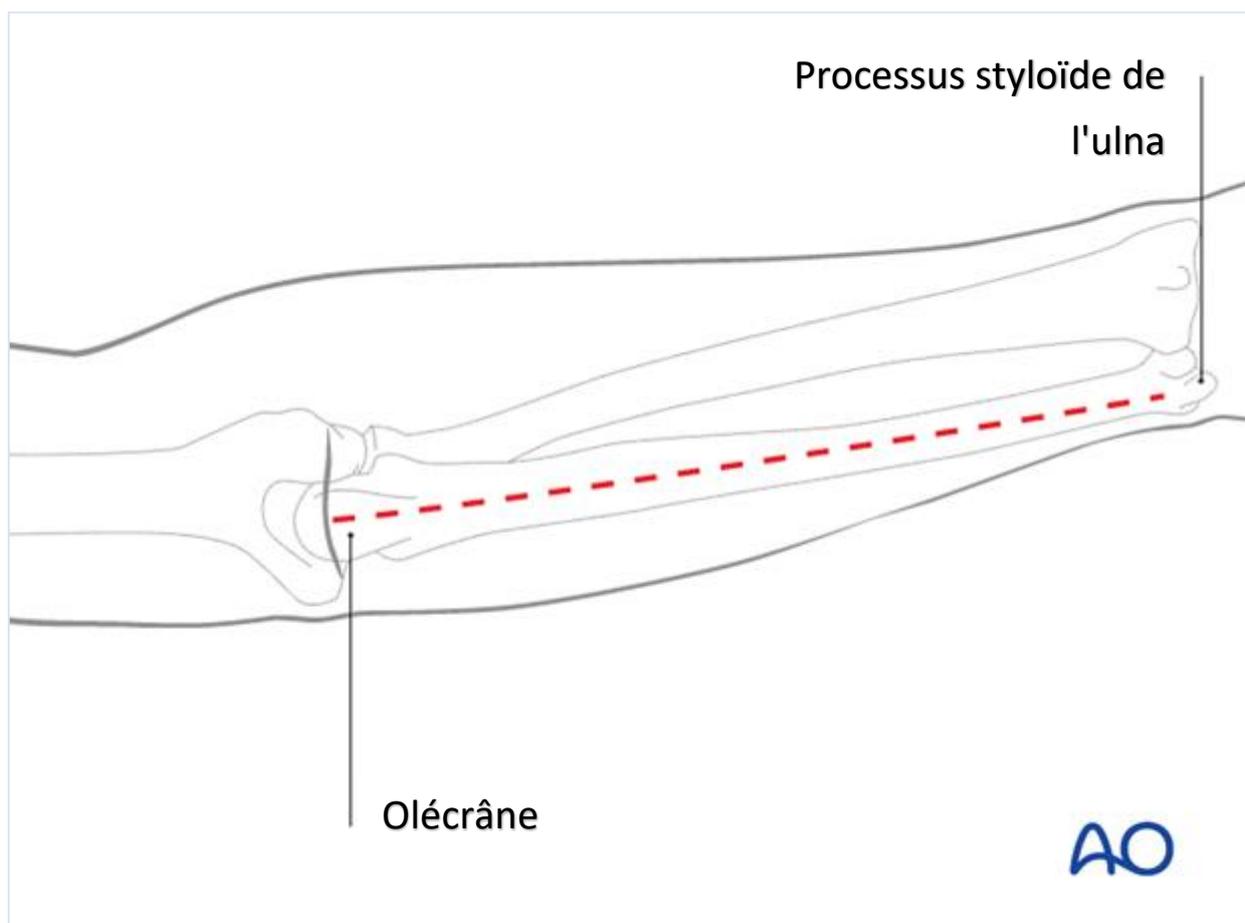
Dans notre étude, l'abord chirurgical de l'ulna a été réalisé par une voie postéro-interne, directement en regard de la crête ulnaire. Cette approche est couramment utilisée dans la littérature pour les interventions sur l'ulna [85], [86], [81], [88].

La voie postéro-interne offre une exposition directe de la crête ulnaire, facilitant ainsi l'accès au site fracturaire et permettant une fixation précise. Elle présente l'avantage de minimiser les risques de lésion des structures neurovasculaires adjacentes, tout en offrant une visibilité optimale du champ opératoire. Cependant, il est essentiel de maîtriser parfaitement l'anatomie régionale pour éviter toute complication peropératoire.

Il est également important de noter que le choix de la voie d'abord doit être adapté en fonction de la localisation spécifique de la fracture et des préférences du chirurgien, tout en tenant compte des impératifs anatomiques et fonctionnels propres à chaque patient.



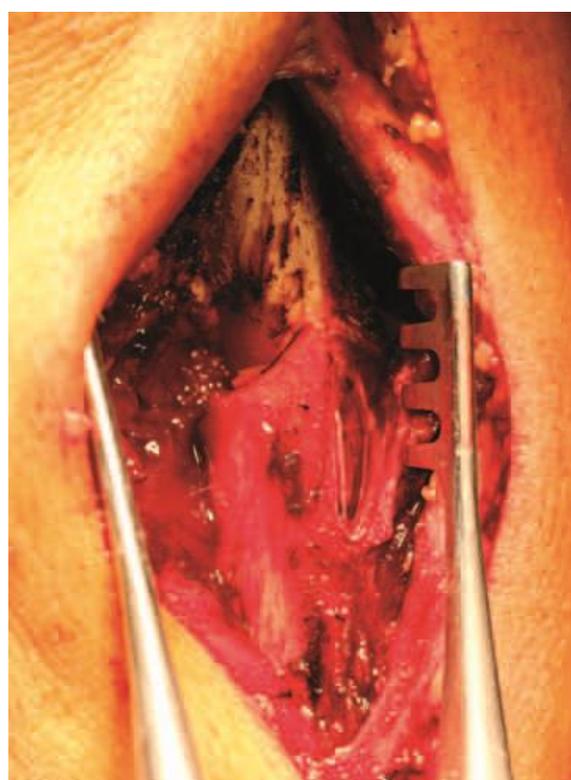
**Figure 48** : L'installation doit permettre une mobilisation et un abord du poignet et du coude. [20]



**Figure 50 :** Voie d'abord postéro-interne pour l'ulna. [88]



**Figure 51 :** Abord postémédial du foyer ulnaire, coude fléchi. [19]



**Figure 49 :** Le segment osseux est facilement abordé

## b. Moyens d'ostéosynthèse :

Différents moyens d'ostéosynthèse peuvent être utilisés :

### b.1 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. L'ensemble des auteurs s'accorde pour préconiser cette ostéosynthèse. [51], [53], [56], [57], [59], [68]

Les plaques à compression dynamique (DCP) sont largement utilisées pour la fixation interne rigide et anatomique des fractures de l'avant-bras (Fig. 52), permettant une mobilisation précoce du membre. Introduites sur le marché depuis les années 1980 [89], ces plaques ont progressivement remplacé les plaques étroites et demi-tube grâce à leurs avantages significatifs.

#### □ **Avantages des plaques DCP :**

- **Polyvalence** : Adaptées à une variété de fractures de l'avant-bras, indépendamment du morphotype du patient.
- **Compression axiale efficace** : La conception géométrique des trous de la plaque permet des options de compression dynamique, de neutralisation et de soutien ou de contention, favorisant une meilleure consolidation osseuse (Fig. 52).
- **Volume réduit** : Leur profil mince diminue la rigidité excessive, réduisant ainsi le risque de fractures itératives après ablation du matériel d'ostéosynthèse.
- **Longueur optimisée** : Les plaques DCP sont généralement plus courtes que les plaques étroites à 6 trous, facilitant leur implantation et réduisant l'impact sur les tissus environnants.

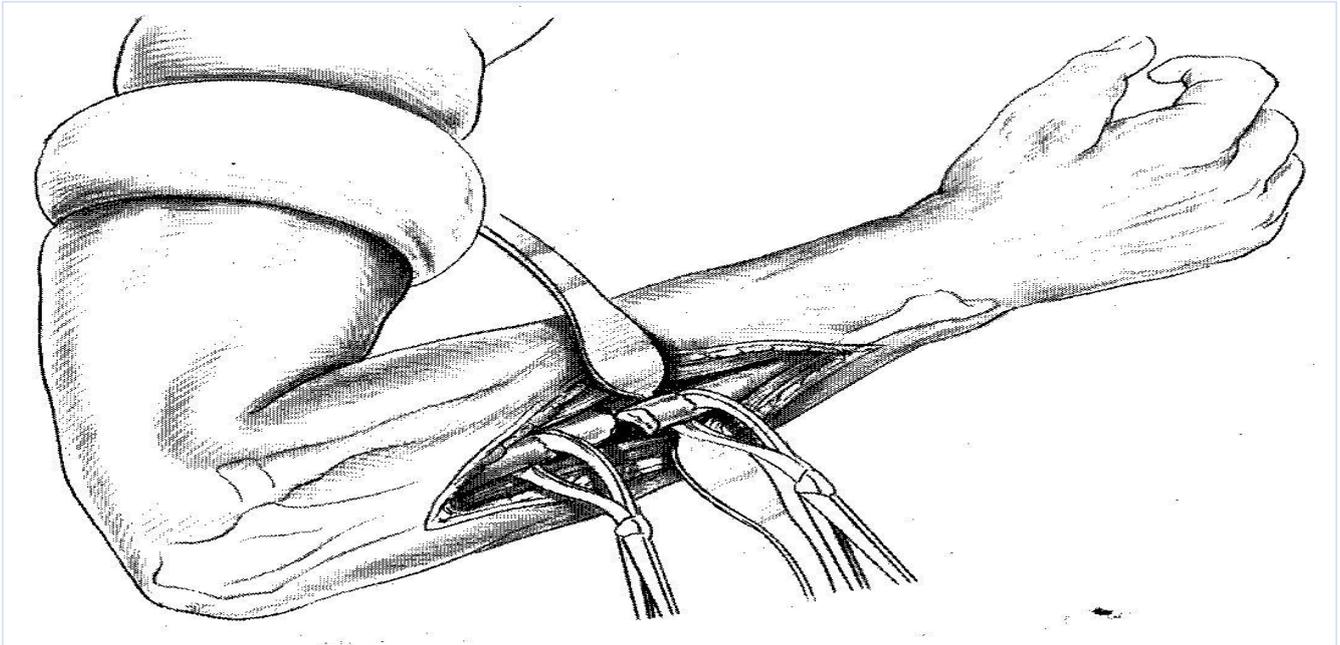


Figure 52 : plaque dynamique de compression (DCP)

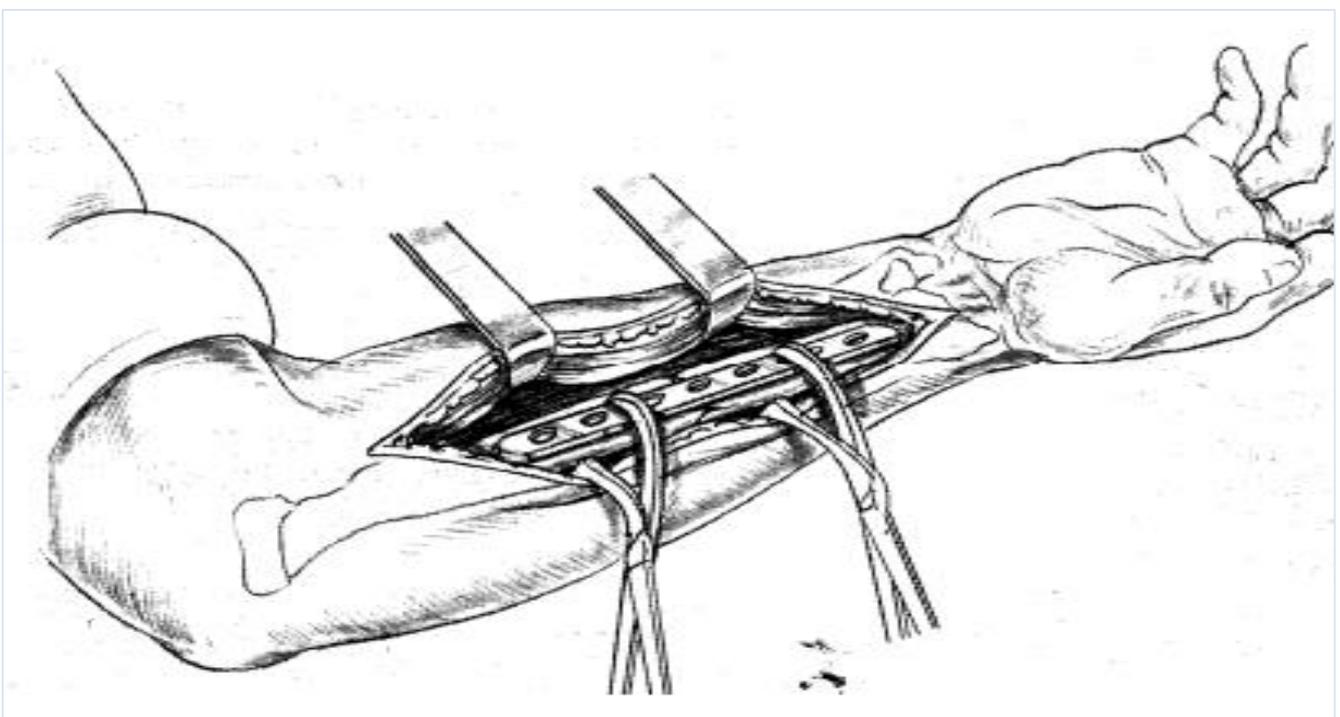
❑ **Considérations pour une reprise précoce de la charge :**

- **Fixation sécurisée** : Placer trois vis de chaque côté du foyer de fracture, avec la possibilité d'utiliser une vis unicorticale en position proximale pour minimiser le stress à la jonction os/plaque.
- **Distance adéquate** : Positionner les vis à une distance appropriée du foyer de fracture pour éviter la concentration des contraintes et prévenir la rupture de la plaque.
- **Choix du matériau** : Préférer une plaque longue en titane, dont les propriétés d'élasticité permettent une déformation réversible lors de la mise en charge, favorisant ainsi la consolidation osseuse.
- **Espacement des vis** : Éviter de placer des vis dans chaque orifice de la plaque pour prévenir une rigidité excessive ; laisser un orifice libre entre chaque vis permet une répartition harmonieuse des contraintes.

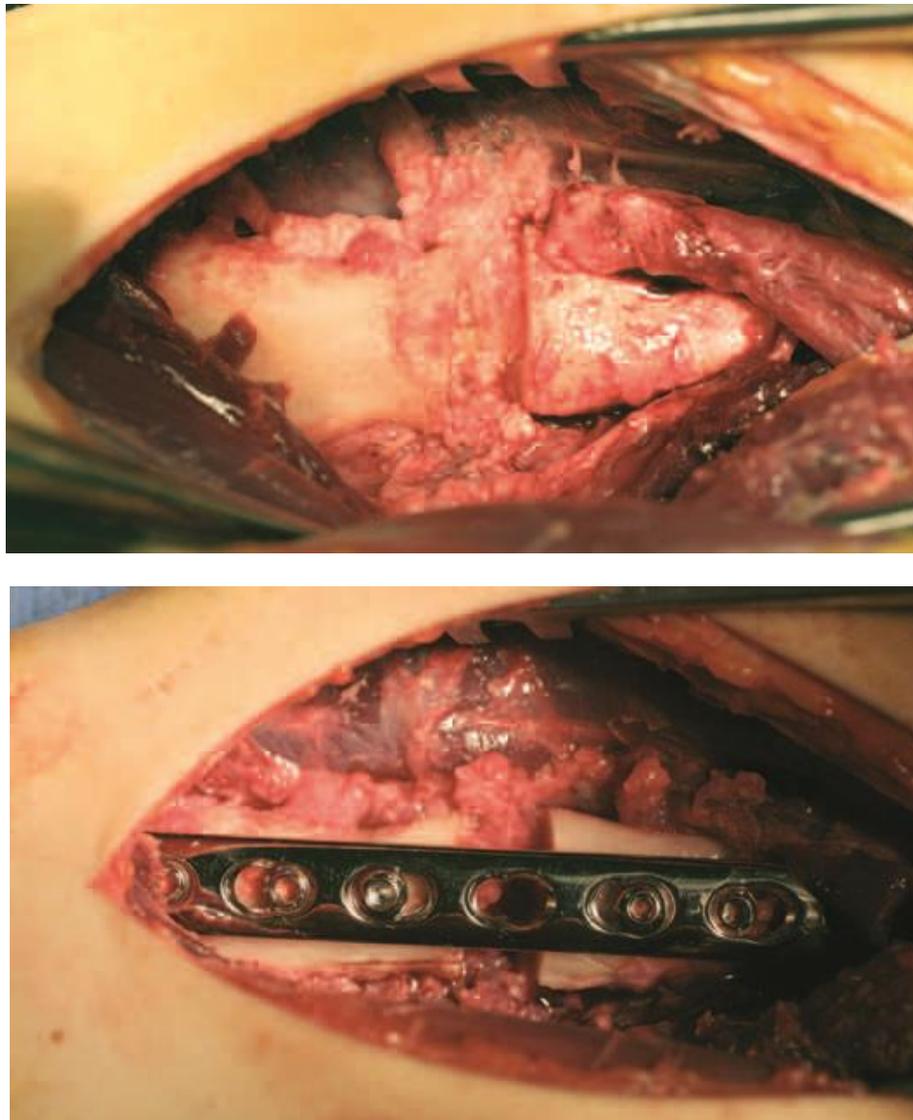
Dans notre série, l'ostéosynthèse par plaque vissée a été réalisée chez 65 patients, soit 81.25 % des cas, illustrant l'efficacité et la fiabilité de cette technique dans le traitement des fractures des deux os de l'avant-bras.



**Figure 53** : Mise en place d'une plaque vissée pour l'ulna.



**Figure 54** : Position de la plaque sur le bord antérieur de la diaphyse radiale.



**Figure 55 : Ostéosynthèse par plaque vissée. [20]**



**Figure 56 :** Image radiographique d'une fracture des 2 os de l'avant-bras traite par plaque DCP. HMMI  
MEKNES.

## b.2 Embrochage centromédullaire :

L'embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) est une technique d'ostéosynthèse mini-invasive qui respecte les processus physiologiques de la consolidation osseuse en préservant l'intégrité du périoste et sa vascularisation. Cette méthode est particulièrement adaptée aux fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'enfant et l'adolescent [90].

### ❑ Avantages de l'ECMES :

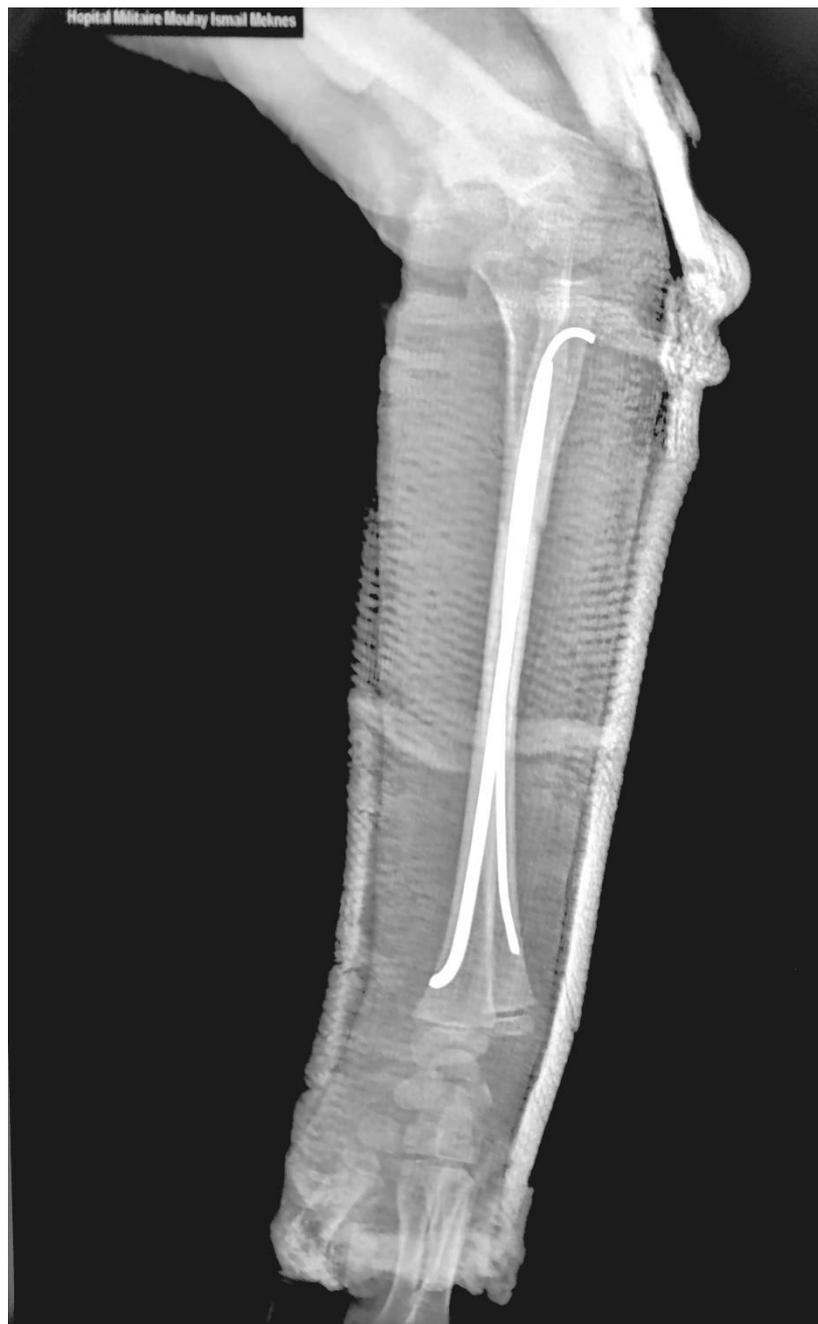
- **Cicatrices minimales** : Les incisions réduites nécessaires à l'introduction des broches entraînent des cicatrices discrètes, améliorant l'aspect esthétique post-opératoire.
- **Ablation simple du matériel** : Les broches peuvent être retirées facilement après consolidation, généralement sous anesthésie locale ou sédation légère.
- **Consolidation rapide** : En respectant le périoste et en maintenant une stabilité relative, l'ECMES favorise une guérison osseuse accélérée.

### ❑ Inconvénients et limitations :

- **Instabilité rotatoire** : L'ECMES peut ne pas offrir une stabilité suffisante contre les forces de rotation, augmentant le risque de déplacements secondaires.
- **Pseudarthrose et cals vicieux** : Des mouvements de rotation résiduels peuvent conduire à une mauvaise consolidation ou à une absence de fusion osseuse.
- **Migration des broches** : Les broches peuvent se déplacer, risquant de léser des structures anatomiques importantes.
- **Risque de lésion des tendons ou des éléments vasculo-nerveux** : Lors de l'introduction des broches, il existe un danger potentiel de blesser les tissus mous environnants.

Dans certains cas, une réduction fermée peut être difficile, nécessitant un abord chirurgical minimal pour guider correctement la broche centromédullaire [91].

Dans notre série, l'embrochage centromédullaire a été utilisé chez 10 patients, représentant 12,5 % des cas, reflétant une sélection rigoureuse des indications pour cette technique.



**Figure 57** : Image radiographique de profil montrant une fracture des 2 os de l'avant-bras traitée par embrochage centromédullaire. HMMI MEKNES

### b.3 Fixateur externe :

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 [47], [19] :

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

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

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

Le fixateur externe n'a toutefois été utilisé chez aucun patient de notre série, ce qui limite la comparaison avec les cas traités par cette méthode.



**Figure 58** : Fixation externe des fractures radiales distales. [92]

### c. Traitements associés :

#### c.1 Greffe osseuse :

La greffe osseuse demeure un traitement clé pour les fractures comminutives associées à une perte de substance osseuse (PSO). Selon des travaux récents, la stratégie de greffe dépend largement de la taille de la perte osseuse et de la technique choisie.

- Pour les fractures avec une PSO inférieure à 2 cm, la greffe d'interposition monobloc reste la technique privilégiée [93].
- Pour des pertes de 2 à 5 cm, la technique de la membrane induite est souvent utilisée, offrant des résultats favorables en termes de régénération osseuse, notamment dans les fractures complexes [94].
- Dans les cas de pertes osseuses majeures (>5 cm), des approches plus avancées, telles que le transfert osseux libre vascularisé, sont recommandées, tandis que dans certains cas exceptionnels, des procédures comme le « one bone forearm » peuvent être envisagées[95].

#### c.2 Immobilisation postopératoire :

L'immobilisation postopératoire après une intervention d'ostéosynthèse est un sujet de débat. Alors que certaines études antérieures préconisaient l'immobilisation plâtrée dans les fractures moyennement stabilisées ou comminutives, les approches actuelles favorisent plutôt la mobilisation précoce.

- Les fractures moyennement stabilisées peuvent nécessiter une immobilisation postopératoire dans certains cas, mais la tendance actuelle s'oriente vers une mobilisation précoce pour éviter les complications de raideur articulaire et améliorer la récupération fonctionnelle [96].

- Selon une étude de Lee et al. [3], l'immobilisation précoce, suivie d'une rééducation progressive, permet de réduire les risques de complications comme l'arthrose post-traumatique et la perte de mobilité fonctionnelle.

Dans notre étude, la majorité des patients ont reçu une attelle plâtrée brachio-anté-brachio-palmaire post-chirurgicalement. Toutefois, les cinq patients présentant une fracture luxation de Galeazzi ont été traités par un plâtre circulaire pour assurer la réduction temporaire de la luxation ulno-radiale inférieure, en ligne avec les recommandations actuelles.

### c.3 Rééducation :

La rééducation postopératoire est essentielle pour la récupération après une fracture de l'avant-bras. La majorité des experts s'accorde à dire que la mobilisation précoce des articulations, y compris du poignet et du coude, est cruciale pour une récupération optimale.

- Dès l'ablation des drains, une rééducation douce et progressive doit être initiée pour minimiser la raideur et favoriser la récupération des amplitudes de mouvement [97].
- Les bénéfices incluent non seulement la prévention de la raideur articulaire mais également la réduction de l'œdème postopératoire, ainsi que la préservation de la force musculaire et de la fonction globale [98].

Les études récentes montrent que la rééducation précoce a un impact positif sur la qualité de la récupération fonctionnelle, permettant aux patients de retrouver une meilleure amplitude de mouvement et de réduire les risques de complications à long terme[48], [54], [97], [98].

#### d. Traitement des cas particuliers :

##### d.1 Fractures ouvertes :

Les fractures ouvertes sont des urgences qui nécessitent une prise en charge immédiate pour prévenir l'infection. Cela comprend un parage soigneux de la plaie et une antibioprophylaxie, ainsi qu'une prophylaxie antitétanique.

La fixation osseuse interne est généralement recommandée dans les fractures de type I et II, lorsque l'exposition de l'os est faible, pour minimiser le risque d'infection [99].

Le fixateur externe est particulièrement indiqué dans les situations suivantes :

- Fractures ouvertes avec perte de substance cutanée.
- Fractures comminutives ou avec perte de substance osseuse, où il permet une gestion plus sûre, avec un risque d'infection plus faible et une meilleure accessibilité pour les soins locaux [100].

##### d.2 Fracture-luxation de Monteggia :

La fracture-luxation de Monteggia nécessite non seulement une ostéosynthèse de la fracture cubitale, mais aussi une réduction de la tête radiale. Cette réduction peut se faire soit par une approche à foyer fermé, soit à foyer ouvert. Les résultats sont généralement meilleurs avec le type I de la fracture-luxation de Monteggia, où la réduction de la tête radiale se fait automatiquement après la stabilisation de la fracture du cubitus. En revanche, les types II et III nécessitent souvent une intervention plus complexe pour rétablir une anatomie fonctionnelle [101].

### **d.3 Fracture–luxation de Galeazzi :**

Les fractures–luxations de Galeazzi nécessitent une gestion chirurgicale qui comprend non seulement l'ostéosynthèse du radius, mais aussi une réduction anatomique de la luxation radio–cubitale inférieure. Cela peut se faire de deux manières :

- Une immobilisation de l'avant-bras en supination complète pendant 6 à 8 semaines.
- Une fixation interne temporaire de l'articulation radio–cubitale inférieure avec une broche de Kirchner pendant 3 à 4 semaines [102].

Les résultats de cette approche montrent une bonne réduction des risques de complications post–chirurgicales, à condition que la réduction soit réalisée précocement et efficacement.

### **d.4 Fracture comminutive :**

Les fractures comminutives posent des défis particuliers en raison de deux problèmes majeurs :

- La restauration de la longueur et des courbures physiologiques de l'os.
- La consolidation de l'os fracturé.

L'ajout de greffons osseux devient nécessaire lorsque la comminution dépasse un tiers de la circonférence de l'os, afin de favoriser la guérison et améliorer la stabilité osseuse [103]. Cette approche est couramment utilisée pour garantir une récupération optimale, particulièrement dans les fractures complexes avec perte importante de substance osseuse.

## **VI. Evolution et complications :**

### **1. Discussion des résultats thérapeutiques :**

#### **a. Résultats fonctionnels :**

L'objectif ultime de tout traitement des fractures est la récupération d'une fonction normale du membre, évaluée notamment par la prono-supination. Les résultats fonctionnels sont souvent influencés par le retard de prise en charge, la complexité de la fracture, et surtout par l'efficacité de la rééducation postopératoire.

Dans la littérature, le taux de satisfactions dépasse souvent 80%, ce qui témoigne de l'efficacité des approches modernes d'ostéosynthèse et de prise en charge adaptée.

Notre série présente 88% de satisfactions, ce qui est en cohérence avec les séries récentes de Polat et al. (2022) et Thomas et al. (2023), où les taux dépassent 80% voir même 90%.

Les résultats légèrement inférieurs dans certaines séries, comme celle de Saini et al. (77.5%) et Sahoo et al (66,7%), peuvent s'expliquer par un retard de prise en charge, une prise en charge initiale inadéquate ou des fractures plus complexes. (Tableau 27)

**Tableau 26 : Etude comparative avec la littérature du résultat fonctionnel.**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Résultat satisfaisant
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	92%
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	91,5%
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	85,1%
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	95,4%
Retal et al.[48]	2018	Maroc	15	93,3%
GS et al.[58]	2019	Inde	30	96,7%
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	67,3%
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	90%
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	93,5%
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	91,4%
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	77,5%
Biswas et al.[55]	2023	Inde	40	95%
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	66,7%
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	54	88,1%
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	100%
Notre série	2024	Maroc	25 / 80	88%

**b. Résultats anatomiques :**

**b.1 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.2 Délai moyen de consolidation :**

La consolidation osseuse représente un critère essentiel dans l'évaluation du succès des traitements des fractures. Le délai de consolidation peut varier selon plusieurs facteurs:

- Type de fracture (simple, comminutive, ouverte).
- Méthode d'ostéosynthèse (plaque vissée, embrochage, fixateur externe).
- Prise en charge précoce ou retardée.

**Tableau 27 : Etude comparative avec la littérature selon le délai de consolidation**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Consolidation (semaine)
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	12-14
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	11.1-17.8
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	17
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	13
GS et al.[58]	2019	Inde	30	13-16
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	10.82
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	9.20
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	10.9-13.2
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	11-14
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	12.35
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	54	12-13
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	12-13
Notre série	2024	Maroc	80	13

Dans notre série, le délai moyen de consolidation est de 13 semaines, ce qui est en accord avec les résultats rapportés dans la littérature récente, en particulier :

- **GS et al. (2019) et Simşon et al. (2023)** : des délais compris entre 12 et 16 semaines, confirmant une variabilité en fonction de la prise en charge chirurgicale et des caractéristiques des fractures.
- **Les séries de Basha et al. (2021) et Köse et al. (2019)** montrent des délais plus courts (9.2–10.82 semaines), ce qui peut s'expliquer par des fractures moins complexes ou une rééducation plus intensive.

c. Evaluation des résultats :

Nous avons adopté la méthode de cotation des résultats préconisés par d'Oestern et Tschene. 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 25 patients ont été excellents ou bons dans 88% des cas.
- **Thérapeutique :**
  - En fonction du type d'ostéosynthèse (plaque vissée type DCP).

**Tableau 28 : Comparaison entre résultats du traitement par plaques vissées de notre série et celle de la littérature**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Excellents	Bons	Moyens	Mauvais
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	15	8	-	2
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	37	6	-	4
Kim et al.[46]	2015	Corée	30	15	14	-	1
Retal et al.[48]	2018	Maroc	15	12	2	-	1
GS et al.[58]	2019	Inde	15	12	3	-	0
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	36	34	34	-
Basha et al.[61]	2021	Inde	15	12	3	-	-
Polat et al.[51]	2022	Turquie	25	17	5	2	1
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	28	4	1	2
Saini et al.[53]	2023	Inde	20	8	8	3	1
Biswas et al.[55]	2023	Inde	20	16	2	2	-
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	16	4	7	3
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	25	18	8	-	1
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	30	3	-	-
Notre série	2024	Maroc	25 / 80	15	7	2	1

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:

### a. Complications précoces :

#### a.1 Complications vasculaires :

L'analyse des complications vasculaires met en évidence une fréquence extrêmement faible dans l'ensemble des études recensées. En effet, des travaux récents comme ceux de Köse et al. (2019) [9], GS et al. (2019) [58], et Sisman et al. (2023) rapportent une absence complète de complications vasculaires malgré un nombre important de cas traités (104 pour Köse et 54 pour Sisman). Cela peut être attribué à l'amélioration des techniques chirurgicales modernes et à une meilleure prise en charge péri-opératoire qui minimise les risques de lésions vasculaires.

En comparaison, les résultats de notre série marocaine montrent une concordance avec les données existantes, avec zéro complication vasculaire sur les 80 cas traités, ce qui souligne également la rareté de ces complications.

Ces résultats homogènes dans la littérature suggèrent que les complications vasculaires, bien que graves, sont exceptionnelles dans la prise en charge des fractures et des traumatismes traités dans les études récentes.

#### a.2 Complications nerveuses :

Contrairement aux complications vasculaires, les complications nerveuses représentent une problématique plus préoccupante. Ces complications ont été observées à des fréquences variables avec des taux allant jusqu'à 6 cas pour Marcheix et al. (2016) et 4 cas dans les études récentes de Sisman et al. (2023) et Droll et al. (2007). Notre série, avec zéro complication nerveuse relevée sur 25 cas, reste favorable et peut témoigner d'une vigilance accrue pour éviter les lésions iatrogéniques.

**Tableau 29** : Etude comparative avec la littérature des complications nerveuses.

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Complications nerveuses
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	1
Droll et al.[42]	2007	Canada	30	3
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	4
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	6
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	0
GS et al.[58]	2019	Inde	30	0
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	0
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	0
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	1
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	0
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	0
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	54	4
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	0
Notre série	2024	Maroc	80	0

Concernant les nerfs touchés, le nerf médian apparaît comme le plus fréquemment impliqué, suivi du nerf radial, de l'ulnaire, puis des atteintes mixtes. Cette prédominance du nerf médian pourrait s'expliquer par sa proximité anatomique avec les structures osseuses fracturées et les fixateurs utilisés dans les techniques de réduction. Les travaux de Polat et al. (2022) et Thomas et al. (2023) soulignent une incidence modérée avec 1 à 2 complications nerveuses, ce qui reste dans la norme des grandes séries publiées. La réduction anatomique soignée et l'immobilisation adéquate restent donc essentielles pour prévenir ces complications. La comparaison de ces résultats avec les études récentes démontre que, malgré des avancées techniques notables, la vigilance demeure indispensable pour minimiser les risques neurologiques.

**a.3 Infection postopératoire :**

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

Saini et al. (2023) en Inde, rapporte un taux particulièrement élevé avec 5 complications infectieuses sur 40 cas. De même, notre série enregistre 5 cas sur 80 patients, soulignant une fréquence comparable à celle de Saini et confirmant que les infections postopératoires demeurent une préoccupation majeure, particulièrement dans les contextes de fractures complexes.

**Tableau 30 : Etude comparative avec la littérature des complications septiques.**

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Complications septiques
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	1
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	0
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	0
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	1
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	0
GS et al.[58]	2019	Inde	30	0
Basha et al.[61]	2021	Inde	30	3
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	4
Kaba et al.[51]	2022	Mali	35	1
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	5
Biswas et al.[55]	2023	Inde	40	3
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	1
Şişman et al.[57]	2023	Turquie	54	3
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	2
Notre série	2024	Maroc	80	5

Ainsi, bien que les taux d'infections restent faibles dans certaines séries (0 % pour GS et al. (2019) et Retal et al. (2018)), leur augmentation dans les études récentes justifie une attention particulière à l'asepsie, à l'antibioprophylaxie et à la surveillance postopératoire.

#### a.4 Syndrome de Wolkman :

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:

- **Phase de début:** caractérisée par la triade classique qui associe un syndrome douloureux intense, un aspect inflammatoire localisé, et des troubles moteurs et neurologiques.
- **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 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.

Köse et al.[49] rapporte deux cas dans sa série tandis que Droll et al.[42] et Bauer et al [104] rapportent un seul cas dans leur série, alors que nous n'avons noté aucun cas parmi nos patients.

**b. Complications tardives :****b.1 Pseudarthrose :**

La pseudarthrose est définie par l'absence de consolidation osseuse d'une fracture au-delà de 6 mois. Sur le plan clinique, elle se manifeste principalement par des douleurs à la mobilisation de l'os affecté. Le diagnostic est confirmé par des examens radiologiques, révélant la persistance du foyer de fracture avec un écart interfragmentaire notable, signe caractéristique d'une absence de consolidation.

Parmi les fractures des deux os de l'avant-bras, la pseudarthrose demeure la complication la plus fréquente. Cette situation est souvent multifactorielle, et plusieurs éléments peuvent être mis en cause :

**❑ Facteurs mécaniques :**

- La complexité du trait de fracture, en particulier dans les cas de fractures comminutives ou instables.
- Le type de matériel de synthèse utilisé, tels que les fixateurs externes ou l'embrochage centro-médullaire, qui offrent parfois une stabilité insuffisante.
- La technique chirurgicale inadéquate, notamment l'usage de plaques courtes et peu rigides ou d'un nombre insuffisant de prises bicorticales, compromettant ainsi la stabilité du foyer fracturaire.

**❑ Facteurs généraux :**

- Âge avancé du patient.
- Altérations métaboliques comme le diabète ou l'ostéoporose.
- Mauvais état nutritionnel et masse musculaire réduite.
- Habitudes de vie défavorables, telles que le tabagisme et la consommation excessive d'alcool.

La prévention de la pseudarthrose repose sur plusieurs axes :

- L'utilisation de plaques suffisamment longues et rigides pour assurer une fixation optimale.
- Une prise en charge postopératoire rigoureuse avec une immobilisation plâtrée, précédée d'une phase initiale de rééducation progressive de la pronosupination afin de préserver la fonctionnalité articulaire.

**Tableau 31** : Taux de pseudarthrose dans la littérature.

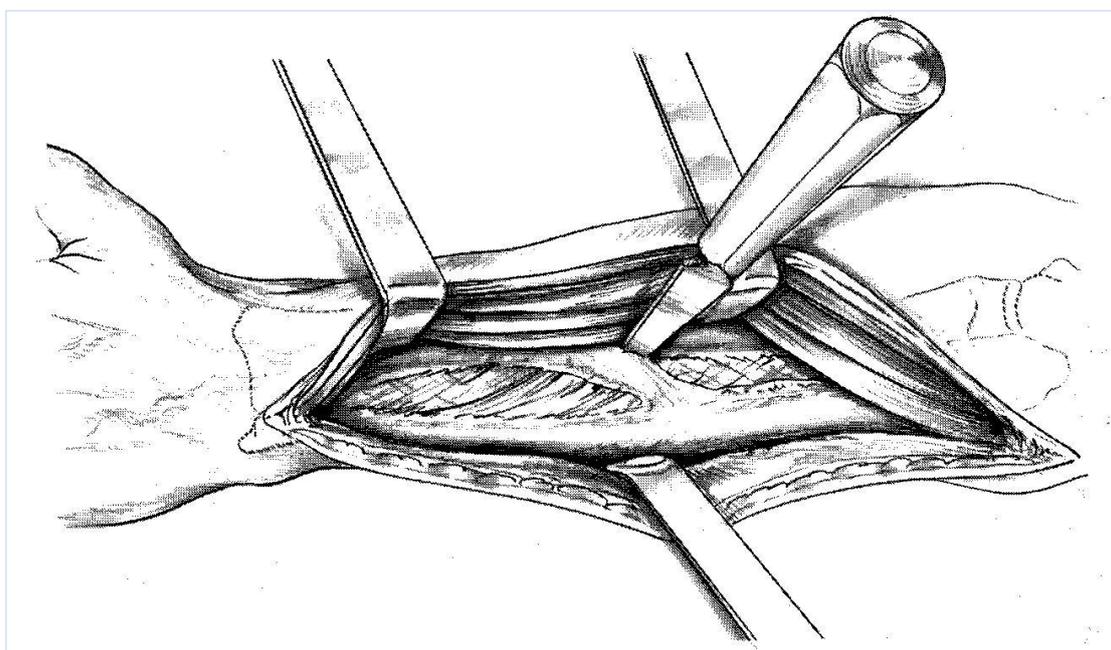
Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Cas de pseudarthrose
Wang et al. [41]	2005	Taiwan	25	1
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	3
Marcheix et al.[39]	2016	France	131	9
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	1
GS et al.[58]	2019	Inde	30	1
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	0
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	1
Kaba et al.[52]	2022	Mali	35	2
Saini et al.[53]	2023	Inde	40	1
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	2
Notre série	2024	Maroc	80	1

Dans notre étude, un seul cas a été recensé sur 80 patients, ce qui témoigne de résultats encourageants par rapport aux taux plus élevés rapportés dans certaines séries antérieures, comme celle de Marcheix et al. [39] (2016) avec 9 %. Cela souligne l'importance des techniques chirurgicales optimisées et de la prise en charge postopératoire rigoureuse pour prévenir cette complication.

**b.2 Synostose radio-cubitale :**

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 [66], [105], [106] :

- 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 :
  - ✓ Exposition trop délabrant du foyer de fracture.
  - ✓ Passage de mèches trop longues.
  - ✓ Mise en place de vis trop longues.



**Figure 59 :** Résection d'une synostose médiadiaphysaire. Résection en bloc en extrapériosté emportant la synostose et la membrane interosseuse avoisinante

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 [107] et ABRAMS [108] 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 [109].

**Tableau 32** : Etude comparative avec la littérature des synostoses radio-cubitales .

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Complications nerveuses
Iacobellis et al.[44]	2014	Italie	47	0
Kim et al.[46]	2015	Corée	47	2
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	1
GS et al.[58]	2019	Inde	30	0
Köse et al.[49]	2019	Turquie	104	0
Polat et al.[51]	2022	Turquie	46	1
Kaba et al. [52]	2022	Mali	35	0
Sahoo et al.[56]	2023	Inde	30	1
Thomas et al.[59]	2023	Inde	33	1
Notre série	2024	Maroc	80	0

La synostose radio-cubitale reste une complication rare mais redoutable, comme en témoigne l'absence de cas dans plusieurs séries, notamment celles de Köse et al. (2019) et Kaba et al. (2022), tandis que notre étude marocaine confirme également zéro cas sur 80 patients, traduisant une prise en charge optimisée et une vigilance accrue pour prévenir cette complication.

**b.3**      Cal vicieux :

Devenue de plus en plus rare grâce à l'utilisation généralisée des plaques de synthèse, la synostose reste toutefois possible avec l'usage du fixateur externe [90].

La prise en charge des cals vicieux repose sur une approche chirurgicale rigoureuse comprenant :

- Un accès direct au cal avec décortication ostéopériostique.
- Une ostéotomie correctrice pour réaligner les fragments osseux.
- Une ostéosynthèse solide et stable afin d'assurer une consolidation optimale.

Une rééducation postopératoire précoce et prolongée est indispensable pour restaurer la mobilité articulaire et prévenir les complications fonctionnelles.

**b.4**      Fractures itératives :

Ce sont des fractures qui surviennent après consolidation et qui présentent de ce fait les caractères cliniques d'une fracture pathologique. (tableau 34)

Parmi les causes incriminées, on cite :

- Un délai insuffisamment respecté entre la synthèse et l'ablation du matériel [108].
- Infection.
- Mauvaise compression ou réduction des fractures comminutives.

**Tableau 33** : Comparaison du nombre de fractures itératives.

Auteur	Année	Pays	Nombre de cas	Fractures itératives
Andaloussi et al. [110]	2017	Maroc	47	3
Retal et al.[48]	2018	Maroc	78	1
Notre série	2024	Maroc	80	1

Ces résultats mettent en évidence une diminution globale de l'incidence des fractures itératives au fil des années, ce qui pourrait refléter une amélioration des techniques chirurgicales et de la prise en charge postopératoire dans le contexte marocain.

# CONCLUSION

Les fractures des deux os de l'avant-bras représentent une pathologie fréquente en traumatologie, touchant principalement une population jeune et active. Notre étude rétrospective portant sur 80 cas traités chirurgicalement a permis de mettre en évidence plusieurs points essentiels :

Le diagnostic, principalement clinique et radiologique, doit être précis et minutieux pour orienter la prise en charge thérapeutique. L'évaluation initiale doit particulièrement rechercher des lésions cutanées ou vasculo-nerveuses associées qui peuvent compromettre le pronostic.

Le traitement chirurgical constitue le gold standard, permettant une réduction anatomique et une stabilité optimale. L'ostéosynthèse par plaque vissée reste la technique de référence, offrant les meilleurs résultats en termes de consolidation et de récupération fonctionnelle. Néanmoins, d'autres techniques comme l'embrochage centromédullaire ou l'ostéosynthèse mixte peuvent avoir leurs indications dans certains cas particuliers.

Les résultats de notre série, avec 88% de bons et très bons résultats, confirment l'efficacité du traitement chirurgical lorsque les principes thérapeutiques sont respectés :

- Réduction anatomique parfaite
- Ostéosynthèse stable
- Respect de la vascularisation
- Rééducation précoce et adaptée

Cependant, des complications peuvent survenir, dominées par les pseudarthroses et les infections. Leur prévention repose sur :

- Une technique chirurgicale rigoureuse

- Le respect des parties molles
- Une antibiothérapie prophylactique adaptée
- Un suivi régulier jusqu'à consolidation complète

Le pronostic fonctionnel dépend essentiellement de la qualité de la réduction initiale, de la stabilité de l'ostéosynthèse et de la rééducation post-opératoire. Une prise en charge précoce et adaptée permet généralement une reprise satisfaisante des activités quotidiennes et professionnelles.

Les perspectives d'amélioration concernent principalement le développement de nouveaux matériaux d'ostéosynthèse et l'optimisation des protocoles de rééducation, afin de diminuer encore le taux de complications et d'améliorer les résultats fonctionnels.

# RESUMES

## Résumé :

**Titre :** Traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant-bras

**Auteur :** OUABOU Nassim

**Mots clés :** Fractures, avant-bras, radius, ulna, traitement chirurgical, fixateur interne.

**Objectifs :** Évaluer les résultats fonctionnels du traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant-bras.

**Introduction :** Le terme de fracture des deux os de l'avant-bras désigne l'ensemble des fractures qui touchent l'un ou les deux os situés dans cette région. Cela inclut les fractures dont la ligne de rupture se trouve au niveau de la membrane interosseuse, c'est-à-dire entre deux centimètres en dessous de la tubérosité bicipitale et quatre centimètres au-dessus de l'articulation radio-carpienne.

**Matériels et Méthodes :** Il s'agit d'une étude rétrospective concernant une série de 80 cas des fractures des deux os de l'avant-bras colligées au service de Traumatologie-orthopédie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès. Cette étude s'étale sur une période de 5 ans de Janvier 2019 à décembre 2023.

**Résultats :** L'âge de nos patients variait entre 11 et 78 ans avec une moyenne d'âge de 34 ans. 65 patients étaient de sexe masculin (81,25%). % ont consulté au jour même du traumatisme. Les accidents de la voie publique constituent la cause la plus fréquente retrouvée chez 43,75% des patients. La fracture siégeait sur l'avant-bras gauche chez 70% des patients. 48,75% des traits de fractures siégeaient au niveau du tiers moyen. 5 fractures étaient ouvertes. 18 patients étaient admis pour polytraumatisme. L'ostéosynthèse a été réalisée par plaque vissée chez 65 patients, par un embrochage centromédullaire dans 10 cas, par ostéosynthèse mixte dans 5 cas. 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.

## **Abstract :**

**Title:** Surgical Treatment of Forearm Bone Fractures

**Author:** OUABOU Nassim

**Keywords:** Fractures, forearm, radius, ulna, surgical treatment, internal fixation.

**Objectives:** Evaluate the functional outcomes of surgical treatment for forearm bone fractures.

**Introduction:** The term "fracture of both forearm bones" refers to all fractures affecting one or both bones in this region. This includes fractures where the fracture line is located at the level of the interosseous membrane, specifically two centimeters below the bicipital tuberosity and four centimeters above the radiocarpal joint.

**Materials and Methods:** This is a retrospective study involving a series of 80 cases of forearm bone fractures collected from the Traumatology-Orthopedics department at Moulay Ismail Military Hospital in Meknès. The study covers a period of 5 years, from January 2019 to December 2023.

**Results:** The age of the patients ranged from 11 to 78 years, with a mean age of 34 years. 65 patients (81.25%) were male. 43.75% of patients sought medical attention on the same day as the trauma. Road traffic accidents were the most common cause, accounting for 43.75% of cases. The fracture was located on the left forearm in 70% of patients. 48.75% of fractures were located at the middle third of the forearm. Five fractures were open. 18 patients were admitted for polytrauma. Osteosynthesis was performed using a plate and screws in 65 patients, intramedullary nailing in 10 cases, and mixed osteosynthesis in 5 cases. Compared to the literature, our series shows a predominance of young male patients, primarily due to road traffic accidents. The goal

of treatment is to restore the anatomy of both forearm bones and ensure normal function by restoring the pronator curvature of the radius.

**Conclusion:** Plate and screw osteosynthesis remains the treatment of choice, providing satisfactory outcomes when the technique is rigorously followed.

## ملخص:

**العنوان:** العلاج الجراحي لكسور عظمي الساعد

**المؤلف:** اعبو نسيم

**الكلمات المفتاحية:** الكسور، الساعد، الكعبرة، الزند، العلاج الجراحي، التثبيت الداخلي.

**الأهداف:** تقييم النتائج الوظيفية للعلاج الجراحي لكسور عظام الساعد.

**المقدمة:** يشير مصطلح "كسر عظام الساعد" إلى جميع الكسور التي تصيب أحد أو كلا العظمين في هذه المنطقة. يشمل ذلك الكسور التي تقع خط كسرتها عند مستوى الغشاء بين العظام، أي على بعد سنتيمترين أسفل الحدبة ذات الرأسين وأربعة سنتيمترات فوق مفصل الكعبرة-الرسغ.

**المواد والأساليب:** هي دراسة استيعادية تشمل سلسلة من 80 حالة من كسور عظام الساعد تم جمعها من قسم جراحة العظام والطرائق في مستشفى مولاي إسماعيل العسكري في مكناس. تمتد الدراسة على فترة 5 سنوات من يناير 2019 إلى ديسمبر 2023.

**النتائج:** تراوحت أعمار المرضى بين 11 و 78 عامًا، بمتوسط عمر 34 عامًا. كان 65 مريضًا (81.25%) من الذكور و 43.75%. من المرضى استشاروا في نفس يوم الإصابة. كانت حوادث الطرق هي السبب الأكثر شيوعًا، حيث كانت تمثل 43.75% من الحالات. كان الكسر يقع في الساعد الأيسر لدى 70% من المرضى و 48.75%. من الكسور كانت في الثلث الأوسط للساعد. كانت هناك خمس كسور مفتوحة. تم قبول 18 مريضًا مصابًا بتعدد الإصابات. تم إجراء التثبيت العظمي باستخدام لوح معدني مع مسامير لدى 65 مريضًا، بينما تم استخدام التثبيت الداخلي بالنخاع في 10 حالات، وتثبيت مختلط في 5 حالات. بالمقارنة مع الأدبيات، تُظهر سلسلتنا انتشار الحالات بين الذكور الشباب، بسبب حوادث الطرق بشكل رئيسي. الهدف من العلاج هو استعادة تشريح عظام الساعد وضمان وظيفة طبيعية من خلال استعادة الانحناء البازي للكعبرة.

**الخاتمة:** يظل التثبيت العظمي باستخدام اللوح المعدني والمسامير هو العلاج المفضل، حيث يضمن نتائج مرضية إذا تم اتباع هذه التقنية بدقة.

# ANNEXES

## Annexe 1 :

### Fiche d'exploitation :

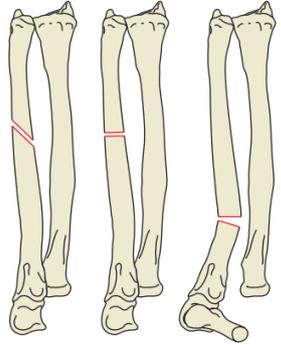
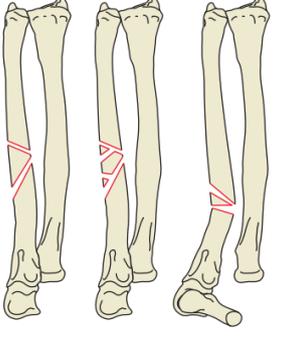
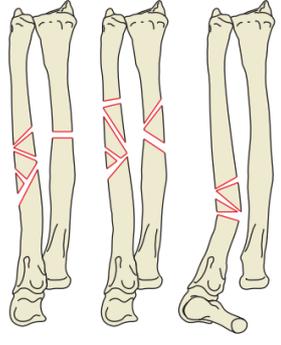
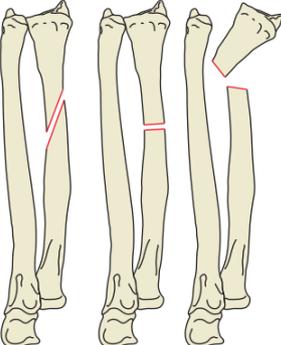
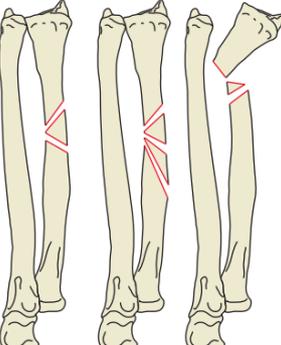
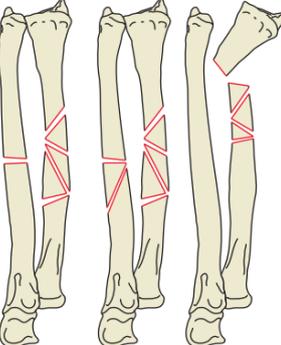
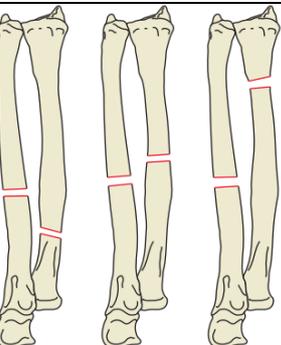
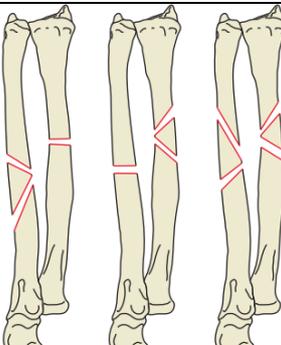
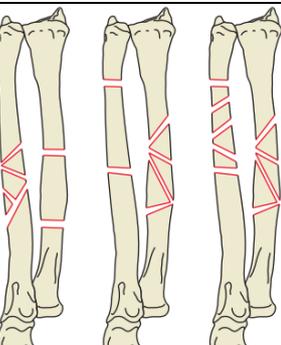
- ❖ Identité :
  - Num de dossier : .....
  - Age : .....
  - Sexe :
    - Masculin
    - Féminin
  - Profession :
  - Numéro d'entré :
- ❖ Motif de consultation : .....
- ❖ Antécédents :
  - Médicaux: .....
  - Chirurgicaux : .....
  - Toxique :
    - Tabagisme : Oui  Non  Autre : .....
- ❖ Traumatisme:
  - Délai de consultation : .....
  - Circonstance du traumatisme :
    - AVP : oui  non
    - Chute sur l'avant-bras : oui  non
    - Agression : oui  non
    - Manœuvre de défense : oui  non
    - Chute sur la main : oui  non
    - Autres : oui  non  .....
  - Type de traumatisme :
    - Fermé :
    - Ouvert :
  - Mécanisme du traumatisme :
    - Direct :
    - Indirect :
    - Indéterminé :
  - Contexte traumatique :
    - Traumatisme isole :
    - Polytraumatisé :
  - Côté atteint: - Droit  Gauche  Bilatéral
  - Traumatismes associés :

- Trauma crânien
- Trauma abdominal
- Trauma thoracique
- Fractures associées:.....
- ❖ Etude clinique :
  - Signe généraux :.....
  - Signes fonctionnels :
    - Douleur
    - Impotence fonctionnelle
    - Autres signes : .....
  - Signes physiques :
    - Attitude du traumatisé du membre supérieur
    - Œdème
    - Déformation
    - Pronation conservé : oui  non
    - Supination conservé : oui  non
    - Ouverture cutanée : oui  non
    - Classification Cauchoix et Duparck: I:  II:  III:
    - Lésion vasculo-nerveuse: Vasculaire  Nerveuse
    - Autres signes :.....
- ❖ Etude radiologique :
  - Rx standard de l'avant bras :
    - Face : oui  non
    - Profil : oui  non
    - 3/4 : oui  non
  - Rx du coude: oui  non
  - Rx de poignet: oui  non
  - Description de la fracture:
    - Siège diaphysaire : 1/3 supérieur  1/3 moyen  1/3 inférieur
    - Type du trait : Transversal  Oblique courte  Oblique longue  Spiroïdes  A troisième fragment  Comminutive
    - Déplacement : Angulation  Chevauchement  Angulation + Chevauchement  Translation  Fractures non ou peu déplacées
    - Classification AO :.....
    - Luxation : Monteggia  Galeazzi
- ❖ Traitement
  - Délai opératoire : >6h  <6h
  - Type d'anesthésie : AG  ALR
  - Voie d'abord :

- Ulna : Voie postérieure  Voie interne  Voie dorso-interne
- Radius : Voie de Henry  Voie de Thompson
- Techniques chirurgicales :
  - Ostéosynthèse interne : oui  non
  - Embrochage : oui  non
  - Plaque vissée : oui  non
  - 1/3tube oui  non
  - Radius spéciale oui  non
  - Ostéosynthèse externe : oui  non
- Radiographie de contrôle:
  - Satisfaisante
  - Non satisfaisante
- Soins postopératoires: .....
- Traitements associées :
  - Immobilisation : type :.....durée :.....
- Rééducation : type :.....durée :.....
- ❖ Evolution :
  - Simples
  - Complications : Oui  Non 
    - Complication per opératoire : Hémorragie  Autre :.....
    - Complication précoces : Infection  Syndrome de Wolkman  Phlyctène  Désunion des sutures  Autres :.....
    - Complication tardives : Infection  Déplacement secondaire  Pseudarthrose  Cals vicieux  Synostose radio-ulnaire  Démontage du matériel d'ostéosynthèse  Sd algodystrophique
- ❖ Resultats :
  - Recul :
  - Critères d'évaluation selon d'Oestern et Tscherne :
    - Douleur oui  non
    - Fonction oui  non
    - Consolidation oui  non  Mobilité : coude:..... Poignet:.....
  - Résultats :
    - Résultats globaux : Excellent  Bien  Moyen  Pauvre
    - Résultats en fonction du traitement : Excellent  Bien  Moyen  Pauvre
    - Résultats en fonction du trait de fracture : Satisfaisants  Non Satisfaisants
    - Résultats en fonction du déplacement : Satisfaisants  Non Satisfaisants
    - Résultats selon l'ouverture cutanée : Excellent  Moyen  Pauvre

## Annexe 2 :

**Tableau 34 :** classification des fractures selon l'association pour l'ostéosynthèse AO [77].

A	B	C
 <p><b>A1</b> 1 2 3</p>	 <p><b>B1</b> 1 2 3</p>	 <p><b>C1</b> 1 2 3</p>
 <p><b>A2</b> 1 2 3</p>	 <p><b>B2</b> 1 2 3</p>	 <p><b>C2</b> 1 2 3</p>
 <p><b>A3</b> 1 2 3</p>	 <p><b>B3</b> 1 2 3</p>	 <p><b>C3</b> 1 2 3</p>
<p><b>A1.</b> Fracture simple du cubitus, diaphyse radiale intacte.</p> <p><b>A2.</b> Fracture simple du radius, diaphyse cubitale intacte.</p> <p><b>A3.</b> Fracture simple des deux os</p>	<p><b>B1.</b> Fracture à coin du cubitus, diaphyse radiale intacte.</p> <p><b>B2.</b> Fracture à coin du radius, diaphyse cubitale intacte.</p> <p><b>B3.</b> Fracture à coin d'un os, combinée à une fracture simple ou à coin de l'autre.</p>	<p><b>C1.</b> Fracture complexe du cubitus.</p> <p><b>C2.</b> Fracture complexe du radius.</p> <p><b>C3.</b> Fracture complexe des deux os.</p>

### Annexe 3 :

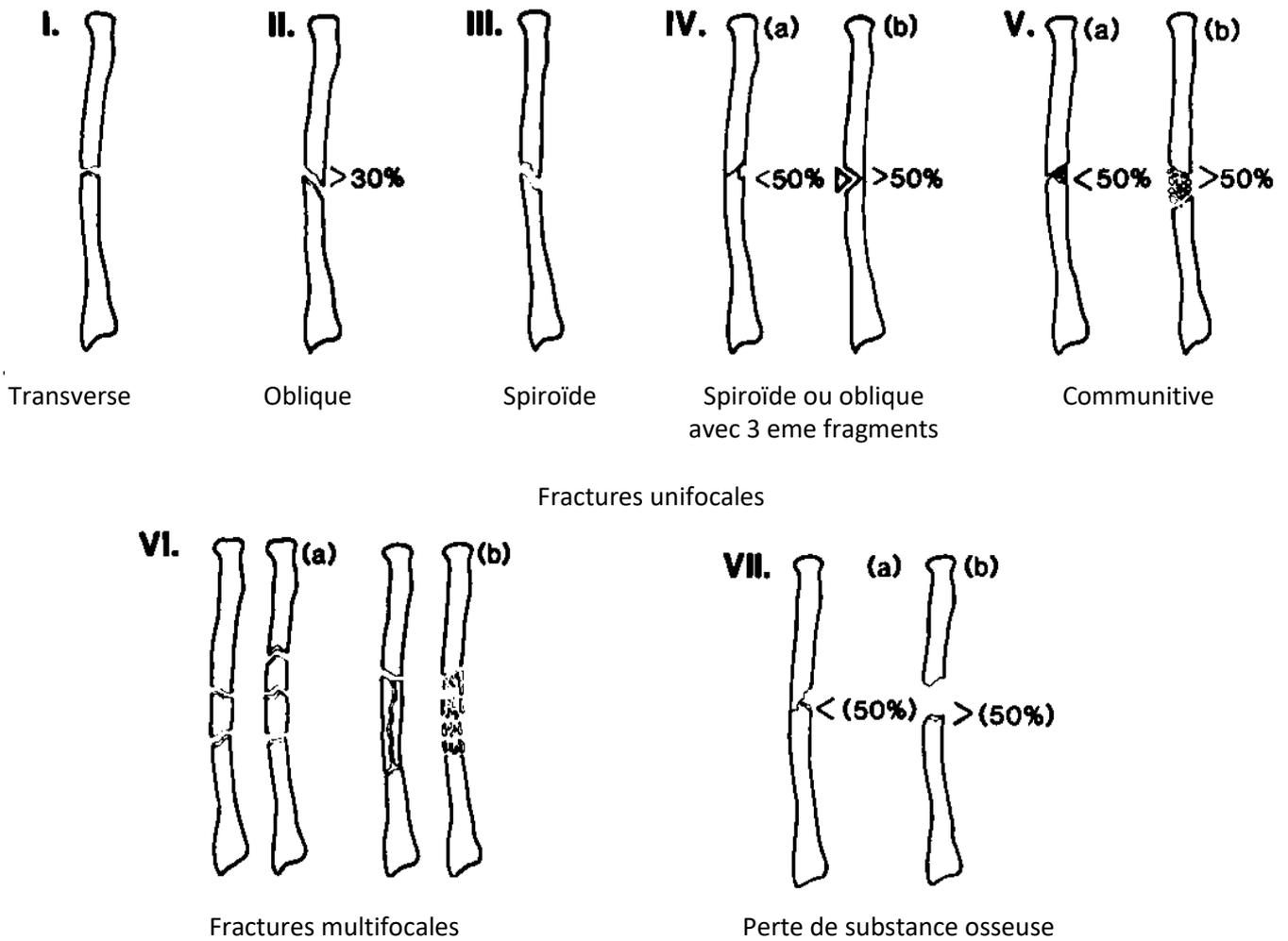


Figure 60 : Classification des fractures selon American association of orthopedic surgeon.

## Annexe 4 :

### 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)

## Annexe 5 :

### 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 cutanéomusculaire, 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 molle.

## Annexe 6 :

### CLASSIFICATION DE GUSTILLO ET ANDERSON :

#### Grade Description

- **I** Plaie ponctiforme 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 déperiostage.
- **III B** Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, avec mise à nue de l'os, avec déperiostage.
- **III C** Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, avec ischémie du membre.

# **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Smith et al, « "Epidemiology of forearm fractures in adults: A comprehensive review." J Hand Surg Am. », vol. 45, n° 3, p. 234-242, 2020.
- [2] Johnson et al, « "Socioeconomic impact of upper extremity fractures: A systematic review." Injury », vol. 52, n° 8, p. 2237-2246, 2021.
- [3] Lee et al, « "Biomechanics of the forearm: A review of current concepts." J Hand Surg Eur », vol. 47, n° 5, p. 456-465, 2022.
- [4] Brown et al, « "Historical perspective on the treatment of forearm fractures." J Orthop Trauma », vol. 33, n° Suppl 8, p. S32-S35, 2019.
- [5] Müller et al, « The comprehensive classification of fractures of long bones. », *Springer-Verlag*, Berlin, 1990.
- [6] Perren et al, « "The concept of biological plating using the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP)." Injury », vol. 22, n° Suppl 1, p. 1-41, 1991.
- [7] Hohenberger et al, « "Outcomes after operative treatment of forearm fractures with plating: a systematic review and meta-analysis." Eur J Trauma Emerg Surg », vol. 48, n° 1, p. 21-35, 2022.
- [8] « "Management of adult diaphyseal both-bone forearm fractures." J Am Acad Orthop Surg », vol. 28, n° 7, p. e288-e297, 2020.
- [9] Kose et al, « "Comparison of intramedullary nail versus plate-screw fixation in the treatment of adult forearm fractures: A systematic review and meta-analysis." Eur J Trauma Emerg Surg », vol. 49, n° 2, p. 489-499, 2023.
- [10] Jiang et al, « "Comparison of intramedullary nailing versus plate fixation for adult forearm fractures: A systematic review and meta-analysis." Orthop Traumatol Surg Res », vol. 107, n° 4, p. 102779, 2021.
- [11] Bado et al, « "The Monteggia lesion." Clin Orthop Relat Res », vol. 50, p. 71-86, 1967.
- [12] Giannoulis et al, « "Treatment of Galeazzi fractures: A systematic review and meta-analysis." J Orthop Trauma », vol. 36, n° 4, p. e123-e129, 2022.
- [13] Suarez et al, « "3D-printed patient-specific plates versus standard plates for treating diaphyseal forearm fractures: A randomized controlled trial." J Hand Surg Am », vol. 48, n° 2, p. 162-170, 2023.
- [14] Chen et al, « "Minimally invasive plate osteosynthesis versus conventional open reduction and internal fixation for diaphyseal forearm fractures: A systematic review and meta-analysis." J Orthop Surg (Hong Kong) », vol. 29, n° 3, 2021.
- [15] Kloen et al, « "Treatment of diaphyseal non-unions of the ulna and radius." Arch Orthop Trauma Surg », vol. 130, n° 12, p. 1439-1445, 2010.
- [16] Pfanner et al, « "Surgical treatment of posttraumatic radioulnar synostosis." J Hand Surg Eur », vol. 47, n° 4, p. 391-397, 2022.

- [17] L. D. Anderson, D. Sisk, R. E. Tooms, et W. I. Park, « Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna », *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 57, n° 3, p. 287-297, avr. 1975.
- [18] Bado JL, « "The Monteggia lesion". Clin Orthop Relat Res », vol. 50, p. 71-86, 1967.
- [19] Schemitsch EH et Richards RR, « "The effect of malunion on functional outcome after plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults". J Bone Joint Surg Am », vol. 74, n° 4, p. 1068-1078, 1992.
- [20] L. Obert et P. Garbuio, « Fractures récentes et anciennes des deux os de l'avant-bras chez l'adulte ». 2009.
- [21] Richard L. Drake & A. Wayne Vogl & Adam W. M. Mitchell, *Gray's Anatomy for Students, 5th Edition*, 5<sup>e</sup> éd. Elsevier, 2023.
- [22] Omokawa S, Iida A, Kawamura K, et Tanaka Y, « "Radiographic predictors of DRUJ instability with distal radius fractures". J Wrist Surg », vol. 3, n° 1, p. 2-6, 2014.
- [23] Malone PS, Cooley J, Morris J, Terenghi G, Lees VC, « "The biomechanical and functional relationships of the proximal radioulnar joint, distal radioulnar joint, and interosseous ligament". J Hand Surg Eur », vol. 40, n° 5, p. 485-493, 2015.
- [24] Jayakumar P, Jupiter JB, « "Reconstruction of malunited diaphyseal fractures of the forearm". Hand (N Y) », vol. 9, n° 3, p. 265-273, 2014.
- [25] Ferreira LM, et al, « "Optimization of the lateral ulnar collateral ligament reconstruction using a computational model." J Shoulder Elbow Surg », vol. 30, n° 4, p. 780-788, 2021.
- [26] Alentorn-Geli E, et al, « "Arthroscopic treatment of proximal radioulnar joint injuries: a systematic review." J Shoulder Elbow Surg », vol. 31, n° 2, p. 411-421, 2022.
- [27] Omori S, et al, « "Three-dimensional kinematics of the proximal radioulnar joint in the forearm rotation." J Shoulder Elbow Surg », vol. 29, n° 10, p. 2096-2103, 2020.
- [28] Hackl M, et al, « "The floating forearm concept revisited: A comprehensive review of literature." J Hand Surg Eur », vol. 46, n° 2, p. 115-124, 2021.
- [29] Houdek MT, et al, « "Outcomes of ulnar shortening osteotomy for ulnar impaction syndrome: a systematic review." J Hand Surg Eur », vol. 48, n° 2, p. 113-120, 2023.
- [30] Frank Netter, « Atlas Netter d'anatomie humaine 8e édition ». in Elsevier Masson. p. 684, 2023.
- [31] Guzzini M, et al, « "Both-bone forearm fractures: A comprehensive review of surgical options." Injury », vol. 55, n° 1, p. 44-53, 2024.
- [32] « Anatomie du membre supérieur | e-Anatomy », IMAIOS.

- [33] Schmidt AH, « "Acute Compartment Syndrome." Injury », 2, p. S18-S22, 2021.
- [34] Langer V, et al, « "Rehabilitation following flexor tendon repairs of the hand: current concepts and future directions." EFORT Open Rev », vol. 5, n° 12, p. 832-840, 2020.
- [35] Pet MA, et al, « "Nerve Transfers for the Restoration of Wrist, Finger, and Thumb Extension in Severe Radial Nerve Palsy." Hand Clin », vol. 36, n° 2, p. 161-168, 2020.
- [36] Brzezinski M, et al, « "Radial artery cannulation: a comprehensive review of recent anatomic and physiologic investigations." Anesth Analg », vol. 109, n° 6, p. 1763-1781, 2020.
- [37] « The inter-arterial anastomoses of the extremities. » Ann Surg, « "The inter-arterial anastomoses of the extremities." Ann Surg », vol. 128, n° 4, p. 666-689, 2023.
- [38] Rupp M, et al, « "Diaphyseal long bone fractures – Principles of biologically-oriented treatment." Front Surg », vol. 7, 2021.
- [39] P.-S. Marcheix *et al.*, « Pre- and postoperative complications of adult forearm fractures treated with plate fixation », *Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR*, vol. 102, n° 6, p. 781-784, oct. 2016, doi: 10.1016/j.otsr.2016.04.014.
- [40] D. Ring, R. Rhim, C. Carpenter, et J. B. Jupiter, « Comminuted diaphyseal fractures of the radius and ulna: does bone grafting affect nonunion rate? », *J. Trauma*, vol. 59, n° 2, p. 438-441; discussion 442, août 2005, doi: 10.1097/01.ta.0000174839.23348.43.
- [41] J.-P. Wang, F.-Y. Chiu, C.-M. Chen, et T.-H. Chen, « Surgical treatment of open diaphyseal fractures of both the radius and ulna », *J. Chin. Med. Assoc. JCMA*, vol. 68, n° 8, p. 379-382, août 2005, doi: 10.1016/S1726-4901(09)70179-0.
- [42] K. P. Droll, P. Perna, J. Potter, E. Harniman, E. H. Schemitsch, et M. D. McKee, « Outcomes following plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults », *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 89, n° 12, p. 2619-2624, déc. 2007, doi: 10.2106/JBJS.F.01065.
- [43] N. M. K. Behnke, H. R. Redjal, V. T. Nguyen, et D. M. Zinar, « Internal fixation of diaphyseal fractures of the forearm: a retrospective comparison of hybrid fixation versus dual plating », *J. Orthop. Trauma*, vol. 26, n° 11, p. 611-616, nov. 2012, doi: 10.1097/BOT.0b013e31824aee8e.
- [44] C. Iacobellis et C. Biz, « Plating in diaphyseal fractures of the forearm », *Acta Bio-Medica Atenei Parm.*, vol. 84, n° 3, p. 202-211, janv. 2014.
- [45] S. K. Lee, K. J. Kim, J. W. Lee, et W. S. Choy, « Plate osteosynthesis versus intramedullary nailing for both forearm bones fractures », *Eur. J. Orthop. Surg.*

- Traumatol. Orthop. Traumatol.*, vol. 24, n° 5, p. 769-776, juill. 2014, doi: 10.1007/s00590-013-1242-x.
- [46] S. B. Kim, Y. M. Heo, J. W. Yi, J. B. Lee, et B. G. Lim, « Shaft Fractures of Both Forearm Bones: The Outcomes of Surgical Treatment with Plating Only and Combined Plating and Intramedullary Nailing », *Clin. Orthop. Surg.*, vol. 7, n° 3, p. 282-290, sept. 2015, doi: 10.4055/cios.2015.7.3.282.
- [47] X. F. Zhang, J. W. Huang, H. X. Mao, W. B. Chen, et Y. Luo, « Adult diaphyseal both-bone forearm fractures: A clinical and biomechanical comparison of four different fixations », *Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR*, vol. 102, n° 3, p. 319-325, mai 2016, doi: 10.1016/j.otsr.2015.11.019.
- [48] Retal Youssef, « Traitement chirurgical des fractures des deux os de l'avant bras. » FMPDF, 2018.
- [49] Ahmet Köse et al, « Retrospective Evaluation of Adult Diaphyseal Forearm Fractures Result In The Treatment Of Plate Osteosynthesis », p. 8, 2019.
- [50] L. S. Marchand *et al.*, « Immediate Weight Bearing of Plated Both-Bone Forearm Fractures Using Eight Cortices Proximal and Distal to the Fracture in the Polytrauma Patient Is Safe », *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, vol. 29, n° 15, p. 666-672, août 2021, doi: 10.5435/JAAOS-D-20-01252.
- [51] O. Polat et S. Toy, « Comparison of the clinical and radiographic outcomes of plate fixation versus new-generation locked intramedullary nail in the management of adult forearm diaphyseal fractures », *Acta Orthop. Traumatol. Turc.*, vol. 56, n° 5, p. 321-326, sept. 2022, doi: 10.5152/j.aott.2022.21190.
- [52] Amara Kaba, « TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES DIAPHYSAIRES DES OS DE L'AVANT-BRAS CHEZ L'ADULTE ». Bamako, 2021.
- [53] R. Saini, A. Sharma, K. Baisoya, et D. Ravalji, « A Comparative Study Between Plate Osteosynthesis and Intramedullary Nailing for Diaphyseal Fracture of Radius and Ulna in Adults », *Cureus*, vol. 15, n° 4, p. e37277, doi: 10.7759/cureus.37277.
- [54] H. Vasara *et al.*, « Adverse Events After Surgical Treatment of Adult Diaphyseal Forearm Fractures », *JBJS Open Access*, vol. 8, n° 3, p. e22.00115, août 2023, doi: 10.2106/JBJS.OA.22.00115.
- [55] A. Biswas, K. K. Sabui, A. Basu, et P. Mandal, « Comparative study of internal fixation of diaphyseal fractures of both bones of the forearm in adults between intramedullary nailing and plate osteosynthesis », *Asian J. Med. Sci.*, vol. 14, n° 2, Art. n° 2, févr. 2023, doi: 10.3126/ajms.v14i2.48869.
- [56] D. R. Sahoo, J. A. Santoshi, P. Behera, et M. Jain, « The impact of COVID-19 lockdown on the clinical and radiological outcomes of both-bone forearm fractures treated by compression plating at a tertiary care centre in India: a retrospective study », *Int. J. Burns Trauma*, vol. 13, n° 3, p. 142-148, 2023.

- [57] A. Şişman et Ö. Polat, « Comparison of intramedullary nailing and plate fixation in the surgical treatment of isolated fractures of the distal two-thirds of ulna diaphysis », *Jt. Dis. Relat. Surg.*, vol. 34, n° 2, p. 374-380, avr. 2023, doi: 10.52312/jdrs.2023.992.
- [58] Dr. S. Gs, Dr. R. B. Gunaki, Dr. S. Kishor, Dr. G. Sv, et Dr. D. Tailor, « A comparative study of both bone forearm fractures treated with intramedullary nailing vs plating in adults », *Int. J. Orthop. Sci.*, vol. 5, n° 2, p. 881-885, avr. 2019, doi: 10.22271/ortho.2019.v5.i2m.103.
- [59] A. Thomas, « Functional Outcome of Fracture Both Bone Fore Arm Treated with Compression Plate in Adults ».
- [60] D. Tourdias, « Traumatismes de l'avant-bras et du poignet », 2023.
- [61] A. M. I. Basha, C. S., et G. Gajendra, « A Prospective Comparative Study of Both Bone Forearm Fracture in Patients above Twelve Years of Age Treated with Dynamic Compression Plating and Intramedullary Nailing at a Tertiary Care Hospital in Kurnool, Andhra Pradesh », *J. Evol. Med. Dent. Sci.*, vol. 10, n° 45, p. 3816-3820, déc. 2021, doi: 10.14260/jemds/2021/772.
- [62] R. B. Gustilo, R. L. Merkow, et D. Templeman, « The management of open fractures », *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 72, n° 2, p. 299-304, févr. 1990.
- [63] P. H. Kim et S. S. Leopold, « In brief: Gustilo-Anderson classification. [corrected] », *Clin. Orthop.*, vol. 470, n° 11, p. 3270-3274, nov. 2012, doi: 10.1007/s11999-012-2376-6.
- [64] H. Winnett Orr, M.D., « THE ORR METHOD FOR WOUNDS AND COMPOUND FRACTURES | JAMA | JAMA Network », n° 10.1001, p. 118(11), 1942.
- [65] P. H. Kim et S. S. Leopold, « Gustilo-Anderson Classification », *Clin. Orthop.*, vol. 470, n° 11, p. 3270-3274, nov. 2012, doi: 10.1007/s11999-012-2376-6.
- [66] W. A. Hadden, R. Reschauer, et W. Seggl, « Results of AO plate fixation of forearm shaft fractures in adults », *Injury*, vol. 15, n° 1, p. 44-52, juill. 1983, doi: 10.1016/0020-1383(83)90162-6.
- [67] R. Breit, « Post-traumatic radioulnar synostosis », *Clin. Orthop.*, n° 174, p. 149-152, avr. 1983.
- [68] Dr. V. P. S. Chouhan, Dr. S. K. Soni, et Dr. A. Ojha, « Functional outcome of closed diaphyseal fractures of both bone forearm in adults treated by small dynamic compression plate fixation in radius & intramedullary nail fixation in ulna », *Int. J. Orthop. Sci.*, vol. 5, n° 2, p. 991-995, avr. 2019, doi: 10.22271/ortho.2019.v5.i2o.1465.
- [69] L. Traore, M. Sidibe, A. Moussa, et T. Coulybali, « Monteggia Bilateral Fracture: A Case Study », *Surg. Sci.*, vol. 10, n° 08, p. 297-301, 2019, doi: 10.4236/ss.2019.108032.

- [70] Bronfen C., « Fractures de Monteggia récentes. In: Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n 72 :traumatologie du coude de l'enfant. Paris: Elsevier Masson; 2000. p. 157-67 », vol. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, n° 72, p. 157-67.
- [71] P. Kloen, J. K. Wiggers, et G. A. Buijze, « Treatment of diaphyseal non-unions of the ulna and radius », *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, vol. 130, n° 12, p. 1439-1445, 2010, doi: 10.1007/s00402-010-1071-x.
- [72] R. Suarez, A. Barquet, et R. Fresco, « EPIDEMIOLOGY AND TREATMENT OF MONTEGGIA LESION IN ADULTS: SERIES OF 44 CASES », *Acta Ortopédica Bras.*, vol. 24, p. 48-51, févr. 2016, doi: <https://doi.org/10.1590/1413-785220162401152249>.
- [73] S. Siebenlist, A. Buchholz, et K. F. Braun, « Fractures of the proximal ulna: current concepts in surgical management », *EFORT Open Rev.*, vol. 4, n° 1, p. 1-9, janv. 2019, doi: 10.1302/2058-5241.4.180022.
- [74] M. Jung, C. Groetzner-Schmidt, F. Porschke, P. A. Grützner, T. Guehring, et M. Schnetzke, « Monteggia-like lesions in adults treated with radial head arthroplasty—mid-term follow-up of 27 cases », *J. Orthop. Surg.*, vol. 15, n° 1, p. 5, janv. 2020, doi: 10.1186/s13018-019-1540-z.
- [75] Philipp Henle, Kevin Ortlieb, Kerstin Kuminack, Christof A. Mueller & Norbert P. Suedkamp, « Problems of bridging plate fixation for the treatment of forearm shaft fractures with the locking compression plate – PubMed », 2011, vol. 131, n° Trauma Surgery, p. 85-91.
- [76] Nizar Sahnoun, Boubaker Ayedi, Khaled Keskes, Mohamed Ali Rebai, Imen Zouch, Wassim Zribi, Zoubaier Ellouz, Hassib Keskes, « Etude rétrospective des fractures de Galeazzi chez l'adulte dans le Département d'Orthopédie du Centre Hospitalier Universitaire Habib Bourguiba Sfax, Tunisie: à propos de 45 cas », 2020.
- [77]. EL MOKHI et al, « LE PROFIL ÉPIDÉMIOLOGIQUE DES FRACTURES DU MEMBRE SUPÉRIEUR.AU SERVICE DE TRAUMATOLOGIE ORTHOPEDIE DE L'HÔPITAL MILITAIRE MOULAY ISMAIL DE MEKNÈS ( à propos de 200 cas) ». FMPDF, 2022.
- [78] Maurice E. Müller; Serge Nazarian; Peter Koch, « Classification AO des fractures: 1: Les os longs », *AbeBooks*, vol. 1.
- [79] E. Masson, « Fractures récentes et anciennes des deux os de l'avant-bras chez l'adulte », EM-Consulte. Consulté le: 15 décembre 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/222840/fractures-recentes-et-anciennes-des-deux-os-de-l-a>
- [80] Bernard Cadot et Christophe Oberlin, « Voie d'abord des deux os de l'avant-bras ». Elsevier Masson, 1995.
- [81] Dominik Heim, Shai Luria, Rami Mosheiff, Yoram Weil, « Anterior approach (Henry) to the forearm shaft ». 2023.

- [82] K. Tsang, D. Barlow, et S. Pickard, « Surgical approaches to forearm and wrist », *Orthop. Trauma*, vol. 26, n° 2, p. 132-143, avr. 2012, doi: 10.1016/j.mporth.2012.03.001.
- [83] Dominik Heim, Shai Luria, Rami Mosheiff, Yoram Weil, « Posterolateral approach (Thompson) to the forearm shaft ». aofoundation, 2023.
- [84] T. G. Grace et W. W. Eversmann, « Forearm fractures: treatment by rigid fixation with early motion », *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 62, n° 3, p. 433-438, avr. 1980.
- [85] W. A. Teipner et J. W. Mast, « Internal fixation of forearm diaphyseal fractures: double plating versus single compression (tension band) plating--a comparative study », *Orthop. Clin. North Am.*, vol. 11, n° 3, p. 381-391, juill. 1980.
- [86] C. O. Bernard Cadot, « Voies d'abord des deux os de l'avant-bras ». Elsevier Masson, 1995.
- [87] H. Rosen, « Compression treatment of long bone pseudarthroses », *Clin. Orthop.*, n° 138, p. 154-166, 1979.
- [88] Dominik Heim, Shai Luria, Rami Mosheiff, Yoram Weil, « Approach to the ulna ». aofoundation, 2023.
- [89] D Saragaglia 1, Y Tourne, E Montbarbon, E Carpentier, C Faure, J Butel, « Osteosynthesis of forearm fractures using a P.C.D. "Small fragments" plate from A.O instruments. Apropos of 283 screwed plates », *PubMed*, 1991.
- [90] P. Lascombes, « Fracture des deux os de l'avant-bras chez l'enfant et l'adolescent : Fracture of the forearm in children and adolescent », *EM-Consulte*, 2011.
- [91] T. Haumont, S. Barbary, L. Goffinet, et J.-D. Métaizeau, « Le traitement chirurgical de la fracture de l'avant-bras chez l'enfant : l'embrochage centro-médullaire élastique stable (ECMES) », *EM-Consulte*.
- [92] Scott W. Wolfe, William C. Pederson, Scott H. Kozin, Mark S. Cohen, *Green's Operative Hand Surgery*. 2021.
- [93] Riccardo Ferracini ,Alessandro Bistolfi ,Claudio Guidotti ORCID,Stefano Artiaco ,Agnese Battista,Bruno Battiston and Giuseppe Perale, « Bone Loss in Distal Radial Fractures Treated with A Composite Xenohybrid Bone Substitute: A Two Years Follow-Up Retrospective Study », *MDPI*, 2020.
- [94] Graeme Hoit a, Michael S Kain b, Jeremy W Sparkman c, Brent L Norris c, Janet D Conway d, J Tracy Watson e, Paul Tornetta III b, Aaron Nauth, « The induced membrane technique for bone defects: Basic science, clinical evidence, and technical tips – PMC », *PMID*, 2021.
- [95] Z. Zhou, X. Li, X. Wu, et X. Wang, « Impact of early rehabilitation therapy on functional outcomes in patients post distal radius fracture surgery: a systematic

- review and meta-analysis », *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 25, p. 198, mars 2024, doi: 10.1186/s12891-024-07317-0.
- [96] T. G. Grace et W. W. J. Eversmann, « Forearm fractures: treatment by rigid fixation with early motion. », *JBJS*, vol. 62, n° 3, p. 433, avr. 1980.
- [97] J. M. Collis, E. C. Mayland, V. Wright-St Clair, U. Rashid, N. Kayes, et N. Signal, « An evaluation of wrist and forearm movement during purposeful activities and range of movement exercises after surgical repair of a distal radius fracture: A randomized crossover study », *J. Hand Ther.*, vol. 36, n° 3, p. 593-605, juill. 2023, doi: 10.1016/j.jht.2022.07.009.
- [98] H. A. W. Meijer *et al.*, « Rehabilitation after Distal Radius Fractures: Opportunities for Improvement », *J. Wrist Surg.*, vol. 12, n° 5, p. 460-473, juill. 2023, doi: 10.1055/s-0043-1769925.
- [99] H. Minehara, Y. Zenke, A. Maruo, T. Matsushita, et T. I. Miclau, « Management of open fracture and related complications: the Japanese way », *OTA Int.*, vol. 7, n° 3S, p. e325, mai 2024, doi: 10.1097/OI9.0000000000000325.
- [100] Lorna Mathieu, Antoine Grosset, Ismaël Hassan Farah, et Nicolas de l'Escalopier, « Temporary External Fixation for Forearm Fractures in Damage Control Orthopedics Procedures: Use of a Simplified Frame », *Trauma Cases and Reviews 4*, 2018.
- [101] M. M. Weber, T. Rosteijs, T. A. Schildhauer, M. Königshausen, et V. Rausch, « Monteggia fractures and Monteggia-like-lesions: a systematic review », *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, vol. 143, n° 7, p. 4085-4093, juill. 2023, doi: 10.1007/s00402-022-04576-1.
- [102] A. K. Shukla, A. K. Mishra, A. Pande, et A. Dwivedi, « Evaluation of Distal Radioulnar Joint Fixation Using a Fixation Button in Galeazzi Fracture Dislocations: Radiological and Functional Outcomes », *J. Orthop. Rep.*, p. 100526, nov. 2024, doi: 10.1016/j.jorep.2024.100526.
- [103] C. Mensel, P. H. Gundtoft, et O. Brink, « Preoperative templating in orthopaedic fracture surgery: The past, present and future », *Injury*, vol. 53, p. S42-S46, nov. 2022, doi: 10.1016/j.injury.2022.09.005.
- [104] G. Bauer, M. Arand, et W. Mutschler, « Post-traumatic radioulnar synostosis after forearm fracture osteosynthesis », *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, vol. 110, n° 3, p. 142-145, 1991, doi: 10.1007/BF00395796.
- [105] D. L. N. Christian Lefèvre, Frédéric Dubrana, et Éric Stindel, « Fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'adulte ». 14-044-A-10, 2003.
- [106] B R Singer et George Mclauchlan, « Epidemiology of fractures in 15 000 adults: the influence of age and gender », *ResearchGate*, 1998.

- [107] J. P. Cullen, V. D. Pellegrini, R. J. Miller, et J. A. Jones, « Treatment of traumatic radioulnar synostosis by excision and postoperative low-dose irradiation », *J. Hand Surg.*, vol. 19, n° 3, p. 394-401, mai 1994, doi: 10.1016/0363-5023(94)90051-5.
- [108] R. A. Abrams, B. P. Simmons, R. A. Brown, et M. J. Botte, « Treatment of posttraumatic radioulnar synostosis with excision and low-dose radiation », *J. Hand Surg.*, vol. 18, n° 4, p. 703-707, juill. 1993, doi: 10.1016/0363-5023(93)90322-T.
- [109] K Yong-Hing, S P Tchang, « Traumatic radio-ulnar synostosis treated by excision and a free fat transplant. A report of two cases - PubMed », *PubMed*, 1983.
- [110] S. Andaloussi, M. A. Oukhouya, O. Alaoui, K. Atarraf, L. Chater, et M. A. Afifi, « Les complications de l'ECMES dans le traitement des fractures des 2 os de l'avant-bras chez l'enfant (à propos de 87 cas) », *Pan Afr. Med. J.*, vol. 27, n° 68, Art. n° 68, mai 2017, doi: 10.11604/pamj.2017.27.68.11058.

# SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

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

Les médecins seront mes frères.

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

Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.

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

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

## قَسَمُ أَبْقَرَاتٍ

فِي هَذِهِ اللَّحْظَةِ الَّتِي يَتِمُّ فِيهَا  
قَبُولِي عُضْوًا فِي الْمِهْنَةِ الطِّبِّيَّةِ  
أَتَعَهَّدُ عَلَانِيَةً

بِأَنَّ أَكَرْسَ حَيَاتِي لِيَخْدُمَةَ الْإِنْسَانِيَّةِ:

- أَنْ أَحْتَرِمَ أَسَاتِدَتِي وَأَعْتَرِفَ لَهُمْ  
بِالْجَمِيلِ الَّذِي يَسْتَحِقُّونَهُ.
  - أَنْ أَمَارِسَ مِهْنَتِي بِوَأَعٍ مِنْ ضَمِيرِي وَشَرَفِي  
جَاعِلًا صِحَّةَ مَرِيضِي هَدَفِي الْأَوَّلَ.
  - أَنْ لَا أَفْشِيَ الْأَسْرَارَ الْمَعْهُودَةَ إِلَيَّ.
  - أَنْ أَحَافِظَ بِكُلِّ مَا لَدَيَّ مِنْ وَسَائِلٍ عَلَى  
الشَّرَفِ وَالتَّقَالِيدِ النَّبِيلَةِ لِمِهْنَةِ الطَّبِّ.
  - أَنْ أَعْتَبِرَ سَائِرَ الْأَطِبَّاءِ إِخْوَةً لِي.
  - أَنْ أَقُومَ بِوَأَجِبِي نَحْوَ مَرْضَايَ بِدُونِ أَيِّ  
اعْتِبَارٍ دِينِي أَوْ وَطَنِي أَوْ عِرْقِي أَوْ سِيَاسِي أَوْ  
اجْتِمَاعِي.
  - أَنْ أَحَافِظَ بِكُلِّ حَزْمٍ عَلَى اخْتِرَامِ الْحَيَاةِ  
الْإِنْسَانِيَّةِ مُنْذُ نَشَأَتِهَا.
  - أَنْ لَا أَسْتَعْمِلَ مَعْلُومَاتِي الطِّبِّيَّةِ  
بِطَرِيقَةٍ تَضُرُّ بِحُقُوقِ الْإِنْسَانِ مَهْمَا لَاقَيْتُ مِنْ  
تَهْدِيدٍ.
- بِكُلِّ هَذَا أَتَعَهَّدُ عَنْ كَامِلِ اخْتِيَارِي وَمُقْسِمًا  
بِاللَّهِ.

وَاللَّهُ عَلَى مَا أَقُولُ شَهِيدٌ.





أطروحة رقم 25/018

سنة 2025

# العلاج الجراحي لكسور عظمي الساعد

(دراسة حول 80 حالة)

## الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2025/01/06

من طرف

السيد نسيم اعبو

المزداد في 14 أغسطس 1997 بمكناس

## لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

### الكلمات الأساسية :

الكسور، الساعد، الكعبرة، الزند، العلاج الجراحي، المثبت الداخلي

### اللجنة

السيد حسن الجزائري..... الرئيس

أستاذ التعليم العالي في جراحة العظام والمفاصل

السيد توفيق شراد..... المشرف

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل

السيد عمر بولهرود..... أعضاء

أستاذ التعليم العالي في جراحة الدماغ و الأعصاب

السيد بلعباس سفيان.....

أستاذ مبرز في الأشعة