



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+٠٢٤٧٠١+ | +٠١٤٢٢٤+ ٨ +٠٠٠٧٠+
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Les résultats du traitement chirurgical des fractures de l'extrémité proximale de l'humérus

MEMOIRE PRESENTE PAR :

DOCTEUR **Radi Jihad**

Né le 30/05/1989 à TAOUNAT

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : TRAUMATOLOGIE-ORTHOPEDIE

SOUS LA DIRECTION DE :

PROFESSEUR FAWZI BOUTAYEB

Session juin 2022

Plan

PROFESSEUR FAWZI BOUTAYEB	29
Listes des figures	6
Liste des tableaux	9
Liste des graphiques.....	11
Liste des abréviations	12
INTRODUCTION	13
PATIENTS ET METHODES	16
I. Patients :.....	17
1. Critères d'inclusion :	17
2. Critères d'exclusion :	17
II. Méthodes :	17
1. Evaluation fonctionnelle :	17
2. Evaluation radiologique :	23
III. Fiche d'exploitation :	23
1. Identité :	23
2. Les antécédents :	24
3. Circonstances de l'accident :	24
4. Clinique :	24
5. Bilan radiologique :	25
6. Traitement de la fracture :	26
7. Suivi du malade :	27
RESULTATS	28
I. Etude épidémiologique :	29

1. Sexe :	29
2. Age :	29
3. Etiologies :	30
4. Côté atteint et latéralité :	30
II. Etude clinique :	31
1. Signes fonctionnels :	31
2. Lésions associées :	32
3. Tares associées :	32
4. Traumatismes associés :	33
III. Etude anatomopathologique :	33
1. Types de la fracture :	33
2. Analyse radiologique initiale :	36
IV. Thérapeutique :	36
1. Délai d'intervention :	36
2. Type d'anesthésie :	36
3. Installation :	37
4. Voie d'abord :	37
5. Techniques chirurgicales :	40
6. Suites post opératoires :	40
6.1. Contrôle radiographique :	40
6.2. L'immobilisation :	40
6.3. La rééducation :	41
6.4. La consolidation :	41
V. Evaluation des résultats :	41
1. Résultats fonctionnels selon le score de Constant :	41
2. Résultats radiologiques : Ont été jugés anatomiques les cas présentant :	42
VI. Analyse des résultats :	42
1. Résultats fonctionnels :	42
1.1. Résultat en fonction de la tranche d'âge.....	42
1.2. Résultats selon le type de la fracture :	43
1.3. Résultats en fonction du matériel utilisé :	44

1.4. Résultats en fonction de l'angulation du fragment proximal :	46
2. Résultat radiologique :	46
VI. complications :	47
1. Immédiates :	48
2. Secondaires :	48
2.1. Infection :	48
2.2. Déplacement secondaire :	48
2.3. Pénétration articulaire de la vis :	48
2.4. Migrations des broches :	48
3. Tardives :	48
ICONOGRAPHIE	50
DISCUSSION	56
I. Epidémiologie :	57
1. Fréquence :	57
2. Sexe :	57
3. Age :	58
4. Etiologie :	59
5. Côté atteint et latéralité :	61
II. Clinique :	62
1. Signes fonctionnels :	62
2. Examen clinique :	63
III. RADIOLOGIE :	65
1. Radiographie standard :	65
2. Scanner :	66
IV. ANATOMOPATOLOGIE :	67
1. Classification de Neer :	68
2. Classification de Duparc :	72
2.1. Fractures extra-articulaires :	72
2.1.1. Fractures tubérositaires :	72
2.1.2. Fractures sous tubérositaires :	74
2.2. Fractures intra articulaires :	76

2.2.1. Fractures céphaliques :	76
2.2.2. Fractures céphalotubérositaires :	77
V. TRAITEMENT :	79
1. Traitement médical :	79
2. Traitement orthopédique :	79
3. Traitement chirurgical :	80
3.1. Délai d'intervention :	80
3.2. Anesthésie :	81
3.3. Installation :	81
3.3.1. Installation en position Beach chair :	81
3.3.2. Installation en décubitus dorsal :	82
3.3.3. Installation en décubitus latéral :	83
3.3.4. Installation en décubitus ventral :	83
3.4. Voies d'abord :	84
3.4.1. La voie delto-pectorale :	84
3.4.2. La voie transdeltoïdienne :	85
3.4.3. La voie externe sous le V deltoïdien :	86
3.4.4. La voie sus-olécraniennne :	87
3.5. Techniques chirurgicales :	88
3.5.1. Ostéosynthèses à foyer ouvert :	88
3.5.1.1. Plaque verrouillée :	88
3.5.1.2. Plaque vissée :	89
3.5.1.3. Enclouage centromédullaire :	90
3.5.2. Ostéosynthèse à foyer fermé :	93
3.5.2.1. Embrochage type Kapandji :	93
3.5.2.2. Embrochage type Hackethal :	94
3.5.2.3. Embrochage de Vichard :	95
3.5.2.4. Vissage :	96
3.5.3. Arthroplasties :	97
3.5.3.1. Hemi arthroplastie :	97
3.5.3.2. Prothèse totale de l'épaule inversée :	99

4. Rééducation :	102
VI. RESULTAT THERAPEUTIQUE :	103
1. Résultats fonctionnels :	103
2. Résultats radiologiques :	104
VII. Analyse des résultats :	105
1. Age :	105
2. Type de fracture :	107
3. Technique chirurgicale :	108
4. Influence de l'orientation céphalique :	110
VIII. Complications :	110
1. Complications immédiates :	111
1.1. Lésions nerveuses :	111
1.2. Lésions vasculaires :	112
2. Complications secondaires :	113
2.1. Infection :	113
2.2. Déplacement secondaire :	114
2.3. Syndrome algodystrophique :	115
3. Complications tardives :	115
3.1. Cals vicieux :	115
3.2. Pseudarthrose :	116
3.3. Raideur de l'épaule :	118
3.4. Nécrose avasculaire de la tête humérale :	119
3.5. Conflit sous acromial :	120
4. Complications liées au matériel d'ostéosynthèse :	122
CONCLUSION.....	124
Résumé	126
ABSTRACT	128
ملخص	130
BIBLIOGRAPHIE	131

Listes des figures

Figure 1 : Evaluation de la force à l'aide d'une balance. ⁶	19
Figure 2 : Fiche d'évaluation de Constant. ⁷	21
Figure 3 : Schématisation des angles αF (a: vue de face) et αP (b: vue de profil) . ⁹	23
Figure 4 : Position de Beach Chair. (Service de traumatologie-orthopédie A)	37
Figure 5 : Voie d'abord delto-pectorale.....	39
Figure 6 : Voie externe sous le V deltoïdien.....	39
Figure 7 : Voie d'abord sus-olécraniennne. (Service de traumatologie-orthopédie A)	39
Figure 8 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque verrouillée avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).....	51
Figure 9 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque verrouillée avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).....	51
Figure 10 : Fracture à 3 fragments de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque verrouillée avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A)....	52
Figure 11 : Mise en place d'une plaque verrouillée en peropératoire.	52
Figure 12 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque vissée anatomique avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).....	53
Figure 13 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par embrochage type Hackethal avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).....	53
Figure 14 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par embrochage type Kapandji avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).....	54
Figure 15 : Fracture du trochiter de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par vissage avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).	54
Figure 16 : Mouvement d'abduction, d'adduction, de rotation externe, de rotation interne, et d'antépulsion des amplitudes articulaires de l'épaule chez un adulte de 19 ans traité par embrochage type Hackethal à 2ans du post op.....	55
Figure 17 : Vue antérieure de l'extrémité supérieure de l'humérus. ¹²	Erreur ! Signet non défini.
Figure 18 : Vue postérieure montrant l'insertion des muscles de la coiffe sur le trochiter. (Laboratoire d'anatomie Fès)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 19 : Les muscles de la coiffe des rotateurs. ¹³	Erreur ! Signet non défini.
Figure 20 : Vue postéro-latérale de l'épaule droite. (Laboratoire d'anatomie Fès).....	Erreur ! Signet non défini.

Figure 21 : Vue de profil du muscle deltoïde. ¹⁴	Erreur ! Signet non défini.
Figure 22 : Vue antérieure montrant la vascularisation de l'extrémité supérieure de l'humérus. ¹⁶	Erreur ! Signet non défini.
Figure 23 : Vue antérieure de l'épaule montrant l'artère circonflexe antérieure. (Laboratoire d'anatomie Fès)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 24 : Vue antérieure de l'extrémité supérieure de l'humérus montrant le trajet du nerf axillaire. ¹⁷	Erreur ! Signet non défini.
Figure 25 : Rapports nerveux de l'épaule. (Laboratoire d'anatomie Fès). ...	Erreur ! Signet non défini.
Figure 26 : Illustration du trajet du nerf musculocutané : ¹⁸	Erreur ! Signet non défini.
Figure 27 : Illustration du trajet du nerf supra scapulaire. ¹⁹	Erreur ! Signet non défini.
Figure 28 : Aspect scannographique d'une fracture à 3 fragments. (service de traumatologie-orthopédie A)	67
Figure 29 : Schéma de la classification de Neer. ¹⁷	71
Figure 30 : Fracture du trochiter. ¹⁶	73
Figure 31 : Fracture du trochin. ⁴¹	73
Figure 32 : Fracture sous-tubérositaire isolée. ⁴¹	74
Figure 33 : Fracture sous-tubérositaire et du trochiter. ¹⁶	75
Figure 34 : Fracture sous-tubérositaire et du trochin. ¹⁶	76
Figure 35 : Fracture du col anatomique. ¹⁶	77
Figure 36 : Fractures céphalotubérositaires ¹⁷	78
Figure 37 bandage de Velpeau ⁹ Figure 38 : immobilisation type Mayo Clinic ⁹	80
Figure 39 : Position de Beach chair. (service de traumatologie-orthopédie A).....	82
Figure 40 : Installation en décubitus dorsal.(service de traumatologie-orthopédie A).....	83
Figure 41 : Installation en décubitus latéral. ⁶³	83
Figure 42 : Installation en décubitus ventral. ⁶³	84
Figure 43 : Voie Delto-pectoral. ³¹	85
Figure 44 : Abord transdeltoïdien. ¹⁷	86
Figure 45 : Voie externe sous le V deltoïdien. ⁹	87
Figure 46 : Abord sus-olécranien. ⁹	87
Figure 47 : Ostéosynthèse par plaque verrouillée avec contrôle scopique du montage avant fermeture. (service de traumatologie-orthopédie A).....	89
Figure 48 : : Plaque vissée mise en place. (service de traumatologie-orthopédie A)	90
Figure 49 : enclouage centromédullaire (Telegraph) d'une fracture sous-tubérositaire associée à une fracture du trochiter. ¹⁶	93
Figure 50 : Ostéosynthèse par embrochage type Kapandji avec aspect en palmier des broches. ⁹	94
Figure 51 : Ostéosynthèse par embrochage type Hackethal.(service de traumatologie orthopédie A).....	95
Figure 52 : Embrochage de Vichard. ⁹	96

Figure 53 : Ostéosynthèse par vis d'une fracture du trochiter. ⁴¹	97
Figure 54 : Héli arthroplastie de l'épaule. ¹⁶	99
Figure 55 : Prothèse totale d'épaule inversée. (service de traumatologie orthopédie A)....	101
Figure 56 : Arbre décisionnel de la prise en charge des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. ¹⁷	102

Liste des tableaux

Tableau 1 : Score fonctionnel normal de l'épaule selon Constant pondéré en fonction de l'âge et du sexe. ⁸	22
Tableau 2 : Evaluation qualitative du score de Constant.	22
Tableau 3 : Répartition des signes cliniques retrouvés dans notre étude.	32
Tableau 4 : Répartition des tares associées dans notre étude (n=71).	33
Tableau 5 : Les différents types de fractures étudiées en fonction du type anatomique et du nombre de fragments avec leurs fréquences (n=71).	34
Tableau 6 : Répartition de la voie d'abord en fonction de la technique d'ostéosynthèse.....	38
Tableau 7 : Répartition de la technique d'ostéosynthèse utilisée en fonction du nombre de fragments.....	40
Tableau 8 : Les résultats radiologiques des différentes techniques d'ostéosynthèse dans notre étude.....	47
Tableau 9 : Répartition des complications tardives dans notre étude.	48
Tableau 10 : les étiologies des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus dans la littérature.	60
Tableau 11 : Répartition des fractures selon la latéralité et le côté dominant en comparaison avec la littérature.	62
Tableau 12 : Répartition des fractures selon la classification de Neer en comparaison avec la littérature.	70
Tableau 13 : Répartition des techniques d'ostéosynthèse réalisés dans notre étude en rapport avec les séries de la littérature.....	101
Tableau 14 : Comparaison du constant moyen globale dans notre étude avec les séries de la littérature.	104
Tableau 15 : l'angle céphalo-diaphysaire moyen dans notre étude en comparaison avec la littérature.	105
Tableau 16 : Résultats du score de constant moyen selon la tranche d'âge.	106
Tableau 17 : Résultats du score de constant moyen selon le type de fracture.....	108
Tableau 18 : Répartition du score de constant moyen selon le moyen d'ostéosynthèse utilisé dans notre étude en comparaison avec la littérature.	109
Tableau 19 : prévalence de lésion nerveuse dans notre étude en comparaison avec la littérature.	112
Tableau 20 : prévalence de lésion vasculaire dans notre étude en comparaison avec la littérature.	113
Tableau 21 : prévalence d'infection dans notre étude en comparaison avec la littérature.	114
Tableau 22 : Comparaison de survenue de déplacement secondaire dans notre étude en rapport avec la littérature.	114

Tableau 23 : prévalence d'algodystrophie dans notre étude en comparaison avec la littérature.	115
Tableau 24 : prévalence de cal vicieux dans notre étude en comparaison avec la littérature.	116
Tableau 25 : prévalence de pseudarthrose dans notre étude en comparaison avec la littérature.	118
Tableau 26 : prévalence de raideur de l'épaule dans notre étude en comparaison avec la littérature.	119
Tableau 27 : prévalence de la nécrose avasculaire de la tête humérale dans notre étude en comparaison avec la littérature.	120
Tableau 28 : prévalence du conflit sous acromial dans notre étude en comparaison avec la littérature.	121

Liste des graphiques

Graphique 1 : Répartition des fractures en fonction du sexe (n=71).	290
Graphique 2 : Répartition des fractures en fonction de l'âge (n=71).....	290
Graphique 3 : Répartition des fractures en fonction de l'étiologie.....	301
Graphique 4 : Répartition des fractures en fonction du côté atteint.....	312
Graphique 5 : Répartition des signes cliniques retrouvés dans notre étude.	312
Graphique 6 : Répartition des fractures en fonction du type anatomique.	36
Graphique 7 : Répartitions des fractures en fonction du nombre de fragment. ..	3536
Graphique 8 : partition en fonction de l'analyse radiologique initiale	3637
Graphique 9 : Délais entre la consultation et l'opération.	37
Graphique 10 : Répartition des fractures selon la voie d'abord.	38
Graphique 11 : Répartition des fractures selon le matériel d'ostéosynthèse utilisé (n=71).	401
Graphique 12 : Répartition en fonction des résultats globaux.....	4243
Graphique 13 : Score de Constant moyen en fonction de l'âge(n=71).	44
Graphique 14 : Répartition des résultats selon le type de la fracture.....	45
Graphique 15 : Résultats fonctionnels selon la technique chirurgicale utilisée.....	47
Graphique 16 : Score de Constant moyen selon le matériel utilisé.	47
Graphique 17 : Pourcentage de réduction anatomique.	48
Graphique 18 : Répartition en fonction des complications.....	490
Graphique 19 : Répartition en fonction du sexe selon différentes études.	581
Graphique 20 : Répartition en fonction de l'âge selon les différentes études.....	72

Liste des abréviations

IC : Indice de constant

ESH : Extrémité supérieure de l'humérus

Fr : Fracture

AVP : Accident de la voie publique

TDM : Tomodensitométrie

PAV : Pénétration articulaire de vis

DS : Déplacement secondaire

NATH : Nécrose avasculaire de la tête humérale

INTRODUCTION

Les fractures de l'humérus proximal sont limitées aux fractures siégeant au-dessus de l'insertion du bord supérieur du grand pectoral. Elles représentent 5 % de toutes les fractures¹.

Elles surviennent soit chez les patients jeunes lors de traumatisme à haute énergie, soit chez les personnes âgées avec un os de qualité médiocre. La troisième plus fréquente après 65 ans des fractures ostéoporotiques des membres, après les fractures de l'extrémité supérieure du Fémur et du poignet². De plus il existe une corrélation significative entre le déplacement de ces fractures et l'âge, ce déplacement étant un facteur décisif dans leur prise en charge.

De très nombreuses classifications ont été proposées selon le siège des traits par rapport à la surface articulaire et aux tubérosités, le nombre de fragments, le déplacement, l'association ou non à une luxation glénohumérale³.

Encore ce jour il n'existe pas de consensus sur un algorithme décisionnel quant à la prise en charge thérapeutique de ces fractures⁴, qui va de la simple immobilisation à l'arthroplastie humérale, en passant par de nombreuses techniques d'ostéosynthèse. En effet, même si les fractures sont considérées comme déplacées dans 58 % des cas, elles ne sont opérées que dans 21 % des cas, l'indication variant en fonction de l'âge, de la qualité de l'os, du niveau d'activité et de l'état général du patient, du déplacement des fragments, et des lésions associées.

Ce traitement doit répondre principalement à deux impératifs :

- Assurer une bonne consolidation.
- Permettre une mobilité précoce de l'épaule sachant que la raideur de l'épaule représente la principale complication thérapeutique.

Compte tenu de l'amélioration des techniques et la demande fonctionnelle des patients, les indications chirurgicales tendent à augmenter les dernières années.

Le but de cette étude rétrospective est d'évaluer les résultats fonctionnels des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus traitées chirurgicalement par ostéosynthèse.

PATIENTS ET METHODES

I. Patients :

Il s'agit d'une étude rétrospective de 71 cas de fractures de l'extrémité proximal de l'humérus traités par ostéosynthèse au service de chirurgie ostéo-articulaire A du CHU HASSAN II de Fès entre janvier 2016 et juin 2020 avec un recule moyen de 10 mois.

1. Critères d'inclusion :

Toutes les fractures de l'humérus proximal traitées par ostéosynthèse quel que soit le type anatomopathologique de la fracture, le mécanisme du traumatisme, le terrain de survenue, le sexe ou le côté atteint.

2. Critères d'exclusion :

Les fractures de l'humérus proximal traitées orthopédiquement ou par prothèse de l'épaule.

Toutes fractures diaphysaires ou de l'extrémité inférieure de l'humérus.

II. Méthodes :

1. Evaluation fonctionnelle :

Les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus progressent dans la majorité des cas vers une consolidation optimale en 3 à 6 semaines, avec une durée moyenne de récupération fonctionnelle d'un an.

Pour évaluer les résultats fonctionnels de nos patients, nous allons utiliser la " Cotation fonctionnelle de l'épaule selon Constant ".

Le score de Constant fournit une évaluation fonctionnelle et il est noté sur 100 points : 35 points sont accordés aux données subjectives tels que la douleur et les activités de la vie quotidienne, 65 points sont attribués aux données objectives de l'amplitude des mouvements et la force de l'épaule. Un jeune patient en bonne santé peut donc avoir un score maximum de 100 points.⁵

- **La douleur sur 15 points :**

L'évaluation de la douleur est fondée sur la description faite par le patient lors de ses activités quotidiennes. Une absence de douleur quotidienne donne 15 points pour cet item.

La constatation de douleur exige des précisions quantitatives. 10 points sont attribués si douleur légère, 5 points si la douleur est modérée et aucun point si la douleur est intense.

Il est ensuite demandé au patient d'évaluer le degré de douleur selon une échelle de 0 à 15. Cette question est le deuxième élément du chapitre douleur. Zéro correspond à une douleur intense et 15 représentent une absence de douleur.

Pour mesurer la douleur, on fait la moyenne des scores de ces deux items.

- **Activité quotidienne sur 20 points :**

Dans ce chapitre on évalue ces quatre points :

- L'impact de l'épaule pathologique sur l'activité quotidienne ou professionnelle.
- L'impact de l'épaule pathologique sur les activités de loisirs.
- Les troubles du sommeil à cause de l'épaule.
- Le quatrième point consiste à définir à quel niveau le patient peut raisonnablement utiliser son bras.

- **La mobilité active sur 40 points :**

Cette évaluation est effectuée sur les deux épaules. L'amplitude fonctionnelle est celle active et indolore. 4 amplitudes seront recherchées : abduction, flexion, rotation interne et la rotation externe.

L'abduction et la flexion représentent les deux premiers items et disposent du même système de notation. Pour ces deux mouvements, il faut toujours vérifier que le patient effectue l'abduction et la flexion uniquement avec l'épaule.

L'évaluation de la rotation externe consiste à apprécier la capacité du patient à mettre sa main en derrière et sur sa tête et la position du coude au cours de ces mouvements, : 10 points sont le maximum attribué pour cet item.

L'évaluation fonctionnelle de la rotation interne correspond à la capacité du patient à poser sa main derrière son torse.

- **Force sur 25 points :**

L'évaluation est fondée sur la capacité du patient à lutter contre une traction vers le bas avec le bras tendu. Pour cela on utilise un poignet attaché à une balance. La balance est mise en place au niveau du poignet et on demande au patient de soulever le bras tendu dans le plan de l'omoplate jusqu'à 90° de flexion-abduction de l'épaule. Le patient résiste à la traction et la force maximale en Kg est mesurée. Cet exercice est répété 3 fois pendant 5 secondes. La moyenne est relevée après ces 3 tests et représente la force réelle de l'épaule. 25 points sont attribués pour un maximum de 12kg.



Figure 1 : Evaluation de la force à l'aide d'une balance.⁶

Nos malades ont été évalué à chaque consultation (1 mois , 3 mois , 6 mois) selon la fiche d'évaluation de constant.⁶

	DROIT	GAUCHE
A- DOULEUR (/ 15) DOULEUR réelle : 1 + 2 / 2	☐	☐
1- Douleurs de l'épaule dans la vie de tous les jours barosensibilité = 15 points, si effort important = 10 points, si effort mineur = 5 points, en permanence = 0 points	☐	☐
2- Degré de la douleur Entre 0 et 15 (douleur très sévère = 0)	☐	☐
B- ACTIVITE QUOTIDIENNE (/ 20 points)	☐	☐
1- Handicap lors de l'activité professionnelle ou quotidienne. De 0 à 4 points (0 = limitation sévère) Professions :	☐	☐
2- Handicap lors de l'activité de loisir ou sportive De 0 à 4 points (0 = perturbation sévère) Sports :	☐	☐
3- Perturbation du sommeil par la douleur De 0 à 2 points (0 = perturbation sévère)	☐	☐
4- Niveau d'utilisation raisonnable du bras De 2 à 10 points (ceinture= 2 points, xyphoïde =4 points, cou = 6 points, tête = 8 points, au dessus de la tête = 10 points)	☐	☐
C- MOBILITE ACTIVE (/ 40 points)	☐	☐
1- Flexion 0° - 30° = 0 points 31° - 60° = 2 points 61° - 90° = 4 points 91° - 120° = 6 points 121° - 150° = 8 points > 150° = 10 points	☐	☐
2- Abduction (même cotation que la flexion)	☐	☐
3- Rotation externe Main derrière la tête, coude en avant = 2 points Main derrière la tête, coude en arrière = 4 points Main sur la tête, coude en avant = 6 points Main sur la tête, coude en arrière = 8 points Elévation, complète depuis sommet tête = 10 points	☐	☐
4- Rotation interne Face dorsale de la main : niveau de la cuisse 0 points niveau de la fesse 2 points niveau du sacrum 4 points niveau de L3 6 points niveau de T12 8 points niveau de T7 10 points	☐	☐
D- FORCE (/ 25 points pour 25 pounds ou 12 kg)	☐	☐
E- TOTAL (/ 100 points)	☐	☐

Figure 2 : Fiche d'évaluation de Constant.⁷

Le score de Constant pondéré s'agit d'un pourcentage, d'une mesure liée au sexe et à l'âge du patient à partir d'une échelle préétablie.

Âge	Hommes			Femmes		
	droit	gauche	moyenne	droit	gauche	moyenne
21-30	97	99	98	98	96	97
31-40	97	90	93	90	91	90
41-50	86	96	92	85	78	80
50-60	94	87	90	75	71	73
61-70	83	83	83	70	68	70
71-80	76	73	75	71	64	69
81-90	70	61	66	65	64	64
91-100	60	54	56	58	50	52

Tableau 1 : Score fonctionnel normal de l'épaule selon Constant pondéré en fonction de l'âge et du sexe.⁸

Pour pondérer le score de constant, il faut simplement faire une règle de trois, par exemple : pour une femme de 52 ans on obtient 67 points sur le score Constant, le tableau de pondération montre qu'entre 50 et 60 ans, une femme devrait normalement obtenir 73 points.

Le score pondéré sera donc de : $67/73 \times 100 = 91,7\%$.

Il existe en outre une autre évaluation qualitative selon Constant, basée sur la différentielle entre l'indice de Constant du côté opéré et celui du côté sain, comme décrit dans le tableau ci-dessous.

Déficit	Modéré			Moyen	Sévère
Différentielle (IC controlatéral - IC coté opéré)	Inférieur ou égal à 5	Inférieur ou égal à 10	Inférieur ou égal à 20	Inférieur ou égal à 30	Inférieur ou égal à 30
Résultat	Excellent	Très bon	Bon	Moyen	Mauvais

Tableau 2 : Evaluation qualitative du score de Constant.

2. Evaluation radiologique :

Critères d'évaluation des résultats radiologiques :

Les cas jugés anatomiques sont :

- Chevauchement inférieur à 0,5 cm.
- Translation inférieure à 0,5 cm.
- Déplacement trochitérien inférieur à 5 mm.
- Angle alpha égal à 45° plus ou moins 10°.

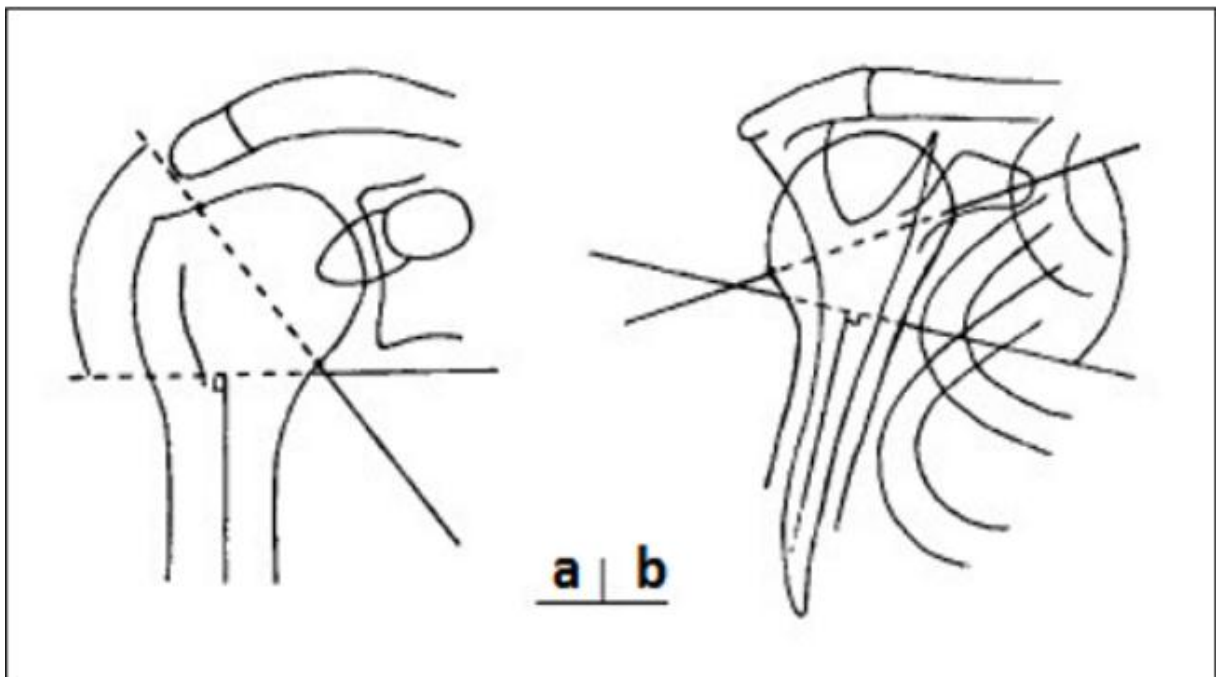


Figure 3 : Schématisation des angles αF (a: vue de face) et αP (b: vue de profil) .⁹

III. Fiche d'exploitation :

1. Identité :

Nom et prénom :

Age :

Profession :

Latéralité : gaucher droitier

Date d'entrée :

Date de sortie :

Numéro d'entrée:

Numéro d'ordre:

2. Les antécédents :

Médicaux : oui non

Si oui type :

Chirurgicaux : oui non

Si oui type :

Toxiques et allergiques : oui non

Si oui type :

Facteurs de risque : Ostéoporose : oui non

Chute à répétition : oui non

3. Circonstances de l'accident :

Circonstances :

Type : AVP Accident de sport Accident de travail Chute Agression Accident
domestique Chute de sa hauteur Autre ...

Mécanisme : direct indirect

Coté atteint : droit gauche

4. Clinique :

• Etat général : score de Glasgow : TA : FC :

• Examen locomoteur du membre atteint :

Impotence fonctionnelle : totale partielle

Attitude vicieuse : oui non

Douleur : oui non

Œdème : oui non

Déformation : oui non

- Lésion vasculaire : oui non

Si oui type :

- Lésion nerveuse : oui non

Si oui nerf lésé :

- Ouverture cutanée : oui non

Si oui type de l'ouverture selon Cauchoix – Duparc : I II III

- Lésions osseuses associées : Oui non

Si oui, Type :

- Traumatisme associé : oui non

Si oui : type :

5. Bilan radiologique :

Type : Radio de face Radio de profil TDM

- Selon la classification de Neer :

Fracture en 2 parties :

- Fracture du col anatomique.
- Fracture du col chirurgical :
 - * fracture du col chirurgical impactée
 - * fracture du col chirurgical désengrenée
 - * fracture du col chirurgical comminutive
- Fracture de tubercule majeur.

- Fracture de tubercule mineur.

Fracture en 3 parties :

Détache le trochin détache le trochiter

Fracture en 4 parties détache la tête et les deux tubérosités:

- Isolée : oui non
- Associée à une luxation : oui non

Ant post

- Selon la classification de Duparc :

Fracture extra articulaire :

- Fracture tubérositaire : trochin trochiter.
- Fracture sous tubérositaire (col chirurgical).
- Fracture tubérositaire + sous tubérositaire.

Fracture articulaire :

- Fracture céphalique (col anatomique).
- Fracture céphalo-tubérositaire :

Engrenées non déplacées.

Engrenées déplacées.

Désengrenées.

Avec luxation antérieure (engrenées/désengrenées).

Avec luxation postérieure.

Fractures céphalo-métaphysaires (issues des encoches survenant au cours des luxations).

6. Traitement de la fracture :

- Délai d'intervention :
 - Anesthésie :

- Installation :
 - Amplificateur de brillance :
- Voie d'abord :
 - Durée d'intervention :
- Technique chirurgicale : type :
- Immobilisation post opératoire : oui non
Si oui type :
- Durée immobilisation :

Rééducation : active : oui non-début : nombre de séance :

Passive : oui non-début : nombre de séance :

7. Suivi du malade :

- Sortie du malade à j :
 - Complications secondaires : oui non
Si oui type : Infection Algodystrophie Déplacement
secondaire.
 - Complications tardives : oui non
Si oui, type : Cal vicieux Raideur de l'épaule Pseudarthrose
Nécrose avasculaire de la tête humérale.
 - Complication liée au matériel d'ostéosynthèse : oui non
Si oui type :
Satisfaction du patient : bien assez bien non satisfait
Score de constant :
– 3 mois : – 6 mois : – 1 an :

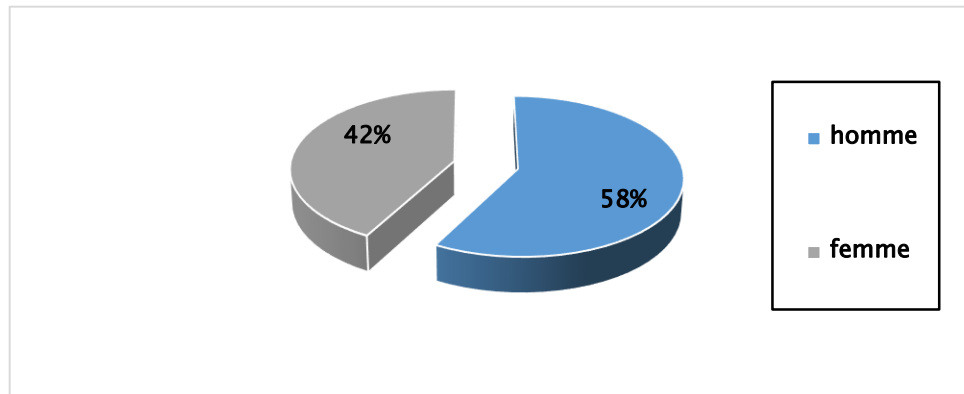
RESULTATS

I. Etude épidémiologique :

1. Sexe :

Nous avons constaté une légère prédominance masculine avec 41 hommes soit 58 % de notre population étudiée parallèlement à 30 femmes soit 42 % des patients.

Le sex-ratio était de 1,36H/1F.



Graphique 1 : Répartition des fractures en fonction du sexe (n=71).

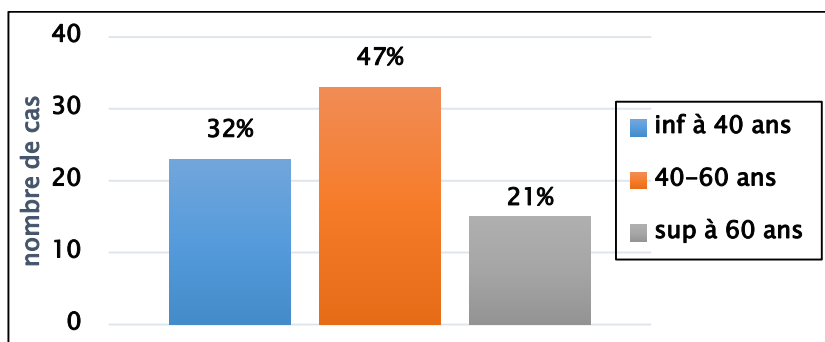
2. Age :

Les patients revus étaient âgés entre 16 et 82 ans avec une moyenne d'âge de 46,80 ans.

Vingt-trois patients, soit 32% de notre population étudiée avaient un âge moins de 40 ans.

Trente-trois patients, soit 47% avaient un âge entre 40 –60 ans.

Quinze, soit 21% avaient un âge supérieur à 60 ans.



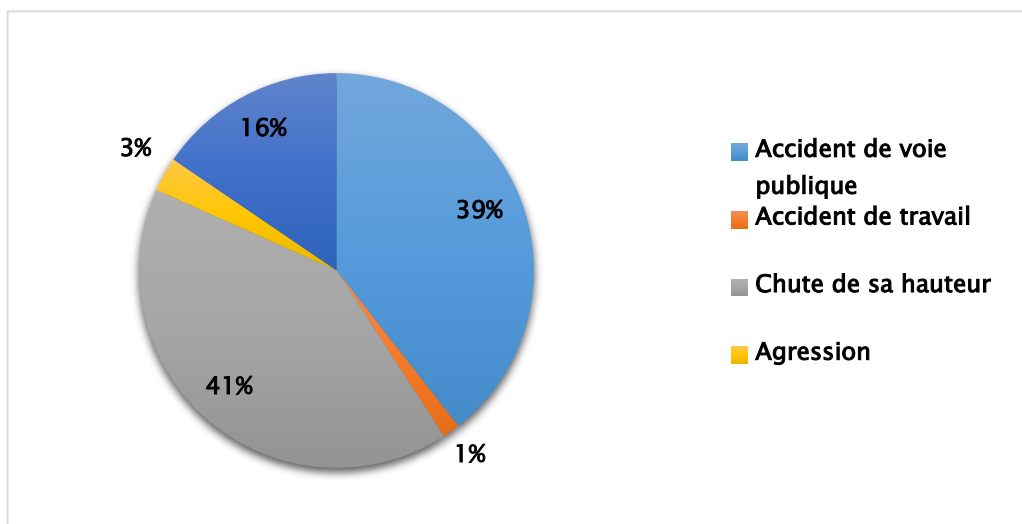
Graphique 2 : Répartition des fractures en fonction de l'âge (n=71).

3. Etiologies :

Le mécanisme était direct chez 59 patients, soit 83% et indirect chez 12 patients soit 17%.

Nous avons trouvé comme causes traumatiques :

- Accident de voie publique : 28 cas représentant 39,50 %
- Accident de travail : 1 cas représentant 1,40%
- Chute de sa hauteur : 29 cas représentant 40.80%
- Agression : 2 cas représentant 2,80%
- Chute d'escaliers : 11 cas représentant 15,50%

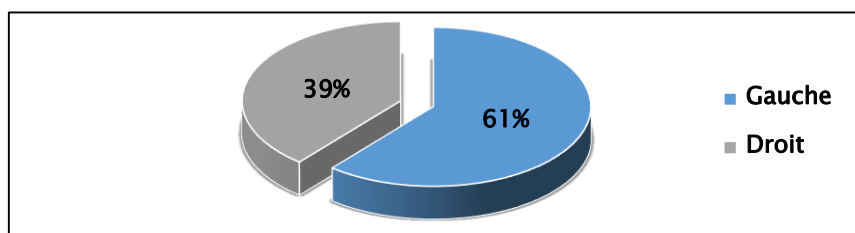


Graphique 3 : Répartition des fractures en fonction de l'étiologie.

4. Côté atteint et latéralité :

Dans notre série on note une légère prédominance du côté gauche qui était atteint chez 43 patients soit 61% par rapport au côté droit atteint chez 28 patients soit 39%.

Soixante-six patients étaient droitiers et uniquement cinq patients étaient gauchers.



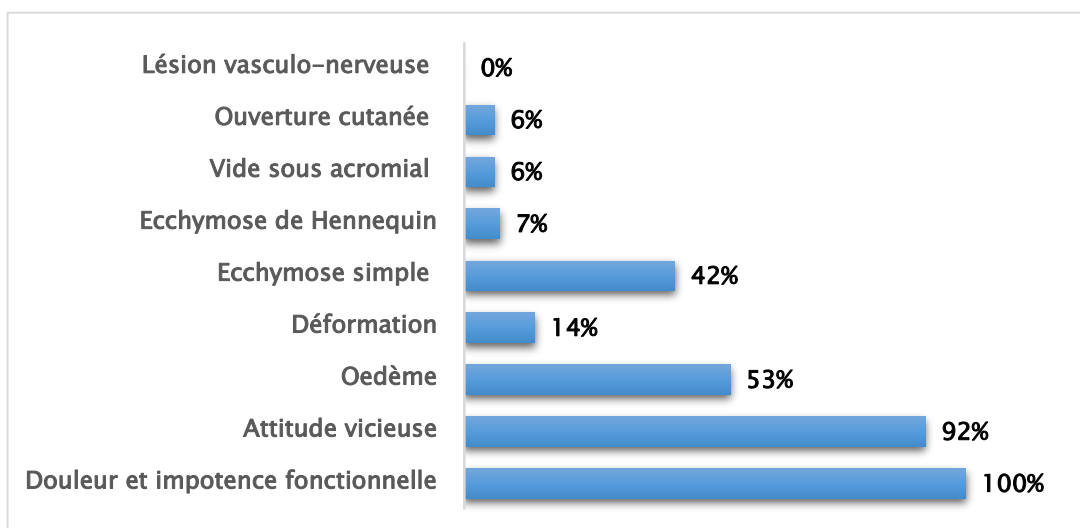
Graphique 4 : Répartition des fractures en fonction du côté atteint.

II. Etude clinique :

1. Signes fonctionnels :

La douleur et l'impotence fonctionnelle étaient les motifs de consultation chez tous nos patients.

Nous avons noté 65 cas (92%) avec une attitude vicieuse du traumatisé du membre supérieur, 38 des cas (53%) ont présenté un œdème associé, 10 cas (14%) de déformation du membre atteint, 30 cas (42%) d'ecchymose simple, 5 cas (7%) ont présenté une ecchymose brachio-thoracique de Hennequin, 4 cas (6%) de vide sous acromial qui correspondaient à des luxations antérieures de la tête humérale, avec 4 cas (6%) d'ouverture cutanée classée stade I selon Cauchoix Duparc et aucun cas de lésion vasculo-nerveuse n'a été noté.



Graphique 5 : Répartition des signes cliniques retrouvés dans notre étude.

2. Lésions associées :

Nous avons trouvé comme lésions associées à notre fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus : trois cas de fractures de l'extrémité inférieure du radius, trois cas de fracture de la clavicule, deux cas de fracture de l'olécrane, deux cas de fracture du cubitus, une fracture des os propre du nez, une fracture du 3ème métacarpien de la main gauche, une fracture du cadre obturateur gauche, une fracture de jambe et un cas d'épanchement abdominal minime.

Lésions associées	Nombre de cas
Fracture de l'extrémité inférieure du radius	3 cas
Fracture de la clavicule	3 cas
Fracture de l'olécrane	2cas
Fracture du cubitus	2 cas
Fracture des os propres du nez	1 cas
Fracture du 3ème métacarpien de la main gauche	1 cas
Fracture du cadre obturateur gauche	1 cas
Fracture de la jambe	1 cas
Un épanchement abdominal minime	1 cas

Tableau 3 : Répartition des signes cliniques retrouvés dans notre étude.

3. Tares associées :

Dans notre série nous avons marqué 25 patients qui présentaient des tares associées.

Nous avons noté comme tares :

Tares associées	Nombre de cas
Diabète	6 cas (8,5%)
Hypertension artérielle	6 cas (8,5%)
Ostéoporose	5 cas (7%)
Asthme	4 cas (5,6%)
Cardiopathie	3 cas (4,2%)
Epilepsie	1 cas (1,4%)
psychose	1 cas (1,4%)
Drépanocytose	1 cas (1,4%)
Tuberculose	1 cas (1,4%)

Tableau 4 : Répartition des tares associées dans notre étude (n=71).

4. Traumatismes associés :

La fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus entraine dans le cadre de polytraumatisme dans 6 cas dont :

- Cinq cas de traumatismes crâniens bénins.
- Un cas de traumatisme abdominal.

III. Etude anatomopathologique :

- Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie de l'épaule de face.
- 65 patients ont bénéficié d'une radiographie de l'épaule de profil.
- 30 patients ont bénéficié d'une TDM.

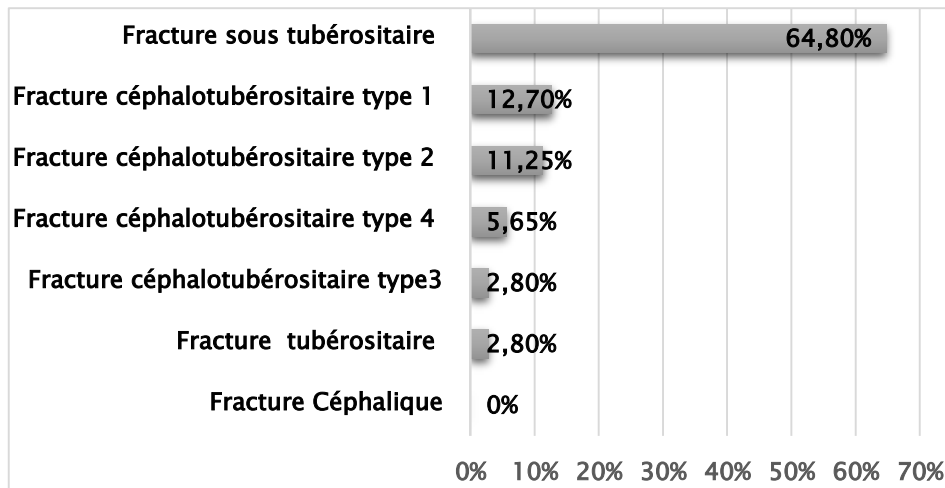
1. Types de la fracture :

Nous avons utilisé la classification de Duparc et celle de Neer qui s'inspire directement du concept de Codman.

Neer Duparc	2 fragments	3 fragments	4 fragments	Pourcentage
Fracture tubérositaire	2			2,80%
Fracture sous tubérositaire	46	0		64,80%
Fracture Céphalique	0			0%
Fracture céphalotubérositaire type 1 (engrenée non déplacée)		7	2	12,70%
Fracture céphalotubérositaire type 2 (engrenée déplacée)		8	0	11,25%
Fracture céphalotubérositaire Type 3 (non engrenée)		2	0	2.80%
Fracture céphalotubérositaire type 4 (fracture – luxation)		4	0	5.65%
Pourcentage	67,20%	30%	2,80%	100%

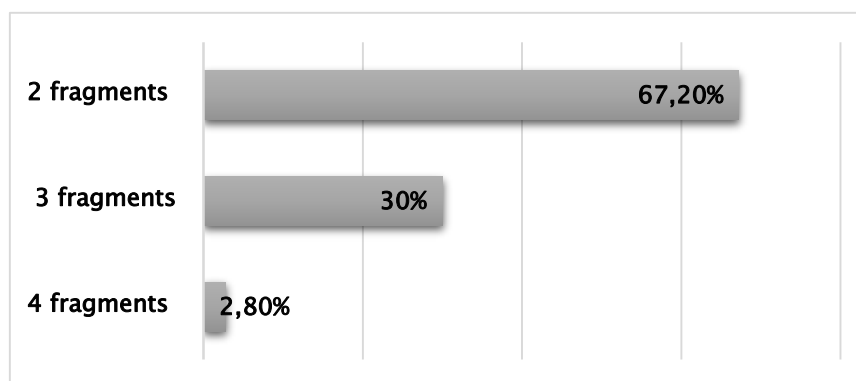
Tableau 5 : Les différents types de fractures étudiées en fonction du type anatomique et du nombre de fragments avec leurs fréquences (n=71).

Selon le type anatomique, on note une nette prédominance des fractures sous tubérositaire avec 64,80%, suivie des fractures céphalotubérositaires type 1 avec 12,70 %, les fractures céphalotubérositaires type 2 avec 11,25 %, et un taux de 5,65% pour les fractures céphalotubérositaires type 4, et ensuite les fractures céphalotubérositaires type3 et les fractures tubérositaires avec 2,80 % chacun, sans cas de fracture céphalique.



Graphique 6 : Répartition des fractures en fonction du type anatomique.

En fonction du nombre de fragments nous avons une nette prédominance des fractures à deux fragments avec 67,20%, suivies des fractures à trois fragments avec 30 %, et un taux de 2,80% pour les fractures à 4 fragments.

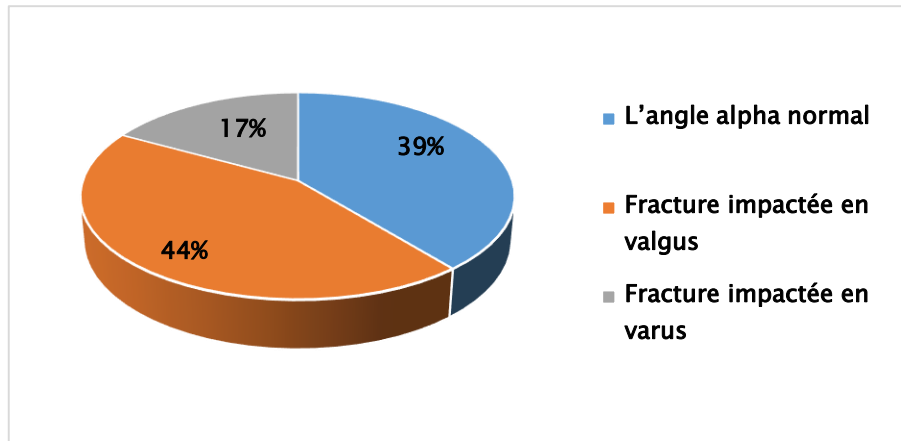


Graphique 7 : Répartitions des fractures en fonction du nombre de fragment.

2. Analyse radiologique initiale :

Sur les radiographies initiales :

- L'angle alpha était considéré comme normal dans 28 cas (39%).
- la fracture était impactée en valgus dans 31 cas (44%) .
- la fracture était impactée en varus dans 12 cas (17%) .
- Le déplacement du tubercule majeur était inférieur à 5 mm.



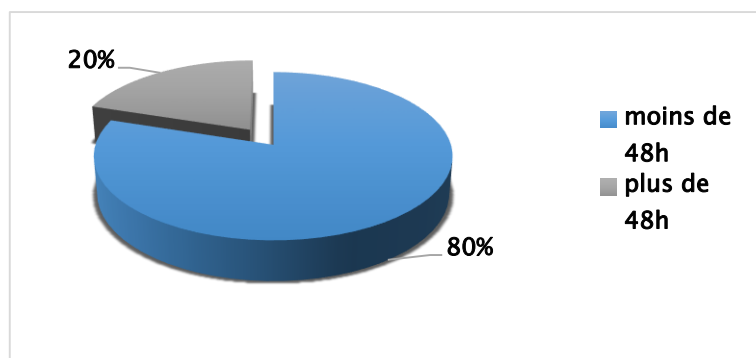
Graphique 8 : partition en fonction de l'analyse radiologique initiale

IV. Thérapeutique :

1. Délai d'intervention :

Les délais entre l'admission et l'intervention ont été les suivants :

- Inférieur à 48 heures chez 57 patients, soit 80%.
- Supérieur à 48 heures chez 14 patients, soit 20 %.



Graphique 91 : Délais entre la consultation et l'opération.

2. Type d'anesthésie :

La totalité de nos patients ont été opérés sous anesthésie générale.

3. Installation :

L'installation en position Beach chair a été utilisée chez tous nos patients, soit 100% des patients.

Un amplificateur de brillance était aussi utilisé chez tous nos patients.



Figure 4 : Position de Beach Chair. (Service de traumatologie-orthopédie A)

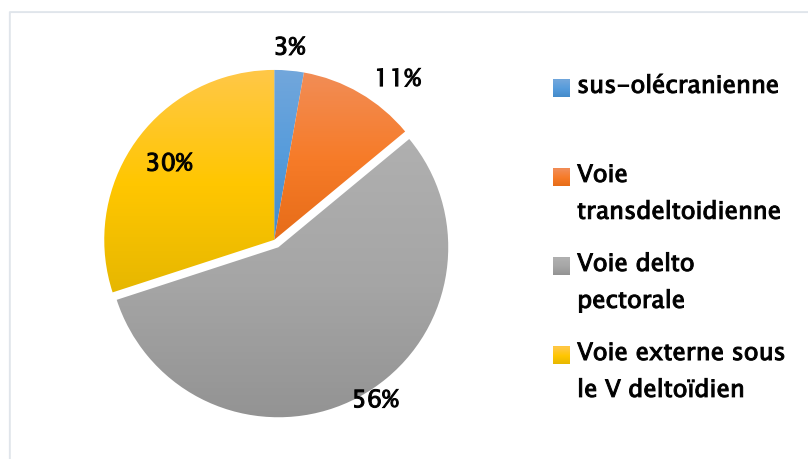
4. Voie d'abord :

Dans notre étude la voie d'abord la plus réalisée était la voie delto-pectorale chez 40 patients, soit 56%.

La voie externe sous le V deltoïdien chez 21 patients, soit 30 %.

La voie transdeltoïdienne chez 8 patients, soit 11,20%.

Et la voie d'abord sus-olécranienne chez 2 patients, soit 2,80%.



Graphique 20 : Répartition des fractures selon la voie d'abord.

- la voie d'abord selon le matériel d'ostéosynthèse utilisé :

La voie d'abord	Plaque verrouillée
Delto pectorale	25

La voie d'abord	Plaque vissée
Delto pectorale	15
Transdeltoïdienne	06

La voie d'abord	L'embrochage type Kapandji
Voie externe sous le V deltoïdien	21

La voie d'abord	Vissage
Transdeltoïdienne	02

La voie d'abord	L'embrochage type Hackethal
sus-olécraniennne	02

Tableau 6 : Répartition de la voie d'abord en fonction de la technique d'ostéosynthèse.



Figure 6 : Voie d'abord delto-pectorale.



Figure 5 : Voie externe sous le V deltoïdien.

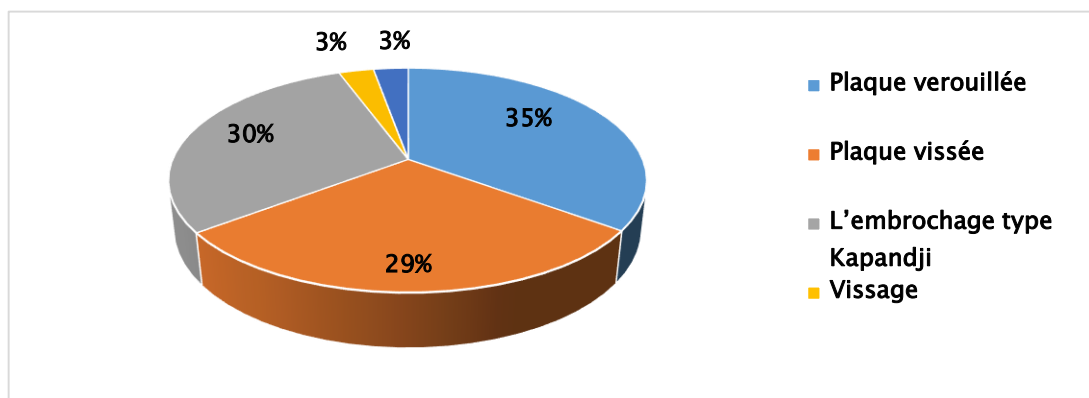
(Service de traumatologie-orthopédie A)



Figure 7 : Voie d'abord sus-olécranienne. (Service de traumatologie-orthopédie A)

5. Techniques chirurgicales :

Dans notre étude la technique chirurgicale la plus exécutée était la plaque verrouillée chez 25 patients soit 35%, suivie de la plaque vissée et de l'embrochage type Kapandji chez 21 patients chacun soit 29,7% , le vissage et l'embrochage type hackethal étaient réalisés chez 2 patients respectivement soit 2,8% chacun.



Graphique 31 : Répartition des fractures selon le matériel d'ostéosynthèse utilisé (n=71).

	2 fragments	3 fragments	4 fragments
Plaque verrouillée	11	13	1
Plaque vissée	15	5	1
Embrochage type Kapandji	18	3	0
Embrochage type hackethal	02	0	0
Vissage	02	0	0

Tableau 7 : Répartition de la technique d'ostéosynthèse utilisée en fonction du nombre de fragments.

6. Suites post opératoires :

6.1. Contrôle radiographique :

La totalité de nos malades ont bénéficié d'un contrôle radiographique standard de l'épaule face et profil.

6.2. L'immobilisation :

Une immobilisation post-opératoire était systématique chez tous nos patients soit par un bandage de Dujarier ou par une simple écharpe pendant une durée moyenne de 3 semaines.

6.3. La rééducation :

Tous nos patients ont bénéficié d'une mobilisation active dès le début, des doigts, du poignet et du coude.

La mobilisation passive avec des mouvements pendulaires de l'épaule et auto-élévation du bras est commencée différemment selon le matériel d'ostéosynthèse utilisé et la stabilité :

- Pour la plaque verrouillée et vissée représentant une ostéosynthèse stable elle a été commencée en post opératoire précoce et immédiat.
- Pour le vissage représentant une ostéosynthèse relativement stable elle a été débutée après 3 semaines.
- Pour l'embrochage de Kapandji et Hackethal qui représente une ostéosynthèse non stable elle a été débutée après 1 mois.

La mobilisation active de l'épaule sera commencée généralement vers la 6ème semaine, et le nombre moyen de séances était de 10 séances avec des extrêmes de 6 et 15 séances.

6.4. La consolidation :

La consolidation osseuse a été obtenue chez tous nos malades.

Le délai moyen de consolidation était de 56 jours avec des extrêmes entre 44 jours et 63 jours.

V. Evaluation des résultats :

1. Résultats fonctionnels selon le score de Constant :

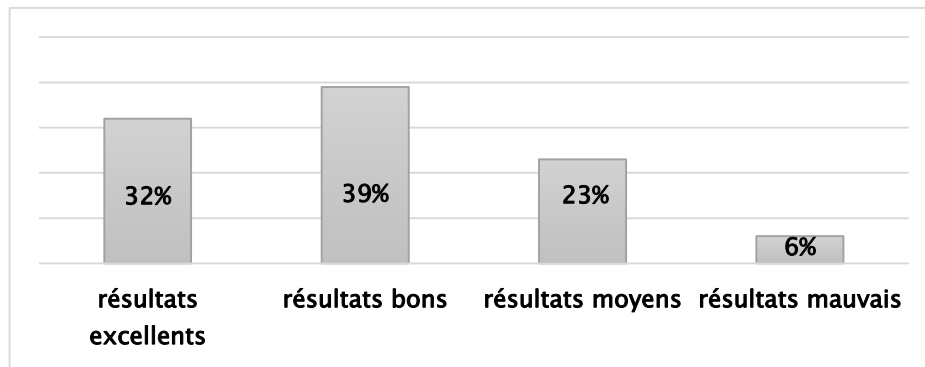
Le recul moyen dans notre série était de 20 mois, avec des extrêmes de 6 à 37 mois.

L'évaluation reposait sur le score de Constant et le Constant pondéré.

Le score de constant moyen était de 86,46 avec des extrêmes de 50 et 97, et le score de constant pondéré moyen de 91% avec des extrêmes de 64% et 98%.

Dans notre série de 71 patients, on a trouvé :

- 23 cas résultats excellents, soit 32%
- 28 cas résultats bons, soit 39%
- 16 cas résultats moyens, soit 23%
- 4 cas résultats mauvais, soit 6%



Graphique 42 : Répartition en fonction des résultats globaux.

2. Résultats radiologiques :

Ont été jugés anatomiques les cas présentant :

- Un chevauchement inférieur à 0,5 cm.
- Un déplacement trochitérien inférieur à 5 mm.
- Une translation inférieure à 0,5 cm.
- Un angle alpha égal à 45° plus ou moins 10°.

Selon ces critères la réduction a été jugée anatomique dans 58 cas soit 82%, et non anatomique dans 13 cas soit 18 %.

VI. Analyse des résultats :

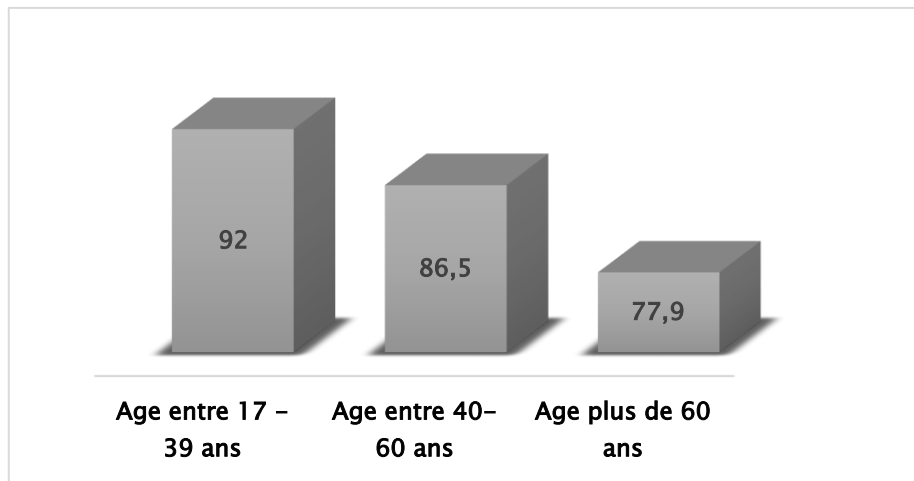
1. Résultats fonctionnels :

1.1. Résultat en fonction de la tranche d'âge

Dans notre série de 71 patients on a retrouvé :

- Dans la tranche d'âge entre 17–39 ans : 12 résultats excellents ,9 résultats bons ,2 résultat moyen. Constant moyen était 92.

- Dans la tranche d'âge entre 40–60 ans : 10 résultats excellents, 15 résultats bons, 7 résultats moyens, 1 résultat mauvais. Constant moyen était 86,5.
- Dans la tranche d'âge de plus de 60 ans : 1 résultat excellent, 4 résultats bons, 7 résultats moyens, 3 résultats mauvais. Constant moyen était 77,9.

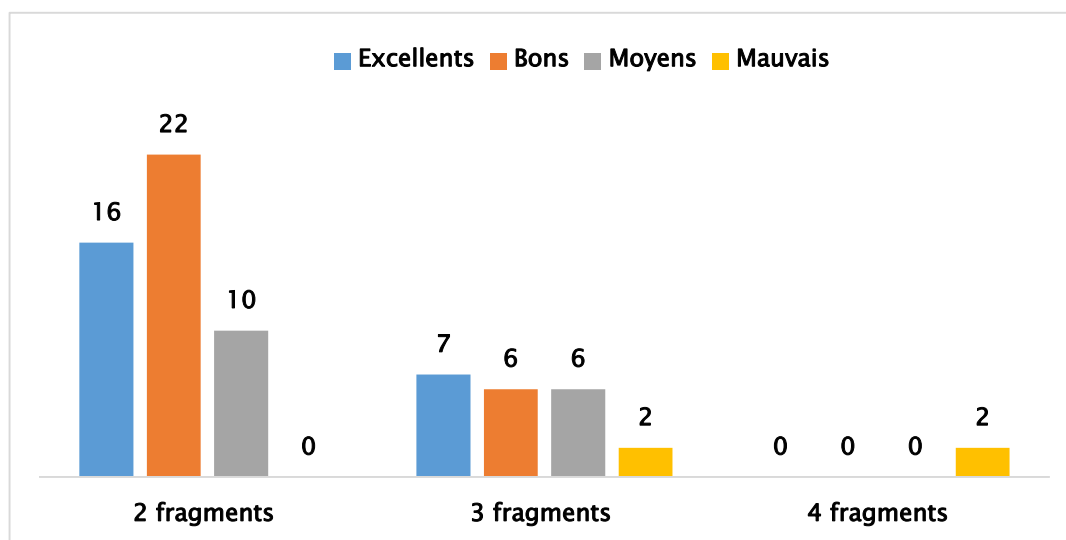


Graphique 53 : Score de Constant moyen en fonction de l'âge(n=71).

1.2. Résultats selon le type de la fracture :

Dans notre série de 71 patients :

- 48 patients avec fractures à 2 fragments dont les résultats : 16 excellents, 22 bons, 10 moyens. Le score de constant moyen était de 89,63.
- 21 patients avec fractures à 3 fragments dont les résultats : 7 excellent, 6 bons, 6 moyens, 2 mauvais. Le score de constant moyen était de 83,26.
- 2 patients avec fractures à 4 fragments dont les résultats : 2 mauvais. Le score de constant moyen était de 53,9.



Graphique 64 : Répartition des résultats selon le type de la fracture.

1.3. Résultats en fonction du matériel utilisé :

- Plaque verrouillée :

Vingt-cinq patients ont été traités par plaque verrouillée soit 35% de notre population. L'appréciation des résultats fonctionnels selon le score de Constant retrouve :

- 7 résultats excellents
- 11 résultats bons
- 5 résultats moyen
- 2 résultat mauvais

Le score de constant moyen était : 85.

- Plaque vissée :

Sur les 71 patients étudiés 21 ont été traités par ostéosynthèse par plaque vissée représentant 29,70% de notre population. Selon le score de Constant on retrouve :

- 6 résultats excellents
- 8 résultats bons
- 6 résultats moyen
- 1 résultat mauvais

Le score de constant moyen était : 85.

- Embrochage type Kapandji :

Vingt et un patients étaient traités par embrochage type Kapandji soit 29,70% de notre population. Selon le score de Constant on retrouve :

- 8 résultats excellents
- 8 résultats bons
- 4 résultats moyens
- ✓ 1 résultat mauvais

Le score de constant moyen était : 87.

- Embrochage type hackethal :

Deux patients étaient traités par embrochage type hackethal soit 2,8% de notre population. Selon le score de Constant on retrouve :

- Un résultat excellent
- Un résultat bon

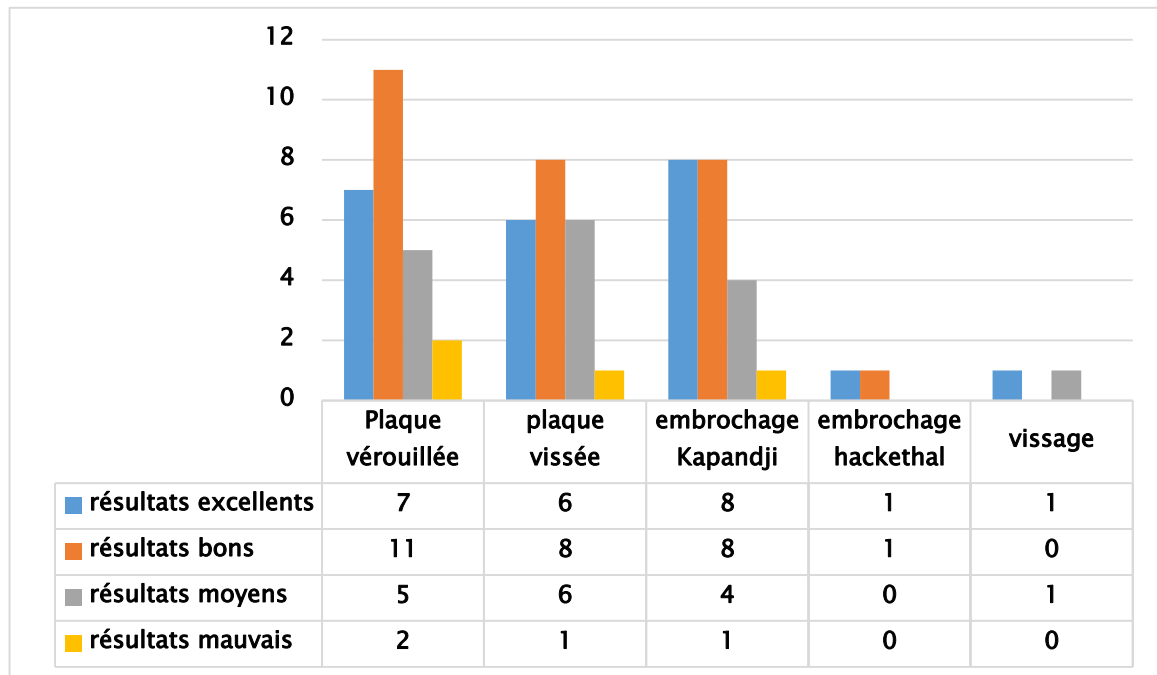
Le score de constant moyen était : 91.

- Vissage :

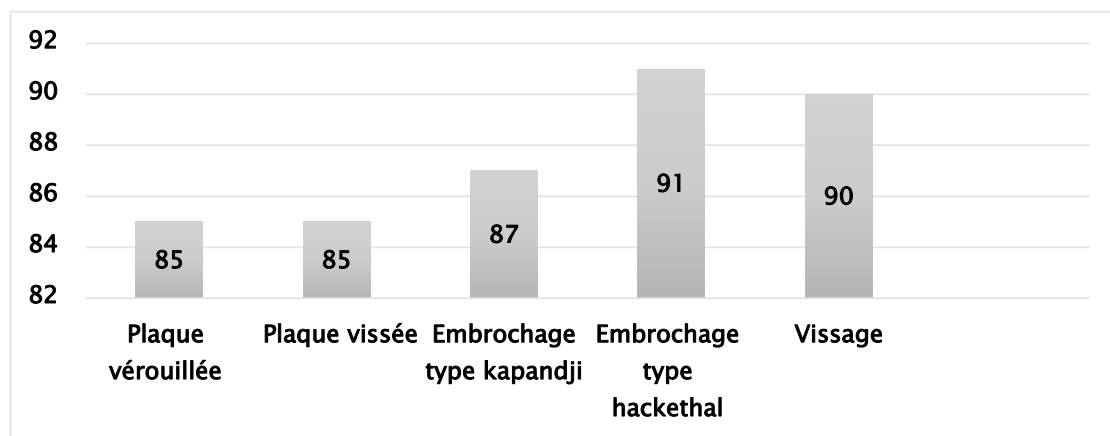
Deux patients ont été traités par vissage soit 2,8% de notre population. Selon le score de Constant on retrouve :

- Un résultat excellent
- Un résultat moyen.

Le score de constant moyen était : 90.



Graphique 75 : Résultats fonctionnels selon la technique chirurgicale utilisée.



Graphique 86 : Score de Constant moyen selon le matériel utilisé.

1.4. Résultats en fonction de l'angulation du fragment proximal :

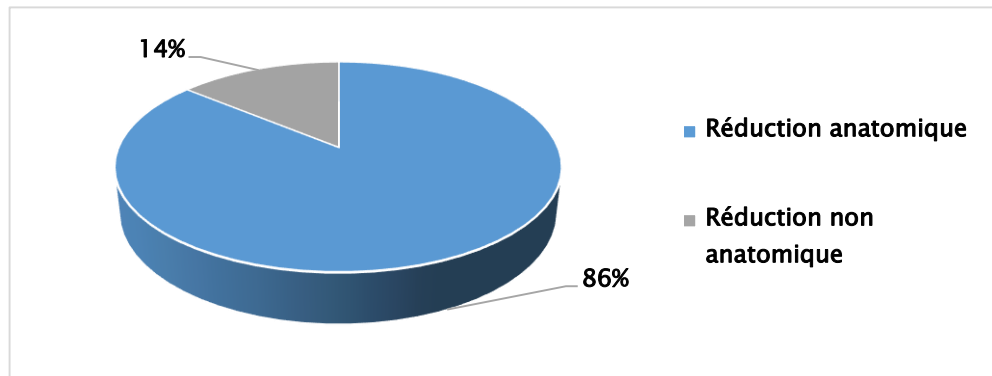
Si on considère un angle alpha de $45^{\circ} \pm 10^{\circ}$ comme anatomique, on trouve 58 réductions anatomiques, avec des résultats excellents, bons ou moyens, et 13 résultats non anatomiques avec des résultats moyens et mauvais.

Il existe donc une assez bonne corrélation anatomo-clinique.

2. Résultat radiologique :

Si on utilise des critères moins stricts en considérant comme "anatomiques" des consolidations avec un angle alpha égal à $45^{\circ} \pm 20^{\circ}$, on obtient 61 résultats

anatomiques soit 86 % et 10 non anatomiques soit 14%.
L'angle céphalo-diaphysaire moyen était de 48°.



Graphique 97 : Pourcentage de réduction anatomique.

Selon la technique d'ostéosynthèse utilisée on a noté les résultats radiologiques suivants :

Technique d'ostéosynthèse	Réduction anatomique	Réduction non anatomique	Angle céphalo-diaphysaire moyen
Plaque verrouillée	22	3	46,2°
Plaque vissée	19	2	47°
Embroschage de Kapandji	16	5	52,7°
Embroschage d'Hackethal	2	0	47,6°
Vissage	2	0	46,5°

Tableau 8 : Les résultats radiologiques des différentes techniques d'ostéosynthèse dans notre étude.

VI. complications :

Sur l'ensemble de cette série, nous avons déploré 24 complications (33%) qui se répartissent de la façon suivante :

1. Immédiates :

Nous avons rapporté 4 cas d'ouverture cutanée classée stade I selon Cauchoix et Duparc, sans aucun cas de lésion vasculaire ou de lésion nerveuse n'a été noté chez nos patients.

2. Secondaires :

2.1. Infection :

On a noté trois cas d'infection superficielle de la plaie résolue rapidement par les soins locaux et l'antibiothérapie.

2.2. Déplacement secondaire :

Trois cas de déplacement secondaire ont été observés au cours de la rééducation chez nos malades, qui ont évoluées vers une cal vicieuse.

2.3. Pénétration articulaire de la vis :

On a noté 2 cas de pénétration articulaire de la vis.

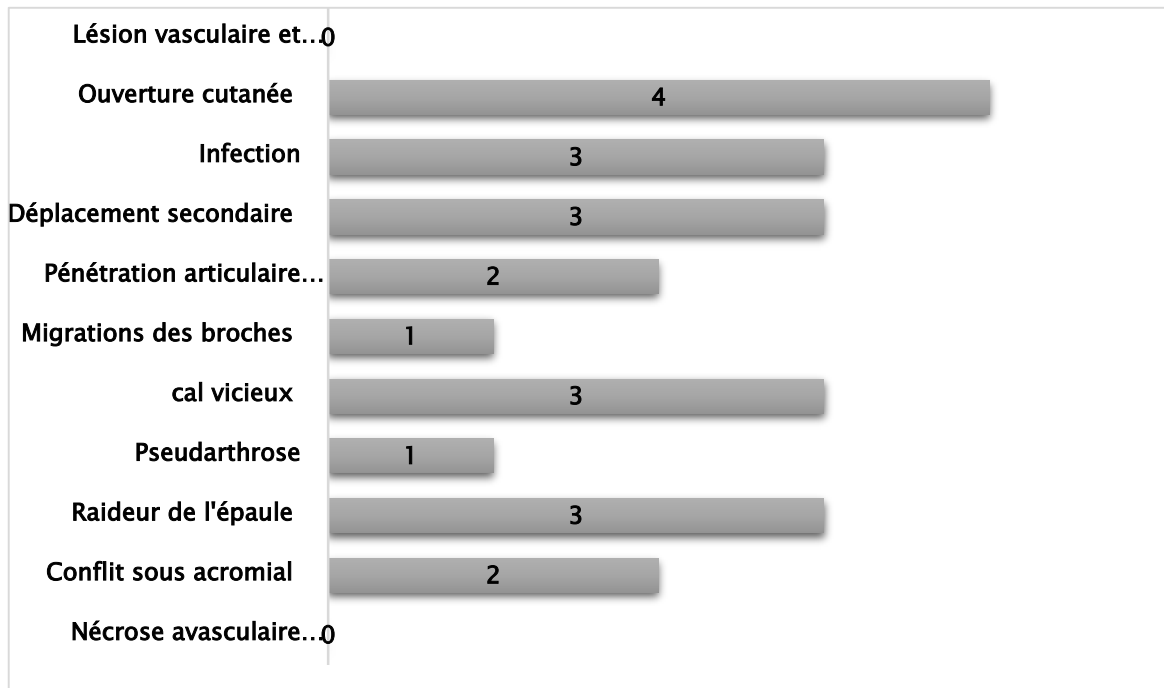
2.4. Migrations des broches :

On a détecté 1 cas de migration intra articulaire des broches.

3. Tardives :

Cal vicieux	3 cas
Pseudarthrose	1 cas
Raideur de l'épaule	3 cas
Conflit sous acromial	2 cas
Nécrose avasculaire de la tête humérale	0 cas

Tableau 9 : Répartition des complications tardives dans notre étude.



Graphique 108 : Répartition en fonction des complications.

ICONOGRAPHIE

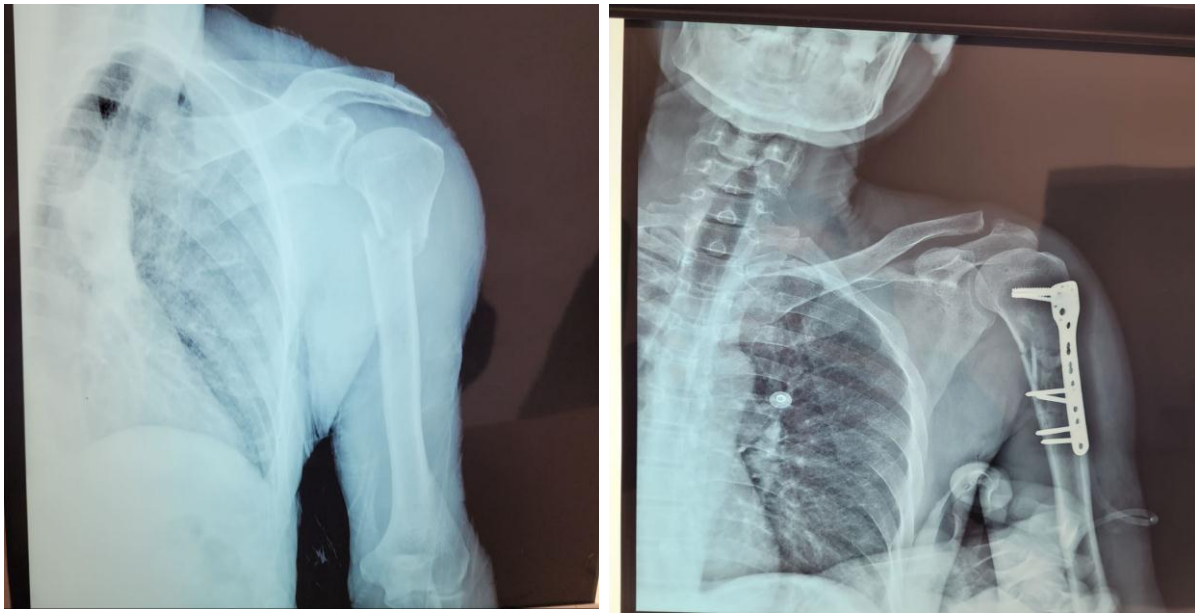


Figure 8 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque verrouillée avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).

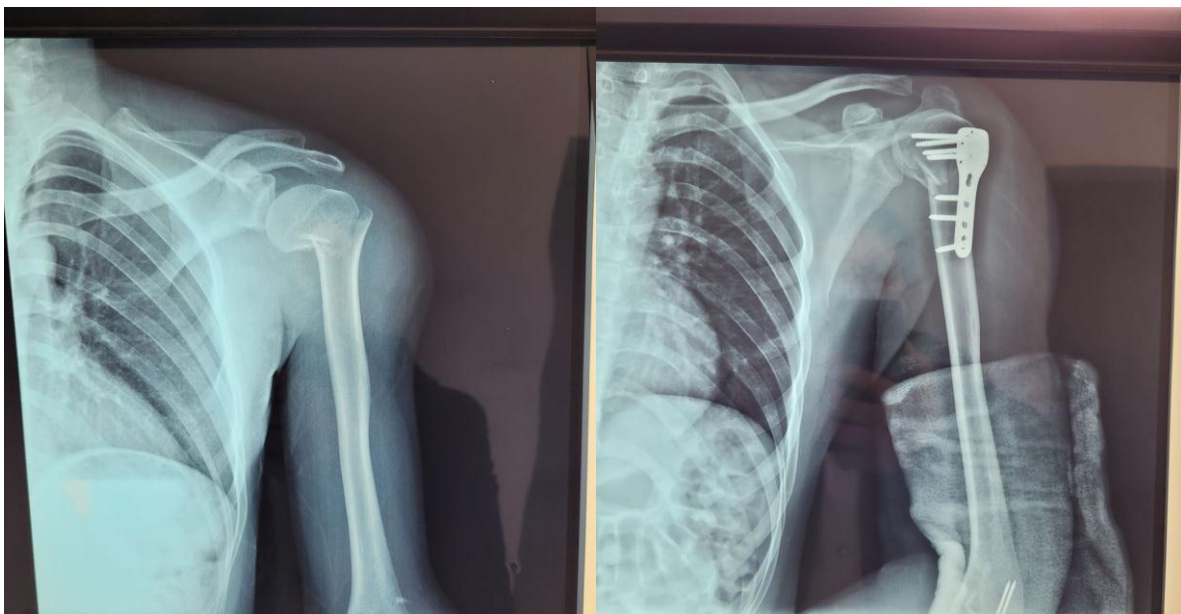


Figure 9 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque verrouillée avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).

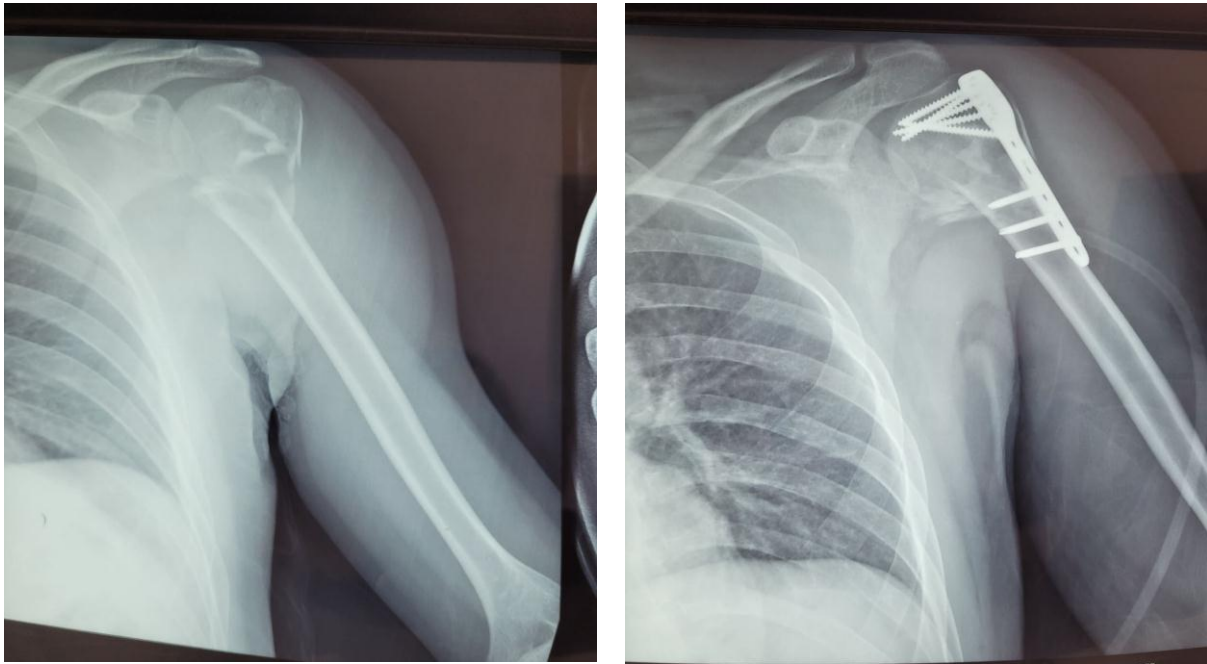


Figure 10 : Fracture à 3 fragments de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque verrouillée avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).

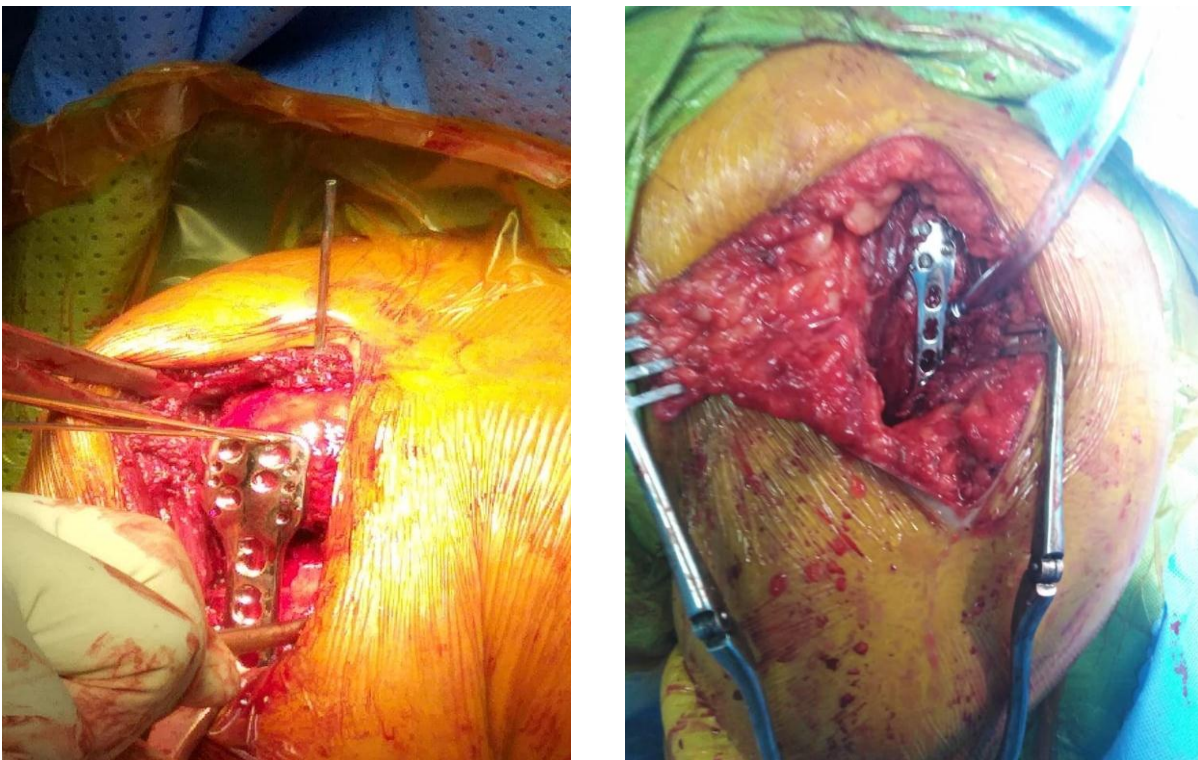


Figure 11 : Mise en place d'une plaque verrouillée en peropératoire.

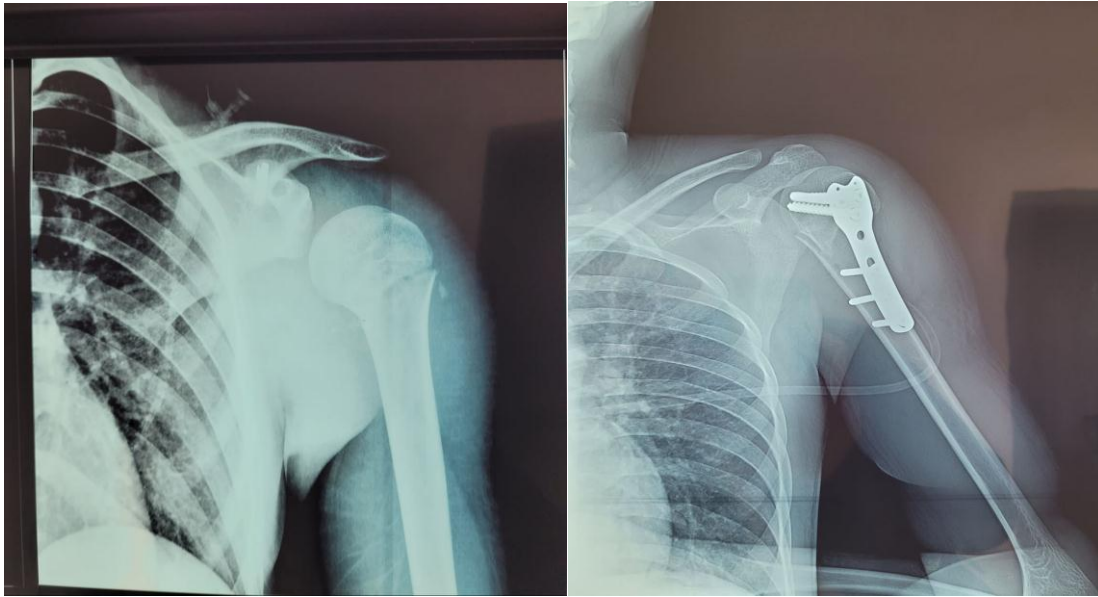


Figure 12 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par plaque vissée anatomique avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).



Figure 13 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par embrochage type Hackethal avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).



Figure 14 : Fracture sous tubérositaire de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par embrochage type Kapandji avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).

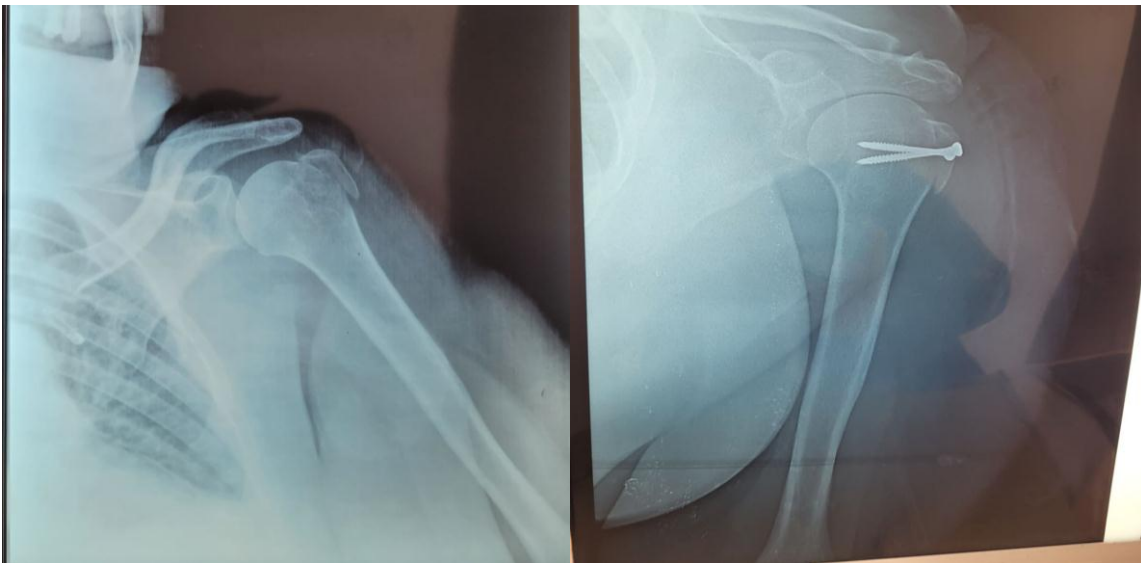


Figure 15 : Fracture du trochiter de l'extrémité supérieure de l'humérus traitée par vissage avec bonne évolution fonctionnelle (service de traumatologie-orthopédie A).



Figure 16 : Mouvement d'abduction, d'adduction, de rotation externe, de rotation interne, et d'antépulsion des amplitudes articulaires de l'épaule chez un adulte de 19 ans traité par embrochage type Hackethal à 2ans du post op.

DISCUSSION

I. Epidémiologie :

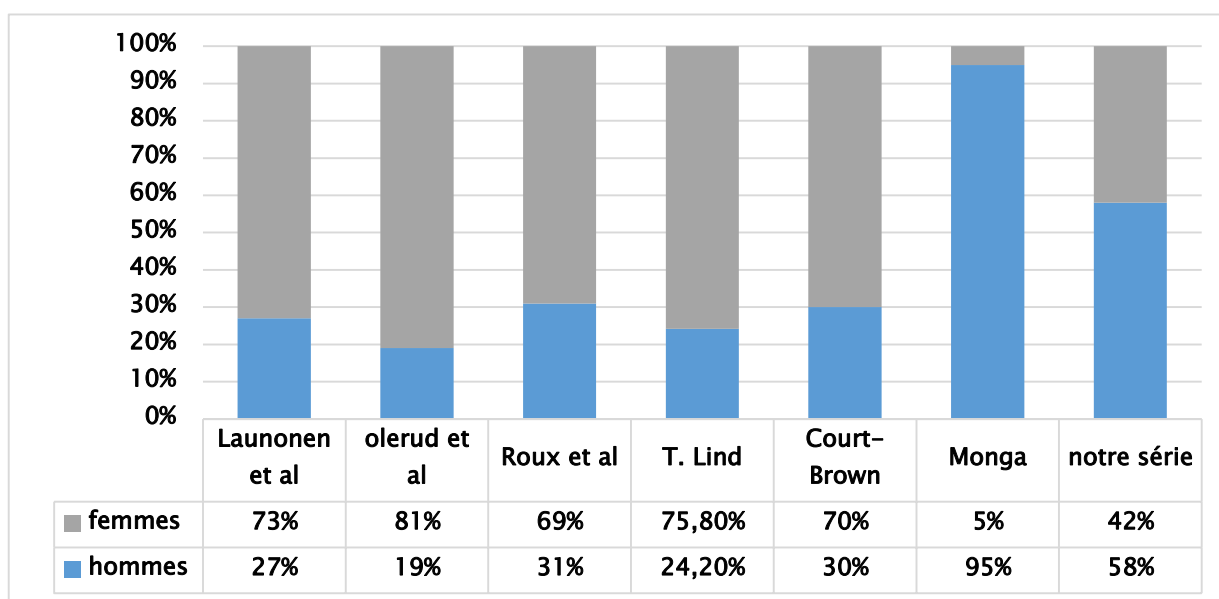
1. Fréquence :

La prévalence de la fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus est estimée à 6% du nombre total des fractures de l'adulte.²⁰ , elles sont l'une des fractures les plus courantes dans les traumatismes musculo-squelettiques.²¹ et représente jusqu'à 53% de toutes les fractures qui se produisent autour de la ceinture scapulaire.²² C'est la troisième plus fréquente après 65 ans des fractures ostéoporotiques des membres après les fractures de l'extrémité supérieure du fémur et du poignet. Et vu que l'espérance de vie augmente, l'incidence des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus augmente parallèlement .²³ Comme l'a estimé un groupe d'études finlandaises, le nombre de fractures pourrait tripler d'ici 2030.²⁴

2. Sexe :

La majorité des études ont rapporté une prédominance féminine notamment celles de Launonen et al.²⁵, Olerud et al.²⁶, Roux et al.²⁷, Lind et al.²⁸, Court-Brown.²⁹, avec un nombre de femmes respectivement de 503 (73%) , 49 (81%), 224 (69%) , 553 (75.8%), 236 (70%) .

Tandis qu'au décours de notre étude on note une prédominance masculine avec un taux de 58%, et un sex-ratio de 1.36H/1F. Ce résultat est conforme parallèlement à celui de Monga³⁰ qui rapporte dans sa série également une prédominance masculine avec un taux 95 % pour 18 hommes .



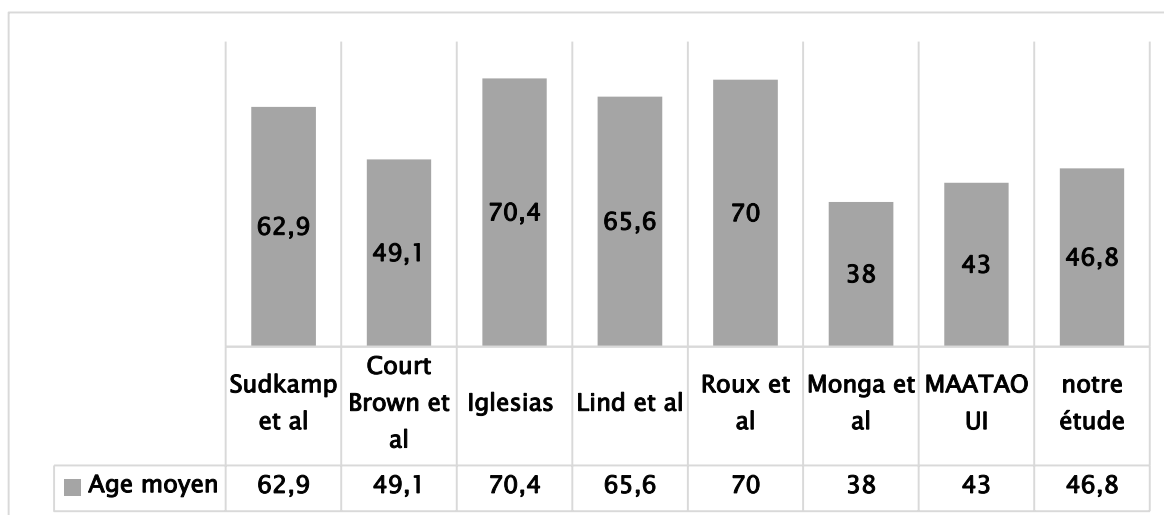
Graphique 1911 : Répartition en fonction du sexe selon différentes études.

3. Age :

La valeur commune entre les différentes études est la prédominance des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus chez la population âgée. Ceci est expliqué par la survenue d'ostéoporose principalement chez les femmes âgées responsable de fracture même avec des mécanismes banaux, tandis que chez les sujets jeunes cela nécessite des traumatismes plus violents.

Dans la série de Sudkamp et al.³¹, Court Brown et al.²⁹, Iglesias et al.³², Lind et al.²⁸, et Roux et al. ²⁷, la moyenne d'âge était respectivement $62,9 \pm 15,7$ ans, 49,1 ans, $70,4 \pm 12,2$ ans, 65,6 ans avec intervalles de 18 et 97 ans, 70 ans avec intervalle de 16 et 97 ans.

Monga et al.³⁰, rapporte dans leur série une moyenne d'âge de 38 ans, dans l'étude de MAATAOUI.⁹, la moyenne d'âge des patients était de 43ans avec des extrêmes de 13 et 74 ans. Ce qui est proche de notre résultat dont la moyenne d'âge étaient de 46,8 ans avec un intervalle de 16 à 82 ans. Sachant que, dans notre série, les fractures traitées par prothèse de l'extrémité supérieure de l'humérus sont exclues, expliquant notre moyenne d'âge plus basse par rapport à la littérature.



Graphique 120 : Répartition en fonction de l'âge selon les différentes études.

4. Etiologie :

Le mécanisme le plus courant des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus est indirect ; une chute sur une main tendue depuis une position debout. Chez les jeunes patients, un traumatisme à haute énergie est une cause plus fréquente et la blessure qui en résulte est plus dévastatrice. Parmi les autres mécanismes, citons les contractions musculaires violentes dues à des crises d'épilepsie, les chocs électriques et les blessures sportives. Enfin, un coup direct sur l'humérus proximal peut également entraîner une fracture.

Dans la majorité des cas, en analysant les différentes séries le mécanisme le plus trouvé était la chute de sa hauteur suivie de l'accident de la voie publique.

	Chute de sa hauteur	Accident de la voie publique	Agression	Chute d'escaliers	Accident de travail	Chute violente
Yang ³³	58%	23,50%	0%	18,50%	0%	0%
Launonen ²⁵	89%	4%	1%	0%	0%	2%

Roux ²⁷	57,5%	10,5%	2,75%	0%	0%	5%
Lind ²⁸	79%	14%	0%	0%	1,5%	0%
Monga ³⁰	25%	75%	0%	0%	0%	0%
MAATAOUI ⁹	14,81%	70,37%	3,7%	0%	0%	11,11%
Vall Ethmane ³⁴	45%	45%	0%	10%	0%	0%
Notre étude	40,80%	39,50%	2,80%	15,50%	1,40%	0%

Tableau 10 : les étiologies des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus dans la littérature.

5. Côté atteint et latéralité :

Roux et al.²⁷ , rapportent dans leur série une atteinte du côté droit dans 156 cas (47,5%) et celle du côté gauche dans 173 cas (52,5%) . La fracture touche le côté dominant dans 48% des cas.

Edelson et al.³⁵, présentent dans leurs études une atteinte du côté droit dans 34 cas (54 %) , et du côté gauche dans 29 cas (46%). La fracture concerne le côté dominant dans 57 % des cas.

Dans la série de Rodriguez et al.³² , Le côté droit a été touché dans 330 cas, ce qui représente 51,7%, tandis que le côté gauche a été touché dans 308 cas soit (48,3%).

Dans la série de Launonen et al.²⁵ , le côté droit a été atteint dans 318 cas représentant (46 %), et le côté gauche dans 374 cas soit 54% .

Dans la série de Court Brown et al.³⁶, le côté droit était touché dans 939 cas (93%), et le côté gauche dans 88 cas (7%). La fracture concerne le membre dominant dans 98% des cas.

Dans la l'étude de Ouhajjou³⁷ le côté droit était fracturé dans 69,3% et le côté gauche dans 31,7%. La fracture touche le membre dominant dans 75,9%.

Dans notre étude le côté gauche était atteint chez 43 patients soit 61%, par rapport au côté droit atteint chez 28 patients soit 39%. La fracture touche le côté dominant dans 38% des cas.

	Côté droit	Côté gauche	Membre dominant
Roux et al. ²⁷	47,5%	52,5%	48%
Edelson et al. ³⁵	54%	46%	57%
Rodriguez et al. ³²	51,7%	48.3%	–
Launonen et al. ²⁵	46%	54%	–
Court Brown et al. ³⁶	93%	7%	98%
Ouhajjou ³⁷	69,3%	31,7%	75,9%
Notre étude	39%	61%	38%

Tableau 11 : Répartition des fractures selon la latéralité et le côté dominant en comparaison avec la littérature.

Certaines études adoptent comme hypothèse que les patients tendent à protéger leur bras dominant en recevant la chute par la main controlatérale.³⁸

Mais aucune différence significative n'a été trouvée concernant la dominance dans le résultat fonctionnel et la qualité de vie perçue dans les fractures de l'humérus proximal. C'est pour cela la dominance de l'épaule affectée n'a aucune influence et ne doit pas être utilisée pour prendre des décisions thérapeutique.³⁹

II. Clinique :

1. Signes fonctionnels :

La plupart des patients souffrant des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus se présentent dans un établissement des soins d'urgences avec des douleurs secondaires à un traumatisme. La douleur et la perte de fonction avec

gonflement de l'extrémité concernée sont les symptômes les plus courants lors de la présentation initiale.

Il est primordial d'obtenir une histoire détaillée du mécanisme de la blessure (par exemple, si la blessure est le résultat d'un impact direct sur l'épaule latérale ou le résultat d'un mécanisme indirect, comme dans une chute sur une main tendue). Il faut déterminer si une crise ou un choc électrique a été impliqué ; ces mécanismes indirects sont associés fréquemment à des luxations postérieures.

L'interrogatoire doit faire préciser l'âge, le côté dominant, les circonstances du traumatisme, d'éventuels antécédents et les besoins fonctionnels professionnels ou sportifs.¹⁶

La douleur et l'impotence fonctionnelle étaient effectivement les motifs de consultation chez la totalité de nos patients.

2. Examen clinique :

Un gonflement et des ecchymoses sont généralement présents au niveau de l'épaule et du bras. Des ecchymoses étendues peuvent devenir visibles 24-48 heures après la blessure. Elle peut s'étendre à la paroi thoracique et au flanc et peut toucher l'ensemble du membre. Il faut palper l'ensemble du membre supérieur et la paroi thoracique pour déceler les blessures associées.

Pour déterminer la stabilité de la fracture, il faut tourner doucement la diaphyse humérale tout en palpant la tête humérale pour évaluer si un mouvement unifié est présent, en plus de noter tout mouvement ou crépitation. En cas de blessures à haute énergie, il faut inspecter attentivement la peau pour détecter toute perturbation qui pourrait permettre la contamination de la fracture (c'est-à-dire les plaies ouvertes).

Il est essentiel de déterminer la présence de toute lésion neurovasculaire associée.

Des hématomes pulsatiles ou en expansion peuvent indiquer une lésion vasculaire, de plus l'examen des pouls périphériques est utile, mais il n'exclut pas une atteinte axillaire, car les pouls distaux peuvent être intacts en raison de la circulation collatérale autour de l'omoplate d'où l'intérêt de l'inspection de la partie proximale de la ceinture scapulaire à la recherche d'une masse en expansion, qui peut être le seul signe de rupture artérielle. Si une lésion vasculaire est suspectée, demandez immédiatement une angiographie et une consultation en chirurgie vasculaire.

Tandis que le nerf axillaire est le nerf le plus fréquemment touché lors d'une fracture de l'humérus proximal. Il faut apprécier soigneusement la sensation sur le muscle deltoïde et la fonction motrice isométrique du deltoïde. De plus, effectuer des tests neurologiques distaux pour détecter les lésions du plexus brachial.

Il faut rechercher toutes blessures associées notamment un pneumothorax, une fracture du radius ou du cubitus, une fracture de la clavicule, une fracture de l'olécrane, une fracture des os propre du nez, une fracture du cadre obturateur, une fracture de la jambe ou un épanchement abdominal.¹⁶

Dans notre étude on a décelé les signes cliniques suivants : l'attitude vicieuse du traumatisé du membre supérieur, l'œdème, la déformation, l'ecchymose simple, l'ecchymose brachio-thoracique de Hennequin, le vide sous acromial qui correspond à une luxation antérieure de la tête humérale, l'ouverture cutanée, sans aucun cas de lésion vasculo-nerveuse.

III. RADIOLOGIE :

1. Radiographie standard :

L'évaluation radiographique est l'outil de diagnostic le plus important pour les fractures de l'humérus proximal. Des vues incorrectes ou des radiographies de mauvaise qualité peuvent entraîner des erreurs de pronostic et un choix de traitement inapproprié.

L'examen radiographique chez un patient suspect de présenter une fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus consiste en une incidence antéropostérieure (AP) avec rotation interne, une incidence latérale dans le plan scapulaire, et une incidence axillaire.

Pour obtenir une véritable incidence antéropostérieure, l'omoplate doit être placée obliquement par rapport à la paroi thoracique et le faisceau de rayons X doit être incliné d'environ 40° par rapport au plan du thorax. De même, en incidence latérale, le faisceau de rayons X sera parallèle à l'épine scapulaire lorsque le corps est incliné de 40°. L'incidence axillaire peut être obtenue à l'aide de l'incidence de Velpeau, où le patient est assis et incliné vers l'arrière d'environ 45°, en notant qu'une incidence en Y de l'omoplate peut être réalisée en cas de certaines fractures où le patient n'arrive pas à faire une abduction du bras pour une vue axillaire.

On utilise la projection antéropostérieure pour évaluer les déplacements du col chirurgical (varus ou valgus), de la grosse tubérosité (déplacement supérieur) et de la petite tubérosité (déplacement médial). L'articulation glèno-humérale doit être clairement visible, si un chevauchement est présent, il faut suspecter une luxation.

La vue latérale est utile pour évaluer la flexion ou l'extension du col chirurgical et le déplacement postérieur du fragment de la grosse tubérosité.

La vue axillaire aide à évaluer les fragments de tubérosité, avec un déplacement antéro-interne du fragment de la petite tubérosité ou un déplacement postérieur du fragment de la grande tubérosité. Cette vue est essentielle, car le déplacement supérieur de la grande tubérosité peut être absent et l'infra épineux peut être complètement avulsé avec un fragment déplacé postérieurement. De plus, la luxation de la tête peut être clairement définie sur cette vue.^{16,40,41}

Dans l'étude de Sahnoun et al.⁴², deux incidences de l'épaule : l'incidence de face et le profil axillaire ont été réalisées.

Dans l'étude de Boughebri et al.⁴³, des radiographies de l'épaule de face et de profil scapulaire ont été réalisées.

Dans l'étude de Idrisi et al.⁴⁴, ils se sont basé sur des clichés de l'épaule standard de face et profil.

Dans notre étude on a effectué des clichés radiologiques standard de face et de profil.

2. Scanner :

La tomodensitométrie (TDM) fournit la meilleure analyse des fractures de l'humérus proximal, car elle permet de déterminer l'existence et le type de fracture des tubérosités et la recherche d'enfoncement céphalique, en plus de l'évaluation du col chirurgical. Elle peut indiquer une implication articulaire dans les fractures de la tête humérale, les fractures-luxations chroniques et les fractures du rebord glénoïde³⁵.

La plupart des scanners modernes disposent de 64 barres : c'est-à-dire qu'une acquisition hélicoïdale permet en quelques secondes l'acquisition de 64 images pour chaque rotation. La reconstruction après l'acquisition permet d'acquérir des coupes de 1,25 mm d'épaisseur, où plus précisément des coupes de 0,625mm.

L'interprétation des coupes axiales est parfois difficile, parce que les coupes sont prises dans le plan horizontal alors que les fragments sont déplacés sur l'extrémité supérieure de l'humérus, qui n'est pas en position anatomique.

L'informatique actuelle permet de compléter facilement les informations obtenues à partir des coupes axiales par celles obtenues à partir des reconstructions 2D sagittales et coronales, en plus la possibilité d'avoir des reconstructions 3D encore plus représentatives des déplacements relatifs de la fracture

Le diagnostic initial posé sur les radiographies standard est souvent remanié à la hausse, avec la découverte d'éléments fracturés non détectés par les clichés conventionnelles.^{16,45}

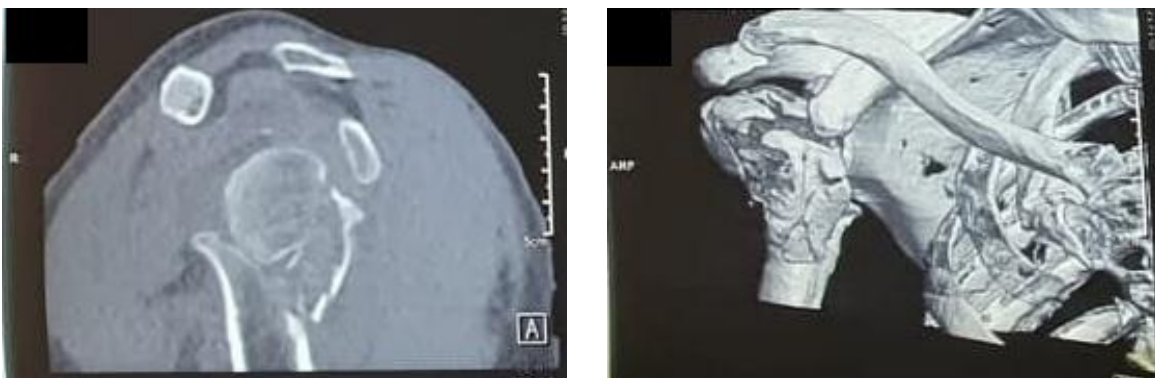


Figure 17 : Aspect scannographique d'une fracture à 3 fragments. (service de traumatologie-orthopédie A)

IV. ANATOMOPATOLOGIE :

L'évaluation anatomopathologique est essentielle pour décider des choix thérapeutiques et de déterminer le meilleur traitement pour chaque type de fracture.⁴⁶ , et par la suite la de comparer l'efficacité des diverses méthodes de traitement. Dans un premier temps, des radiographies standards avec différentes incidences permettent cette évaluation à travers des classifications, les plus communes étant Neer et Duparc.

Lors de l'utilisation de ces classifications, il est important de se rappeler que le système n'a pas été conçu comme un système de classification purement radiographique. Il s'agissait plutôt de fournir un moyen structuré de penser à ces fractures complexes et de les classer dans des groupes ayant une histoire naturelle et des options de traitement définies.

Plusieurs études ont critiqué ces classifications, étant donné qu'elles ont une fiabilité et une reproductibilité limitées entre les observateurs, ainsi qu'une incohérence dans les résultats obtenus par le même observateur à différents moments, mais elle reste la méthode la plus couramment utilisée pour décrire ces fractures.⁴⁷⁻⁵⁰

Il a été démontré qu'une imagerie adéquate, impliquant souvent des images scannographiques avec des reconstructions 3D, et une expérience optimale des évaluateurs améliorent l'exactitude de la classification.^{51,52} , et aussi bien une meilleure compréhension des fractures complexes.⁴⁶

1. Classification de Neer :

C'est la classification la plus utile et la plus utilisée des fractures de l'humérus proximal.⁵³ Son schéma est basé sur la division de l'humérus proximal en quatre segments, comme décrit par Codman ; la tête humérale, le trochiter, le trochin et la diaphyse.⁵⁴

Pour qu'un segment soit considéré comme une partie de la fracture, il doit être déplacé d'au moins un centimètre ou angulé à 45 degrés.⁵⁵ Les fractures sont ensuite décrites en fonction du nombre de fragments.

Dans une fracture en un seul fragment, aucun des composants n'est suffisamment déplacé pour être considéré comme un fragment, quel que soit le nombre de lignes de fracture.

Les fractures en deux fragments impliquent un déplacement de la surface articulaire (par le col anatomique), de la tête entière (par le col chirurgical), de la grosse tubérosité ou de la petite tubérosité.

- Fracture du col anatomique : il s'agit d'un déplacement pur du col anatomique, sans séparation d'une tubérosité ou des deux, ce qui est assez rare. Cette lésion peut passer inaperçue à moins d'obtenir une bonne radiographie antéropostérieure de l'extrémité supérieure de l'humérus, ce qui peut conduire à un handicap en raison d'un cal vicieux ou d'une nécrose avasculaire.^{16,41}
- Fracture du col chirurgical : Cette fracture se produit juste en distal des tubérosités au niveau du col chirurgical qui est déplacée de plus de 1 cm ou inclinée de plus de 45°, 3 types de fractures sont observés :

* La fracture angulaire du col chirurgical qui est impactée.

* La fracture désengrenée du col chirurgical qui est une fracture dans laquelle la diaphyse est déplacée médialement et antérieurement, tirée par le grand pectoral.

* La fracture comminutive du col chirurgical, dans laquelle la fragmentation s'étend distalement sur plusieurs centimètres.^{16,41}

- Fracture du trochiter : le tubercule majeur ou l'un de ses facettes d'attache du tendon est rétracté de plus de 1,0 cm par rapport au tubercule mineur. Cette séparation est pathognomonique d'une déchirure longitudinale de la coiffe des rotateurs. La déchirure se produit généralement au niveau de l'intervalle des rotateurs, mais lorsque seule la partie postérieure de la tubérosité est rétractée, la déchirure se produit en arrière de cet intervalle. Tandis que le segment articulaire reste en relation normale avec la diaphyse.^{16,41}
- fracture du trochin : elle se présente sous la forme d'une avulsion isolée ou en association avec une fracture non déplacée du col chirurgical. Le déplacement

du tubercule mineur écarte les fibres antérieures au niveau de l'intervalle des rotateurs et produit une protubérance de l'os.⁵⁴

Dans les fractures en trois fragments, il y a déplacement de la petite ou de la grande tubérosité, ainsi que de la tête à travers le col chirurgical.

Les fractures en quatre fragments impliquent le déplacement des quatre segments de l'os, et le détachement de la tête des deux tubérosités.

Les fractures de l'humérus proximal peuvent également être associées à des luxations ; dans ce cas la direction de la luxation est décrite.^{16,56}

	2 Fragments	3 Fragments	4 Fragments
Iacobellis ⁵⁷	93,75 %	6,25%	0%
Torrens ³⁹	54 %	14%	10%
Monga ³⁰	75%	20%	5%
Launonen ²⁵	62%	19%	7%
Iglesias ³²	32,3%	30,9%	6,9%
Bahrs ⁵⁸	51,5%	34,8%	13,6%
MAATAOUI ⁹	81,5%	14,8%	3,7%
HAJJI ⁵⁹	65%	26%	9%
Notre série	67,2%	30%	2,8%

Tableau 12 : Répartition des fractures selon la classification de Neer en comparaison avec la littérature.

	Déplacement minimum	2 fragments	3 fragments	4 fragments	Surface articulaire
I Trait de fracture					
II Col anatomique					
III Col chirurgical					
IV Tubercule majeur					
V Tubercule mineur					
VI Fracture luxation Antérieur					
Postérieur					

Figure 18 : Schéma de la classification de Neer.¹⁷

2. Classification de Duparc :

La classification proposée par Duparc se base sur la terminologie anatomopathologique en instaurant le terme de fractures céphalotubérositaires pour les fractures articulaires qui séparent la tête humérale, la diaphyse et les tubérosités, qui est équivalentes aux fractures "en quatre parties" de Neer.

Elle distingue deux types de fractures : intra articulaires et extra-articulaires.

2.1. Fractures extra-articulaires :

Elle associe les fractures tubérositaires et les fractures sous tubérositaires soit isolées ou associées à une fractures de l'un des deux tubercules.⁶⁰

2.1.1. Fractures tubérositaires :

- Fractures du tubercule majeur (trochiter) : Elles sont secondaires soit à un choc direct ou à une contraction musculaire violente, elles s'associent dans 16 à 66 % à une luxation antéro-interne.⁶⁰

Les fractures parcellaires entraînent le détachement d'insertion du muscle supra-épineux ou à la fois du muscle supra-épineux et infra-épineux, et plus rarement l'infra-épineux et le teres minor.

Les fractures totales concernent les insertions des trois muscles.

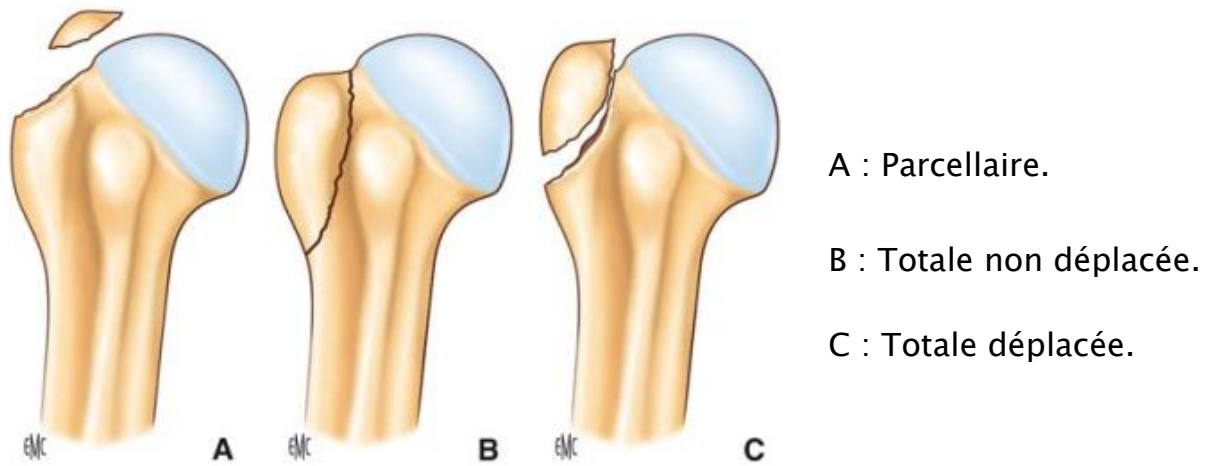


Figure 19 : Fracture du trochiter.¹⁶

- Fractures du tubercule mineur (trochin) : Elles sont plus rares que les fractures du trochiter.

Elles détachent l'insertion du muscle subscapulaire, et ensuite se déplacent en dedans sous l'effet de la contraction musculaire, elles se présentent soit de façon isolé ou associé à une luxation postérieure, qui est souvent incoercible.

Pour poser leurs diagnostics il est nécessaire de réaliser un cliché de face en rotation interne, un cliché de profil axillaire, voir un scanner.^{16,41}

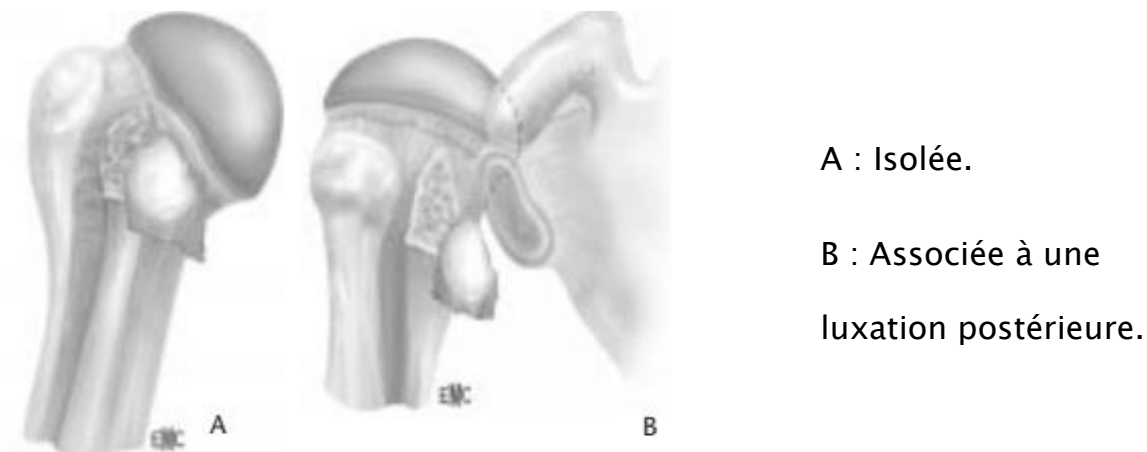


Figure 20 : Fracture du trochin.⁴¹

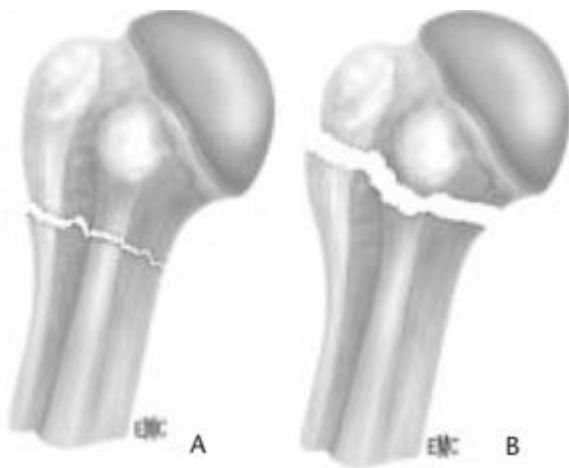
2.1.2. Fractures sous tubérositaires :

Nommées aussi fractures du col chirurgical, elles sont les plus fréquentes des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, et se présentent soit sous forme de fractures isolées ou associées à une fractures du trochiter ou plus rarement du trochin.

- Fractures sous-tubérositaires isolées : Elles représentent près de deux tiers de toutes les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus à elles seules.

Par définition le trait des fractures est situé sous les tubercules, donc il est toujours extra capsulaire. Cependant le trait est plus ou moins haut situé ce qui permet de distinguer des sous-tubérositaires hautes et basses.

Les fractures peuvent être simples ou comminutives, et selon leurs déplacement, il s'agit de fractures engrenées ou désengrenées.^{9,16}



*A. Basse.
B. Haute.*

Figure 21 : Fracture sous-tubérositaire isolée.⁴¹

- Fractures sous-tubérositaires associées à une fracture du trochiter ou du trochin :
- Associées à une fracture du trochiter : il s'agit de fractures cervico-trochitériennes, dites « de Kocher », elles associent un trait sous-tubérositaire à un refend qui détache la totalité du tubercule majeur. La fracture du trochiter peut être méconnue quand elle est peu ou pas déplacée. En cas de déplacement, la tête humérale se bascule en rotation interne sous l'effet du subscapulaire.^{16,41}



Figure 22 : Fracture sous-tubérositaire et du trochiter.¹⁶

- Associées à une fracture du trochin : elles sont plus rares, et la fracture du trochin peut passer inaperçue car elle se projette sur l'épiphyse en cliché de face. Elles peuvent se compliquer par une luxation postérieure.^{16,41}



Figure 23 : Fracture sous-tubérositaire et du trochin.¹⁶

2.2. Fractures intra articulaires :

Elles sont dominées par les fractures céphalotubérositaires, alors que les fractures céphaliques sont exceptionnelles.¹⁶

2.2.1. Fractures céphaliques :

Elles sont exceptionnelles et le trait de fractures se situe au niveau du col anatomique, ce qui entraîne une décapitation de l'extrémité supérieure de l'humérus, bien que les tubérosités restent intactes et solidaires à la diaphyse. Les fractures peuvent être engrenées ou désengrenées avec parfois association de luxation antérieure ou postérieure.

Elles présentent un risque majeur de nécrose céphalique.^{16,41}

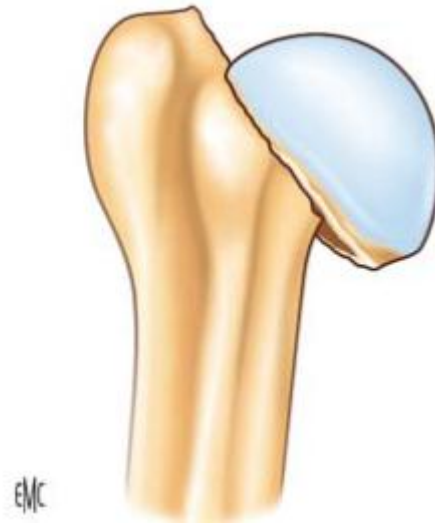


Figure 24 : Fracture du col anatomique.¹⁶

2.2.2. Fractures céphalotubérositaires :

Elles sont les plus fréquentes des fractures articulaires, elles comprennent un fragment céphalique, un fragment diaphysaire et un ou deux fragments tuberculaires. Il s'agit le plus souvent de quatre fragments, mais parfois seulement trois lorsque le trochin et le trochiter sont situés sur le même fragment.

Duparc a différencié quatre sous-types selon l'importance du déplacement :

- Fractures céphalotubérositaires de type I : La fracture est articulaire, complexe avec un déplacement minime.
- Fractures céphalotubérositaires de type II : la tête est toujours impactée sur la diaphyse mais le déplacement est important.
- Fractures céphalotubérositaires de type III : La tête humérale est toujours en face de la glène mais elle est complètement désolidarisée de la diaphyse et du massif tuberculaire. La tête est généralement luxée dans le creux axillaire.
- Fractures céphalotubérositaires de type IV : Elles correspondent à des fractures-luxations. La tête peut être luxée antérieurement ou

postérieurement, déterminant si la fracture-luxation est antérieure ou postérieure.^{16,17,41}

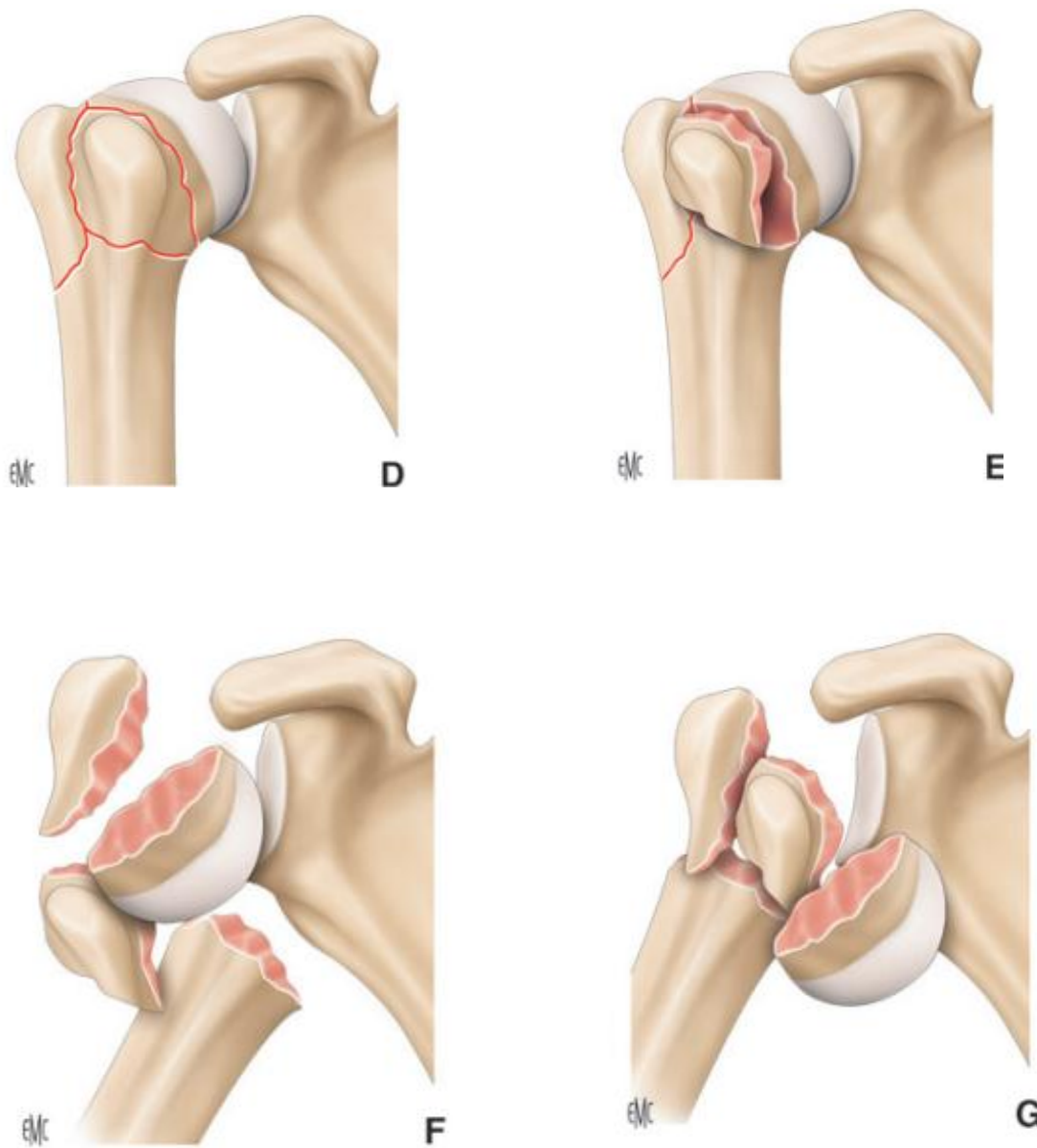


Figure 25 : Fractures céphalotubérositaires¹⁷

D : Fractures céphalotubérositaires de type I.

E : Fractures céphalotubérositaires de type II.

F : Fractures céphalotubérositaires de type III.

G : Fractures céphalotubérositaires de type IV.

En fonction du siège de la fracture, on note une prédominance des fractures du col chirurgical ce qui est conforme au résultat trouvé dans littérature notamment : le col chirurgical est touché dans 47 % des fractures dans l'étude de Court Brown et al.³⁶, dans 50 % des fractures chez Lind et al.²⁸, dans 42% des fractures chez Koval et al.⁶¹, dans 100% des fractures chez Mrini et al.⁶², dans 81,5% chez MAATAOUI⁹ et dans 65% chez HAJJI⁵⁹. Dans notre série, on trouve également une prédominance des fractures du col chirurgical dans 64,80%.

V. TRAITEMENT :

1. Traitement médical :

Il se base principalement sur l'administration d'antalgique pour gérer la douleur et d'assurer le confort du patient en pré et postopératoire.⁹

2. Traitement orthopédique :

Les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus peuvent être traitées de manière non chirurgicale avec une période initiale d'immobilisation suivie d'un mouvement précoce, mais son indication doit être limitée aux fractures non ou peu déplacées, il est principalement indiqué en cas de fracture sous tubérositaires peu déplacée ou une fracture céphalotubérositaires de type 2, en plus il est habituellement indiqué chez les sujets âgés nécessitant des besoins fonctionnels peu importants.^{41,60}

La réduction des fractures déplacées par les manœuvres externes n'assure que l'alignement de la diaphyse sous l'épiphyse, et elle doit se réaliser en prudence car elle peut empirer les lésions osseuses ou induire des complications nerveuses ou vasculaires.

La contention des fractures est généralement établie à l'aide d'un bandage de type Dujarier, qui est facile à appliquer. Après le contrôle radiographique de la

réduction, l'immobilisation est réalisée par de larges bandes de Velpeau avec renforcements par une bande circulaire plâtrée prenant le bord spinal de l'omoplate ce qui permet de maintenir cet alignement sous Dujarier. Une légère adduction de l'épaule est désirable pour éviter un déplacement, la mise en place d'un simple coussinet dans l'aisselle est souhaitable pour minimiser le frottement de la peau.

L'immobilisation de type Mayo Clinic avec un jersey tubulaire est rapide et facile à appliquer. Mais malheureusement son inconvénient principal est le risque de rétropulsion humérale en décubitus dorsal, responsable de déplacement secondaire.

La traction continue assurée par broche transcubitale, et qui nécessite un repos au lit strict, a été abandonnée dans la pratique.^{16,41}

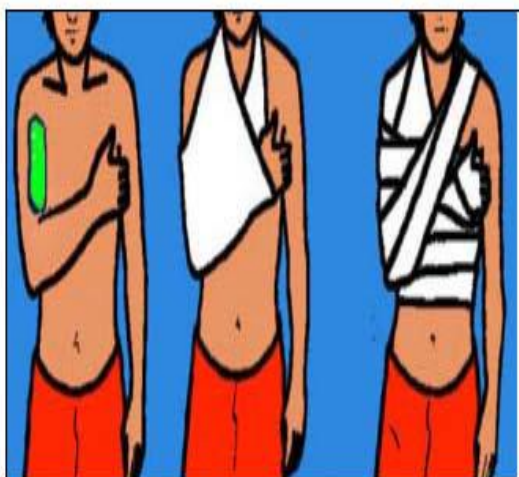


Figure 26 bandage de Velpeau⁹



Figure 27 : immobilisation type Mayo Clinic⁹

3. Traitement chirurgical :

3.1. Délai d'intervention :

Les fractures ouvertes, les fractures associées aux lésions nerveuses ou vasculaires et les fractures– luxations qui nécessitent une ostéosynthèse, représentent des urgences et doivent être opérées dans un intervalle de six heures après traumatisme. Concernant les autres situations, la prise en charge est souhaitable dans les 10 jours qui suivent la fracture.¹⁷

Les opérations ont été réalisées dans un délai moyen de 6 jours chez Olerud et al.²⁶, 2,55 jours chez Monga et al.³⁰, 4,1 jours chez Sudkamp et al.³¹, et dans un délai de 2,65 jours dans notre étude.

3.2. Anesthésie :

La majorité des ostéosynthèses et des prothèses sont réalisées sous anesthésie générale, mais il est possible de les réaliser également sous anesthésie locorégionale (bloc interscalénique). En cas d'anesthésie générale sans bloc associé, le chirurgien procède en fin d'intervention à une infiltration locale de longue durée (par exemple lévobupivacaïne 0,5 %).¹⁷

Toutes nos opérations étaient faites sous anesthésie générale.

3.3. Installation :

3.3.1. Installation en position Beach chair :

Le malade est mis en position demi assise en procubitus, avec épaule déjetée en dehors ce qui permet un bon contrôle scopique en peropératoire. L'amplificateur de brillance est installé à la tête du patient.¹⁷

La totalité de nos opérations étaient réalisées en position Beach chair.



Figure 28 : Position de Beach chair. (service de traumatologie–orthopédie A)

3.3.2. Installation en décubitus dorsal :

Le patient se fait installé en décubitus dorsal, avec mise en place d'un appui gynécologique du côté opposé de la fracture et sur lequel le membre sera suspendu.¹⁷

L'amplificateur de brillance est installé en parallèle à la table, du côté de la tête du patient.



Figure 29 : Installation en décubitus dorsal.(service de traumatologie–orthopédie A)

3.3.3. Installation en décubitus latéral :

Le patient est placé sur le côté, dans une table ordinaire, où il est soutenu par un support fessier, pubien et thoracique.

L'amplificateur de brillance est placé au-dessus du patient.⁶³



Figure 30 : Installation en décubitus latéral.⁶³

3.3.4. Installation en décubitus ventral :

L'installation se fait soit sur une table ordinaire ou orthopédique, où le patient est placé sur le ventre avec un appui installé sur le bras.⁶³

L'amplificateur de brillance est placé au-dessus du patient.



Figure 31 : Installation en décubitus ventral.⁶³

3.4. Voies d'abord :

3.4.1. La voie delto-pectorale :

Il s'agit de la voie la plus couramment utilisée pour aborder l'épaule. Elle fournit une exposition qui permet l'ostéosynthèse, la mise en place de prothèse et la réduction de la plupart des fractures-luxations, tout en préservant l'anatomie.

L'incision se fait le long du sillon delto-pectoral : Elle débute 1 à 2 cm sous la clavicule, au niveau de la fosse sous-claviculaire au fond de laquelle on peut palper la coracoïde, et ensuite elle descend sur 5 à 10 cm, obliquement en bas et en dehors, en ligne droite ou plutôt en forme de S inversé.

Après avoir disséqué la graisse sous cutanée, il faut rechercher la veine céphalique, qui peut soit être disséquée ou préservée avec le muscle deltoïde. L'abord du foyer de la fracture s'effectue entre le faisceau antérieur et moyen du muscle deltoïde, tout en respectant les tissus mous avec une insertion osseuse, afin de préserver la vascularisation du fragment céphalique.

L'incision peut être étendue à la diaphyse humérale en cas de fracture avec extension diaphysaire.

La voie delto-pectorale est privilégiée en cas de de lésion neurovasculaire concomitante ou migration intraplexulaire de la tête, parce qu'elle accorde une ostéotomie du processus coracoïde pour faciliter l'exposition.^{17,34}

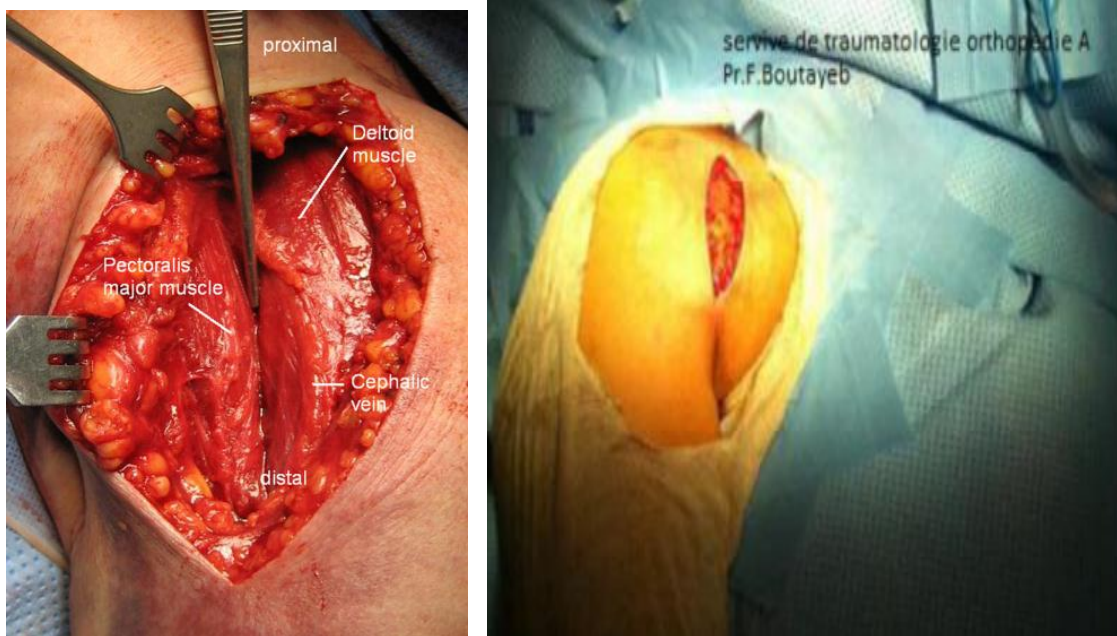


Figure 32 : Voie Delto-pectoral.³¹

3.4.2. La voie transdeltoïdienne :

Appelée également la voie supérolatérale. Elle offre une excellente exposition des tubérosités, de la tête humérale et de la glène ce qui permet de réaliser une ostéosynthèse par plaque, par clou centromédullaire, et même d'implanter une prothèse totale de l'épaule inversée. Le passage transdeltoïdien est risqué car il peut fragiliser le deltoïde (avulsion du deltoïde, lésion du nerf axillaire).¹⁷

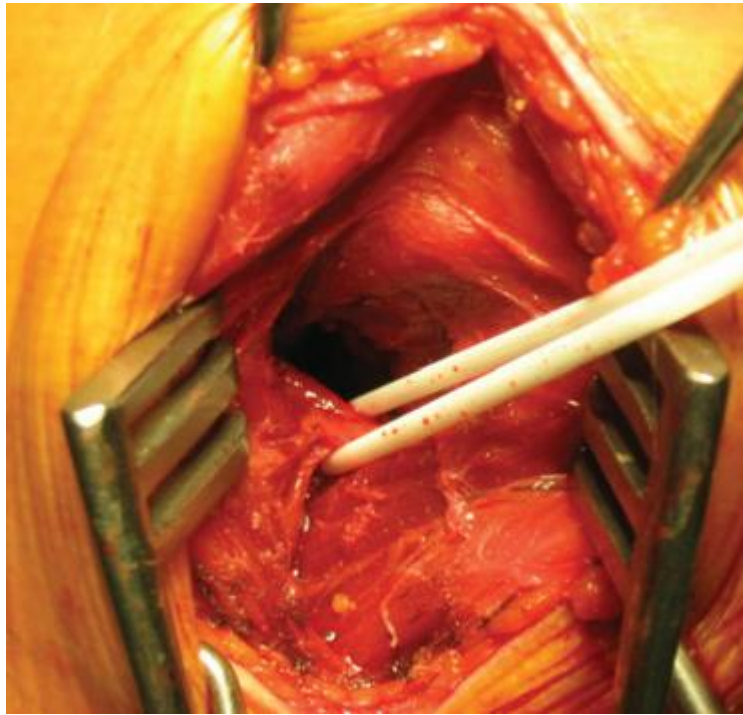


Figure 33 : Abord transdeltoïdien.¹⁷

3.4.3. La voie externe sous le V deltoïdien :

Le relief du V deltoïdien est situé sur la face externe du bras. On réalise une incision longitudinale d'environ 3 à 4 centimètres au point où le relief du deltoïde plonge au milieu des deux loges. Avec une pointe carrée et plantée verticalement, utilisée pour marquer le bord cortical externe de l'humérus. Méchage progressif jusqu'à obtenir un orifice d'entrée faisant 6 millimètres de diamètre.⁶⁰



Figure 34 : Voie externe sous le V deltoïdien.⁹

3.4.4. La voie sus-olécraniennne :

L'incision est médiane postérieure, elle débute de la pointe de l'olécrane et remonte sur 5 cm.

Après avoir incisé verticalement les fibres musculaires du triceps, on repère la fossette olécraniennne. L'humérus est trépané 2,5 cm au-dessus du bord supérieur de la fossette olécraniennne.

L'orifice est d'abord réalisé avec une pointe carrée, puis se fait élargir avec des mèches à diamètre croissant.^{9,37}

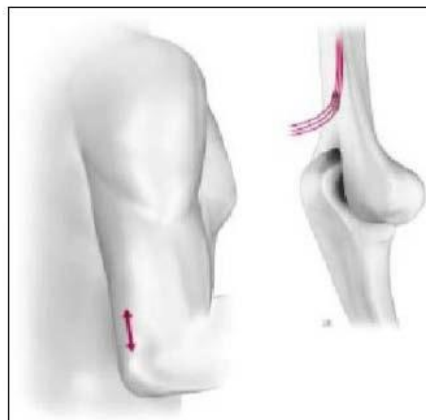


Figure 35 : Abord sus-olécraniennne.⁹

3.5. Techniques chirurgicales :

3.5.1. Ostéosynthèses à foyer ouvert :

3.5.1.1. Plaque verrouillée :

La plaque verrouillée a progressivement, mais surtout récemment, fait partie de l'arsenal standard des moyens d'ostéosynthèse dont disposent le traumatologue et le chirurgien orthopédiste.

Les plaques verrouillées présentent deux grandes catégories : plaques à angulation fixe et celles à angulation variable dans laquelle la vis va être verrouillée avec une orientation optée dans un cône d'angle de l'ordre de 10° à 15°. Les mécanismes de verrouillage de la vis dans la plaque disposent aussi de deux principaux types : soit la vis est verrouillée dans son logement par contre-écrou fileté, soit la tête de la vis en elle-même est filetée et se visse dans la plaque ou dans une rondelle adaptée.

L'avantage de cette technique est le pouvoir d'être facilement réalisée par une voie delto-pectorale ou transdeltoïdienne.

La mise en place de deux à trois vis a donné les meilleurs résultats, alors que l'ajout d'une quatrième vis à peu d'effet sur la stabilité axiale mais elle permet d'améliorer peu la stabilité en torsion.

Avec les vis verrouillées il n'est pas nécessaire de les engager jusqu'au cortex opposé car elles ne fonctionnent pas en arrachement. En pratique il n'est jamais requis que la vis dépasse le cortex opposé, en plus il est préférable de choisir une vis légèrement courte plutôt qu'une vis trop longue, ce qui évite de nombreux problèmes.

Le modelage anatomique de la plaque verrouillée n'est pas pertinent car l'ostéosynthèse n'exige pas de contact intime entre l'implant et l'os. Les plaques

prémodelées sont généralement façonnées de manière à pouvoir être placées près de l'os sans crainte de déplacement. Mais il reste important de s'assurer que les extrémités de la plaque sont en axe de la diaphyse, donc il est recommandé d'entamer la fixation par les extrémités.^{17,64,65}

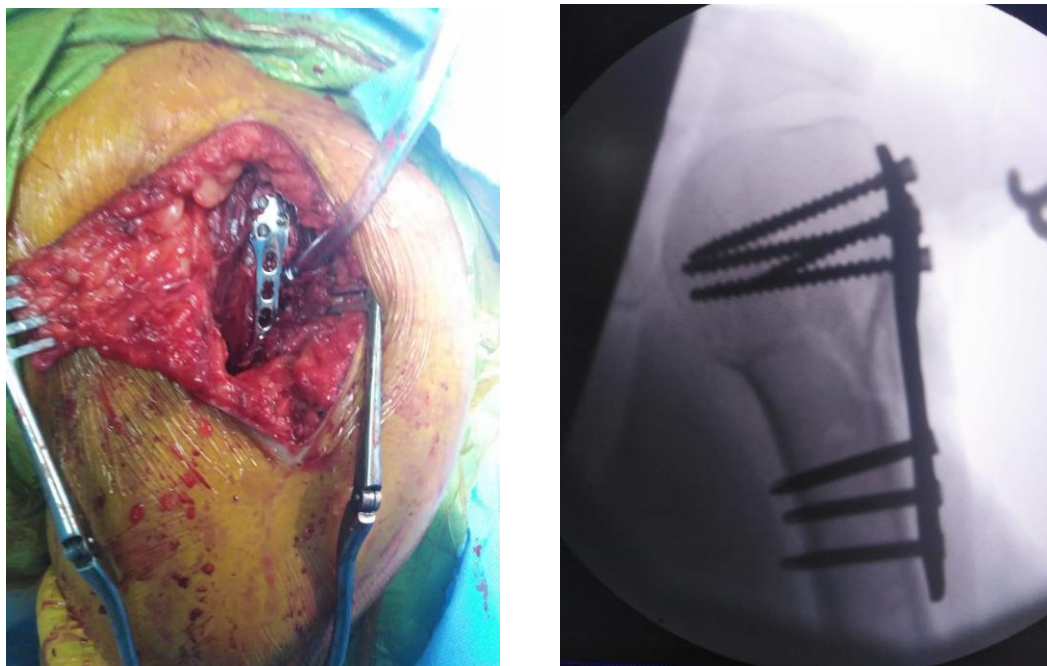


Figure 36 : Ostéosynthèse par plaque verrouillée avec contrôle scopique du montage avant fermeture. (service de traumatologie-orthopédie A)

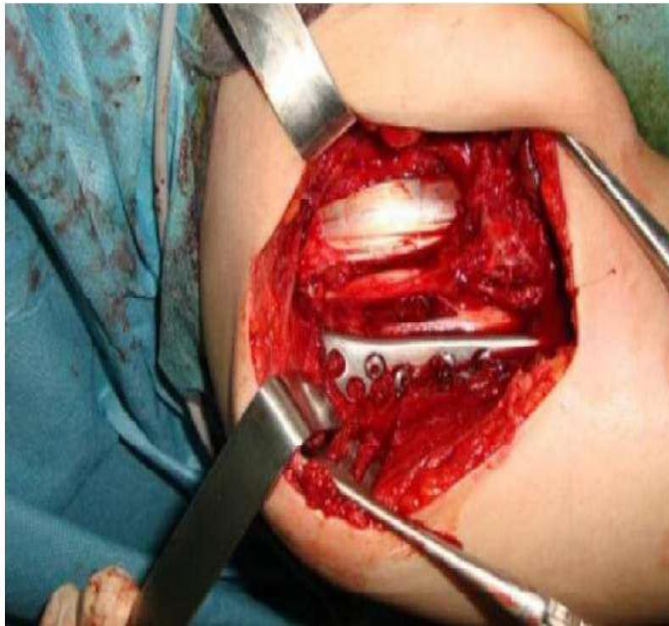
3.5.1.2. Plaque vissée :

L'utilisation de la plaque apporte une meilleure stabilité, surtout si on opte pour des plaques à vis verrouillées, qui ont des qualités biomécaniques supérieures aux plaques standard.

Cependant, une comminution médiane ou un os très porotique exposent à un risque plus élevé de survenue des complications, et cela doit conduire à utiliser une autre technique ou à ajouter une seconde plaque. En tenant compte que la plaque vissée n'est pas indiquée en présence d'un important risque de nécrose.

Le placement des vis céphaliques doit être prudemment contrôlé pour empêcher tout risque effraction articulaire, d'où le recours systématique à l'amplificateur de

brillance avec des incidences différentes selon les rotations. L'avantage de la plaque c'est qu'elle s'oppose par son effet de soutien au déplacement médial de la diaphyse.⁶⁶



*Figure 37 : : Plaque vissée mise en place.
(service de traumatologie-orthopédie A)*

3.5.1.3. Enclouage centromédullaire :

Les clous intramédullaires sont des dispositifs caractérisés par la répartition de la charge avec un bras de levier réduit. Les implants modernes permettent une fixation stable des fractures complexes en résistant efficacement aux mouvements de flexion et de torsion. La plupart des clous intramédullaires actuels sont fabriqués en alliage de titane.

Le site d'insertion est situé à 1 cm en arrière du bord antérieur du supra-épineux et à la jonction de la grosse tubérosité et du cartilage articulaire. Parfois, une ligne de fracture à travers la tubérosité est trouvée à ce point et il peut être nécessaire d'entailler le segment de tête. Une fente longitudinale de 1 cm est pratiquée dans le tendon supra-épineux et une alène est utilisée pour faire un trou provisoire au point d'entrée. Ce trou est généralement agrandi à l'aide d'une mèche d'ouverture de taille appropriée par rapport au clou, en particulier chez les jeunes patients à l'os dur.

Le complexe tête–diaphyse est réduit manuellement pendant que le brochage ou l'alésage est effectué pour établir une piste pour le passage du clou. Il est essentiel de maintenir la réduction pendant cette phase, en contrôlant la rotation à l'aide de sutures de traction, afin que le brochage excentrique n'entraîne pas un passage de clou qui va déplacer la fracture.

Un fil guide peut être utilisé pour l'insertion du clou, mais il n'est souvent pas nécessaire dans les fractures proximales, sauf si la comminution s'étend jusqu'à la diaphyse.

Après confirmation de la réduction, le clou est inséré à la profondeur appropriée par pression manuelle. L'extrémité proximale du clou doit être placée sous le cartilage articulaire et au même niveau que l'os sous–chondral pour éviter un conflit avec la coiffe des rotateurs. Il est toutefois important de ne pas enfoncer le clou à plus de 5 mm sous l'os sous–chondral, car cela placerait les vis de verrouillage transversal proximales en position suboptimale et rendrait également difficile le retrait du clou. En outre, la stabilité de la construction peut être réduite si le clou proximal n'a pas une bonne prise dans l'os, l'os de meilleure qualité se trouvant dans la région sous–chondrale. Les vis de verrouillage transversal proximales peuvent ensuite être insérées à l'aide d'un guide de ciblage.

Plusieurs vis sont appliquées à des positions et des angles différents dans les tubérosités. Les vis sont insérées au moyen d'une canule et, une fois que la canule affleure l'os, la corticale latérale est forée. Il est extrêmement important d'éviter la pénétration du cartilage articulaire de la tête humérale lors du forage. Non seulement cela peut causer une blessure directe à l'articulation glèno–humérale, mais cela fournit une voie potentielle pour la migration des vis si la fracture s'effondre par la suite. Il est recommandé d'utiliser la technique du "drill and tap" pour le forage de la tête

humérale. Cette technique consiste à pousser de manière répétée le foret sans puissance sur une courte distance au fur et à mesure qu'il avance dans l'os spongieux de la tête humérale, afin de permettre une appréciation tactile du moment où l'os sous-chondral plus dur est atteint. Le contrôle dynamique par fluoroscopie est également essentiel pendant la mise en place des vis pour éviter la complication de la pénétration des vis.

Si une fixation supplémentaire du complexe céphalique est nécessaire, les sutures par bandes de tension sont généralement préférées ; cependant, une combinaison de vis et de sutures, voire de fils, peut être utilisée. Les forces musculaires qui agissent pour déplacer les fragments de tubérosité doivent être contrebalancées.

Il est important de ne pas trop réduire les tubérosités car cela peut entraîner une tension excessive dans les structures capsulo-tendineuses, ce qui peut limiter le mouvement postopératoire.^{65,67}



Figure 38 : enclouage centromédullaire (Telegraph) d'une fracture sous-tubérositaire associée à une fracture du trochiter.¹⁶

3.5.2. Ostéosynthèse à foyer fermé :

3.5.2.1. Embrochage type Kapandji :

La première étape consiste à l'identification clinique du « V » deltoïdien et ensuite la confirmation sous fluoroscopie. Après réduction par manœuvres orthopédiques et sous contrôle scopique, on réalise un forage oblique dans la corticale externe de l'humérus à l'aide de mèches de taille croissante allant de 3,2 /4 /et 6mm. Lors de l'exposition de la diaphyse, les écarteurs ne sont jamais placés derrière la diaphyse pour éviter d'endommager le nerf radial. Trois broches de Kirschner 20/10 sont insérées en double courbures (les 10 mm proximaux sont courbés à 45°, suivi d'une courbe douce et régulière dans la même direction des 10 cm suivants). Ensuite, les broches sont insérées dans le canal médullaire et poussées jusqu'au niveau de la fracture en direction divergente pour maintenir la réduction.

A la fin de la procédure, les broches de Kirschner sont soigneusement pliées à 90° à leur point d'entrée (au niveau du "V" deltoïdien) pour éviter une migration rétrograde, elles sont coupées à 1 cm de la diaphyse humérale, et laissés sous la surface de la peau. En fin d'intervention un test de stabilité est systématiquement réalisé.

Après opération le bras sera immobilisé par écharpe pendant 5 semaines, avec des mouvements passifs autorisés à partir de la 3^{ème} semaines, et des mouvements actifs à partir de la 6^{ème} semaine. Les broches seront retirées tôt chez l'enfant et l'adolescent au cours de la 3^{ème} ou la 4^{ème} semaine, tandis que chez l'adulte, ce délai est parfois prolongé jusqu'à 6 à 10 semaines. ^{60,68,69}

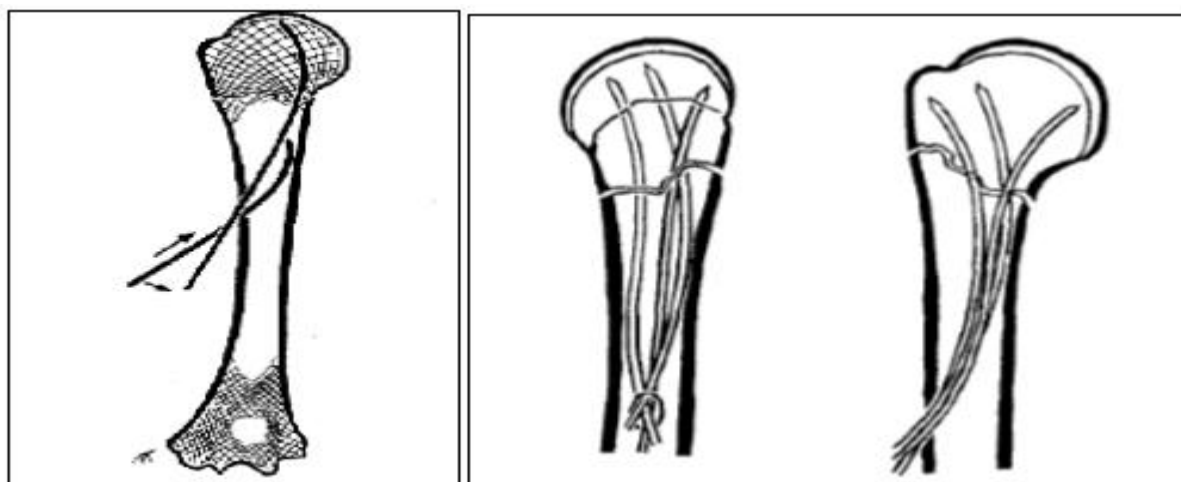


Figure 39 : Ostéosynthèse par embrochage type Kapandji avec aspect en palmier des broches.⁹

3.5.2.2. Embrochage type Hackethal :

La technique opératoire selon Hackethal se déroule en deux phases. La première étant la réduction pour rétablir la forme anatomique de l'épaule à l'aide d'une table d'extension avec mise en place d'un appareil de réduction afin de maintenir le résultat tout au long de l'opération.

La deuxième phase consiste au geste opératoire auquel on réalise une petite incision cutanée qui débute presque toujours en sus olécrânien médian et remonte sur 5 cm. ensuite on introduit trois à quatre broches 20/10 préformables, élastiques et solides, de forme circulaire, enfoncés dans le canal médullaire d'un angle d'environ 20°, sous contrôle de l'amplificateur de brillance. L'extrémité des broches doit se trouver à 1 cm du cartilage articulaire, et les broches doivent être en direction divergentes. Les broches sont ensuite pliées et coupées à 1 cm de l'os.

Il suffit généralement de 3-4 broches pour obtenir une stabilité suffisante pour le positionnement et le traitement des mouvements.

Le bras est ensuite immobilisé par bandage de Dujarier pendant 5 semaines. Le retrait du matériel se fait après 45 jours à 3 mois en moyenne, un peu plus tard chez les adolescents.⁷⁰⁻⁷²



Figure 40 : Ostéosynthèse par embrochage type Hackethal.(service de traumatologie orthopédie A)

3.5.2.3. Embrochage de Vichard :

Cet embrochage est réalisé avec des clous d'Ender modifiés et procède un enclouage ascendant bipolaire à partir de l'épicondyle et de l'épitrochlée. Le patient est placé en décubitus dorsal. On commence par l'abord épitrochléen légèrement en

avant de la pointe de l'épitrôchlée, avec désinsertion des muscles épitrôchléens si nécessaire.

On réalise un forage avec une large pointe carrée sous le sommet de l'épitrôchlée, en visant en dedans et en haut parallèlement à la face antérieure de l'épitrôchlée. Le clou d'Ender modifié faisant 3 à 3,5 mm de diamètre est enfoncé jusqu'à la tête si réduction obtenue, dans le cas contraire il s'arrête au niveau du foyer de la fracture. Le deuxième clou du même diamètre ou de 4,5 mm, est inséré au niveau de l'épicondyle et sera enfoncé dans la région trochitériennes.

Pour minimiser le risque de déplacement on enfonce les deux clous jusqu'au foyer de la fracture, puis on les fait franchir alternativement à travers ce foyer. Le bras sera ensuite immobilisé par un bandage de Dujarier pendant 5 semaines.^{9,73}

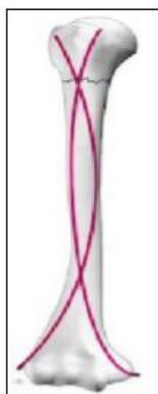


Figure 41 : Embrochage de Vichard.⁹

3.5.2.4. Vissage :

Indiqué principalement dans les cas de fractures à trois ou quatre fragments, avec tubérosités déplacées, elles sont réduites et fixées par voie percutanée à l'aide de vis canulées de 3 mm de diamètre. L'outil principal ici est un foret canulé qui ressemble à un fil tressé non-résorbable. Le foret tient un fil de guidage de 1,1 mm de diamètre, qui complète son extrémité. De cette façon, il peut être utilisé pour la

réduction et la fixation des fragments, Une fois qu'une réduction satisfaisante est obtenue, le foret est retiré tandis que le fil guide reste en place. Ensuite, une vis perforée de la longueur désirée est glissée sur le fil-guide et qui peut être retirée lorsque la vis est en place.^{65,74}



Figure 42 : Ostéosynthèse par vis d'une fracture du trochiter.⁴¹

3.5.3. Arthroplasties :

3.5.3.1. Héli arthroplastie :

La prothèse humérale simple est une alternative quand l'ostéosynthèse est techniquement impossible ou si la fracture expose à un risque important de nécrose. Elle est réservée aux fractures céphalotubérositaires III à IV chez les patients jeunes. La reconstruction nécessite la restauration de la largeur épiphysaire et de la longueur humérale, une fixation prothétique stable, une rétroversion prothétique correcte, ainsi qu'une ostéosynthèse saine des tubercules. Les résultats fonctionnels varient selon l'âge des patients et la consolidation des tubercules dans leur position anatomique optimale.⁷⁵ L'abord peut être delto-pectoral ou transdeltoïdien.

L'articulation est abordée par écartement des tubercules en sectionnant la capsule entre le supra-épineux et le subscapulaire, puis en extrait le fragment céphalique. Après identification du tubercule majeur en arrière, quatre fils non résorbables tressés en boucle sont passés dans la jonction tendon/os et le tubercule.⁷⁶ Le positionnement des tubercules et l'implant est une étape importante de l'opération, qui détermine la qualité du résultat fonctionnel. Le décalage latéral est rétabli soit par l'insertion d'un greffon entre le tubercule majeur et la prothèse lorsque la prothèse est peu remplissante, soit en se servant d'une prothèse à large métaphyse sans greffe.⁷⁷

La hauteur est estimée soit par un amplificateur de brillance en rétablissant l'aspect "arc gothique".⁷⁸, soit en localisant l'insertion du grand pectoral.⁷⁹ Concernant la rotation de l'implant, il est classiquement recommandée d'appliquer une rétroversion de 30° mesurée sur coude fléchi. Avant l'implantation définitive de la tige, on réalise un trou dans la métaphyse à l'aide d'une mèche de 2,0 afin de passer deux fils non résorbables pour fixer les tubercules dans le plan vertical.

Les tiges peuvent être cimentées ou non. Il faut s'assurer que la couche de ciment n'atteigne pas les tubercules, cela entrave leur consolidation.⁸⁰



Figure 43 : Hémi arthroplastie de l'épaule.¹⁶

3.5.3.2. Prothèse totale de l'épaule inversée :

Une approche delto-pectorale est utilisée. Les opérateurs préservent la veine céphalique et la rétractent médialement avec le grand pectoral après coagulation et division des veines perforantes du deltoïde. Ceci afin d'éviter d'endommager la veine lors du placement des écarteurs sous le deltoïde pendant l'opération. Le fascia clavi-pectoral est divisé, et les espaces sous-acromial, sous-deltoïde et sous-coracoïde sont soigneusement élaborés. Seul le tendon conjoint (entre le coraco-brachial et la courte portion du biceps) doit être rétracté médialement pour éviter de blesser le nerf musculocutané.

Le nerf axillaire est ensuite localisé dans les espaces sous-deltoïdien et sous-coracoïdien en balayant doucement le doigt de haut en bas. Sa position est confirmée en le tirant doucement dans l'espace sous-coracoïde tout en le palpant dans l'espace

sous-deltoïde et vice versa. Appliquer ce test de façon intermittente tout au long de l'opération pour détecter une fixation accidentelle ou un piégeage du nerf.

Le long chef du tendon du biceps est localisé distalement sous l'insertion du grand pectoral et suivi proximale pour localiser l'intervalle des rotateurs, qui est ensuite ouvert. Les tubérosités déplacées sont ensuite identifiées.

Cinq sutures non résorbables sont placées à la jonction os-tendon de la grosse tubérosité, et deux sont placées à la jonction os-tendon de la petite tubérosité. Ces sutures sont utilisées pour appliquer une traction et une fixation des fragments. Les éventuelles adhérences sont soigneusement lysées pour mobiliser les tubérosités. La tête humérale est ensuite retirée et conservée pour une autogreffe supplémentaire.

Ensuite on réalise une capsulectomie circonférentielle. La glène sera alésée et préparée de manière standard.

L'humérus est ensuite préparé (le canal est alésé de manière séquentielle).

Deux trous de forage sont placés dans la diaphyse proximale de l'humérus, pour l'amarrage des tubérosités.

Les cinq sutures précédemment placées à travers la jonction os-tendon de la grosse tubérosité sont ensuite passés à travers un trou de suture sur la prothèse humérale. Un limiteur de ciment est placé tout en s'assurant d'une version correcte de l'aileron latéral en insérant le composant huméral.

Une greffe d'os spongieux est placée autour du revêtement poreux proximal de la prothèse pour favoriser la cicatrisation de la tubérosité. On laisse le ciment durcir. L'épaule est ensuite réduite.

Des images fluoroscopiques sont alors obtenues pour s'assurer qu'il n'y a pas d'extrusion de ciment du canal et pour confirmer la réduction adéquate des tubérosités. ^{60,81}



Figure 44 : Prothèse totale d'épaule inversée. (service de traumatologie orthopédie A)

	Launonen et al. ²⁵	Klug et al. ²⁰	Rodriguez et al. ³²	El Idrisi et al. ⁴⁴	Sahnoun et al. ⁴²	Notre étude
Plaque verrouillée	75%	48,3%	41,6%	0%	0%	35%
Plaque vissée	0%	0%	0%	46,15%	40%	29,7%
Clou centromédullaire	0%	0%	0%	0%	40%	0%
Embrochage type Kapandji	0%	20%	12,8%	53,85%	0%	29,7%
Embrochage type Hackethal	0%			0%	0%	2,8%
Vissage	13,9%	0%	0%	0%	0%	2,8%

Tableau 13 : Répartition des techniques d'ostéosynthèse réalisés dans notre étude en rapport avec les séries de la littérature.

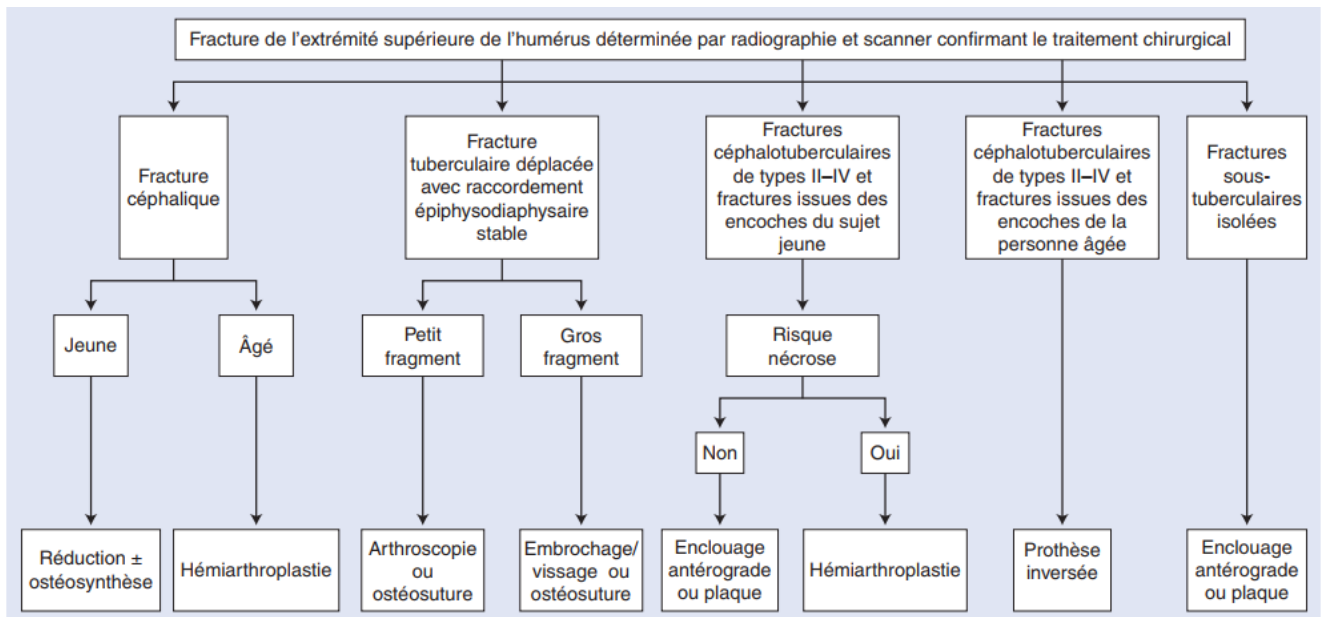


Figure 45 : Arbre décisionnel de la prise en charge des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus.¹⁷

4. Rééducation :

Elle est capitale et joue un rôle très important dans le résultat final. En général le principe de la rééducation consiste en une mobilisation active des doigts, du poignet et du coude dès que possible, mais la mobilisation de l'épaule ne peut être que passive avec des mouvements pendulaires jusqu'à la consolidation. La kinésithérapie active de l'épaule débute généralement à la fin de la 4^{ème} semaines avec un renforcement progressif de la 6^{ème} à la 9^{ème} semaines. Au cours de la journée les exercices doivent être répétées et nécessitent d'être poursuivis jusqu'au 6^{ème} mois afin de minimiser tout déficit résiduel de force ou de mobilité.

Néanmoins, certains cas peuvent amener à reporter la mobilisation de l'articulation, en particulier une luxation glèno-humérale qui fera différer la mobilisation passive de trois semaines et une ostéoporose prenant compte de la faible tenue du matériel d'ostéosynthèse. Dans tous les cas, la rotation externe est généralement retardée, surtout lors de l'utilisation d'une approche delto-pectorale.^{16,41}

VI. RESULTAT THERAPEUTIQUE :

1. Résultats fonctionnels :

Etablie par le score de constant (Murley) représentant une méthode qui enregistre les paramètres individuels et fournit une évaluation fonctionnelle clinique global, elle est applicable indépendamment des détails du diagnostic ou des anomalies radiologiques, en plus d'être suffisamment sensible pour révéler même de petits changements de fonction.

Le score est introduit en 1987.⁵, et révisé en 2008.⁶, il est composé de 4 domaines : la douleur (1 item) à 15 points, l'activités de la vie quotidienne (3 items pour le niveau d'activité :le travail, le sport, le sommeil et 1 item pour le positionnement de la main : rotation) à 20 points, la mobilité (4 items : abduction ou élévation latérale et antérieure, rotation externe et interne) à 40 points, et la force (1 item) à 25 points. ⁵

La douleur et les activités de la vie quotidienne sont interrogées auprès du patient (autoévalués), tandis que tous les autres éléments sont évalués par l'examineur.

L'interprétation du score varie de 0 pour la pire fonction et 100 pour la meilleure. La comparaison avec le côté controlatéral est possible.⁸²

L'âge et le sexe étant connus pour affecter la fonction, un score de constant absolu peut être moins informative qu'un score ajusté pour l'âge et le sexe. Ainsi le score de constant pondéré a été proposé, il s'exprime en pourcentage de la valeur de référence appariée en fonction du sexe et de l'âge.⁸³

Auteur	Score de constant moyen globale
Hatzidakis et al. ⁸⁴	71
Torrens et al. ⁸⁵	65.28
Wachtl et al. ⁷²	63
Sudkamp et al. ³¹	70.6
Johnson et al. ⁸⁶	75
Brunner et al. ⁸⁷	73.6
Bahrs et al. ⁵⁸	85.2
Elidrissi et al. ⁴⁴	88,6
Maataoui ⁹	79
Notre étude	86,47

Tableau 14 : Comparaison du constant moyen globale dans notre étude avec les séries de la littérature.

2. Résultats radiologiques :

Le rétablissement de l'angulation normale entre la tête et la diaphyse humérale est l'un des facteurs clés dans le développement des techniques chirurgicales de la fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus. L'incidence radiographique antéro-postérieure est recommandée pour évaluer les fractures de l'humérus proximal.⁸⁸ Mais généralement dans la salle d'opération, l'évaluation peropératoire de l'angle tête-diaphyse de l'humérus proximal (HSA) par l'image fluoroscopique ou la radiographie était insuffisant. En prenant compte que les modalités d'imagerie ne peuvent pas présenter parfaitement l'angulation normale de l'HSA puisque le degré de rotation humérale l'affecte significativement; l'angle de l'HSA est sous-estimée pendant la rotation externe de l'humérus et en cote partie surestimée pendant la rotation interne de l'humérus.⁸⁹

Dans les études de Gaumet et al.⁹⁰, Ahrend et al.⁹¹, Canbora et al.⁹², el Idrisi et al.⁴⁴, Bonneville et al.⁶⁹, et Val Ethmane³⁴, l'angle céphalo-diaphysaire moyen était respectivement de 39°, 33,1°, 63,8°, 51,6°, 50,49.

Dans notre étude l'angle céphalo-diaphysaire moyen était de 48°.

Auteurs	Angle céphalo-diaphysaire moyen
Gaumet et al. ⁹⁰	39°
Ahrend et al. ⁹¹	33,1°
Canbora et al. ⁹²	63,8°
el Idrisi et al. ⁴⁴	51,6°
Bonneville et al. ⁶⁹	50°
Val Ethmane ³⁴	49°
Notre étude	48°

Tableau 15 : l'angle céphalo-diaphysaire moyen dans notre étude en comparaison avec la littérature.

VII. Analyse des résultats :

1. Age :

Au cours de l'étude de Bahrs et al.⁵⁸, le score de Constant moyen avant l'âge de 60 ans était de 89,3, alors que dans la tranche d'âge de plus de 60 ans le score moyen était de 81,4.

Dans l'étude de Wachtl et al.⁷², le score de Constant moyen dans la tranche d'âge moins de 24 ans était de 86, dans la tranche d'âge entre 25–60 ans le score moyen était de 67, et les patients âgés de plus de 64 ans avaient un score de 48.

Dans l'étude de Linhart et al.⁹³, le score de Constant moyen chez les sujets âgés de moins de 60 ans était de 82,2. Pour la tranche d'âge entre 60–80 ans le score

moyen était de 66,2 et pour les sujets âgés de plus de 80 ans le score moyen était de 61,2.

Dans l'étude de Erraki⁶⁶ , le score de Constant moyen avant 20 ans était de 93,75, de 85,5 entre 20 et 40 ans, de 73,07 entre 40 et 60 et de 62 après 60 ans.

Dans l'étude de Rajasekhar et al.⁹⁴, dans la tranche d'âge moins de 60 ans, ils ont noté 6 résultats excellents, 5 moyens et 2 mauvais. Dans la tranche d'âge supérieure à 60 ans ils ont décelé 7 résultats excellents, 2 moyens et 3 mauvais.

Dans notre étude, le score de Constant moyen était de 92 entre 17 et 39 ans, un score de 86,5 pour la tranche d'âge entre 40–60 ans et un score de 77,9 pour la tranche d'âge plus de 60 ans.

Nous avons donc décelé, comme la majorité des auteurs, que l'âge avancé représente un facteur péjoratif.

Auteurs	Score moyen entre 17–39 ans	Score moyen entre 40–60 ans	Score moyen plus de 60 ans
Bahrs et al. ⁵⁸ (n=66)	89,3		81,4
Wachtl et al. ⁷² (n=61)	86	67	48
Linhart et al. ⁹³ (n=97)	82,8		66,2
Erraki ⁶⁶ (n=33)	85,5	73,03	62
Notre étude	92	86,5	77,9

Tableau 16 : Résultats du score de constant moyen selon la tranche d'âge.

2. Type de fracture :

Dans l'étude de Greiner et al.⁹⁵, le score de Constant moyen pour les fractures à 2 fragments était de 71,7, de 64,2 pour les fractures à 3 fragments et de 56,4 pour les fractures à 4 fragments.

Au décours de l'étude de Linhart et al.⁹³, ils ont noté un score de Constant moyen pour les fractures à 2 fragments de 64,4. Un score de 74 pour les fractures à 3 fragments et un score de 70,5 pour les fractures à 4 fragments.

Dans l'étude d'Adedapo et al.⁹⁶, le score de Constant moyen pour les fractures à 3 fragments était de 88,4 et pour les fractures à 4 fragments le score moyen était de 67.

Dans l'étude de Bogner et al.⁹⁷, le score de Constant moyen était de 61,2 pour les fractures à 3 fragments et de 49,5 pour les fractures à 4 fragments.

Dans l'étude de Gaumet et al.⁹⁰, le score de Constant moyen était de 60,5 pour les fractures à 2 fragments, de 54,2 pour les fractures à 3 fragments et de 44,6 pour les fractures à 4 fragments.

Dans notre étude on a décelé 16 excellents résultats, 22 bons et 10 moyens pour les fractures à 2 fragments, avec un score de constant moyen de 89,63. Pour les fractures à 3 fragments on a noté 7 résultats excellents, 6 bons, 6 moyens et 2 mauvais, avec un score de constant moyen de 83,26. Pour les fractures à 4 fragments on a trouvé 2 mauvais résultats, avec un score de constant moyen de 53,9.

Auteurs	2 fragments	3 fragments	4 fragments
Greiner et al. ⁹⁵ (n=48)	71,7	64,2	56,4
Linhart et al. ⁹³ (n=97)	64,4	74	70,5
Adedapo et al. ⁹⁶ (n=23)	–	88,4	67
Bogner et al. ⁹⁷ (n=48)	–	61,2	49,5
Gaumet et al. ⁹⁰ (n=38)	60,5	54,2	44,6
Notre étude	89,63	83,26	53,9

Tableau 17 : Résultats du score de Constant moyen selon le type de fracture.

3. Technique chirurgicale :

Dans les fractures de l'extrémité proximale de l'humérus traitées par plaque verrouillée le score de Constant moyen était de 74 et 76,1 dans l'étude de Thalhammer et al.⁹⁸, et Koukakis et al.⁹⁹, respectivement.

Dans les fractures traitées par plaque vissée le score de Constant moyen était de 86 dans l'étude de Elidrissi et al.⁴⁴

Dans les fractures traitées par enclouage centromédullaire le score de Constant moyen était de 60,6 et 62 dans l'étude Boudard et al.¹⁰⁰, et l'étude de Cuny et al.¹⁰¹, respectivement.

Dans les fractures traitées par embrochage de Kapandji le score de Constant moyen était de 90,92 et 68 dans l'étude de Elidrissi et al.⁴⁴, et l'étude de Bonneville et al.⁶⁹, respectivement.

Dans les fractures traitées par embrochage d'hackethal le score de Constant moyen était de 63 dans l'étude de Wachtl et al.⁷²

Dans les fractures traitées par vissage le score de Constant moyen était de 75,5 selon l'étude de Lill et al.¹⁰²

Auteurs	Plaque verrouillée
Thalhammer et al. ⁹⁸ (n=42)	74
Koukakis et al. ⁹⁹ (n=20)	76,1
Notre étude	85

Auteurs	Plaque vissée
Elidrissi et al. ⁴⁴ (n=26)	86
Notre étude	85

Auteurs	Embrochage de Kapandji
Elidrissi et al. ⁴⁴ (n=26)	90,92
Bonnevialle et al. ⁶⁹ (n=32)	68
Notre étude	87

Auteurs	Embrochage d'Hackethal
Wachtl et al. ⁷² (n=61)	63
Notre étude	91

Auteurs	Vissage
Lill et al. ¹⁰² (n=31)	75,5
Notre étude	90

Tableau 18 : Répartition du score de constant moyen selon le moyen d'ostéosynthèse utilisé dans notre étude en comparaison avec la littérature.

4. Influence de l'orientation céphalique :

La corrélation entre le positionnement finale de la tête humérale et le résultat fonctionnel n'est pas significative, en se référant à la littérature.

Au décours de l'étude de Kapandji la réduction était considérée comme "anatomique" dans 57,9% des cas, acceptable dans 26,3% et mauvaise dans 15,8%. Cependant, certains résultats fonctionnels ont été satisfaisants même dans les réductions non anatomiques.¹⁰³

D'autre coté Boughebri et al.⁴³, ont rapporté dans leur étude des résultats fonctionnels moins satisfaisants, lorsque les fractures sont consolidées en cal vicieux, avec extrémité céphalique en bascule postérieure ou en valgus. Le même constat est décrit par Mestdagh et al.¹⁰⁴

Dans notre série, quand la réduction anatomique était acquise (angle alpha = 45 ± 10) et conservée, les résultats étaient tous excellents et bons. En revanche, nous avons obtenu des résultats moins favorables chez nos patients avec une réduction non anatomique.

VIII. Complications :

La survenue de complication est fréquente dans les suites des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, et cela surtout après traitement chirurgical.

L'incidence des complications varient de 0 à 38% après ostéosynthèse et parfois atteignant les 50% selon l'étude de Smith A et al.¹⁰⁵, et ce surtout quand la chirurgie est retardée de plus de 3 semaines.¹⁰⁶ En notant que la pratique de techniques d'ostéosynthèse plus récentes ou de remplacement prothétique a engendré par la suite des complications spécifiques.¹⁶

1. Complications immédiates :

1.1. Lésions nerveuses :

Les lésions neurologiques et du plexus brachial surviennent dans près de 50 % des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. Le risque est accru chez les patients âgés, les fractures au niveau du col chirurgical, les luxations et dans les traumatismes violents avec hématome associé.

Selon l'étude électromyographique de Visser et al.¹⁰⁷, les lésions nerveuses compliquaient 67% des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus de leurs études, et les nerfs les plus fréquemment touchés était le nerf axillaire et supra-scapulaire.

Au cours d'ostéosynthèse par enclouage centromédullaire et d'embrochages percutanés le nerf le plus exposé est le nerf axillaire, alors que l'abord au niveau du "v" deltoïdien expose plus à une lésion du nerf radial.

Dans l'étude de Gaumet et al.⁹⁰, un patient (1,61%) a présenté une paralysie radiale sensitivomotrice progressivement régressive.

C'était également le cas dans l'étude Rajasekhar et al.⁹⁴, où une patiente (3,33%) a souffert d'une paralysie du nerf radial ce qui a gêné la rééducation.

L'étude de Bufquin et al.¹⁰⁸, a décelé cinq patients (11,62%) présentant des complications nerveuses, dont la plupart se sont rétablis. Il s'agissait du nerf médian dans trois cas, le nerf axillaire et le nerf cubital dans un cas chacun.

Dans notre étude nous n'avons noté aucun cas de lésion nerveuse.

Auteurs	Lésion nerveuse
Gaumet et al. ⁹⁰ (n=38)	1,61%
Rajasekhar et al. ⁹⁴ (n=30)	3,33%
Bufquin et al. ¹⁰⁸ (n=43)	11,62%
Notre étude	0%

Tableau 19 : prévalence de lésion nerveuse dans notre étude en comparaison avec la littérature.

1.2. Lésions vasculaires :

Lors de fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, une lésion de l'artère axillaire peut se produire généralement à la suite d'un traumatisme fermé grave ou pénétrant mais peuvent résulter aussi du geste chirurgical. Cette lésion peut également être observée lors de fractures peu déplacées chez le patient âgé atteint d'artériosclérose en raison du manque d'élasticité de la paroi des vaisseaux. Bien qu'il soit toujours important d'évaluer le pouls radial, sa présence dans un cas de lésion vasculaire peut être trompeuse en raison de la circulation collatérale.¹⁰⁹

En cas de signes de compromission vasculaire il faut réaliser une angiographie. Ces signes comprennent un hématome en expansion, une pâleur, des paresthésies, une absence de pouls, une hypotension inexpiquée, des ecchymoses et un saignement externe pulsatile. Ce qui peut nécessiter dans certain cas une réparation artérielle en urgence. Le fait de ne pas reconnaître et traiter ces blessures peut avoir des conséquences catastrophiques, notamment l'amputation, la gangrène et l'atteinte neurologique (due à la compression de l'hématome).¹⁶

Au cours de l'étude de Boudard et al.¹⁰⁰, ils ont noté 2 cas (3%) de lésion de l'artère axillaire.

Cependant plusieurs études notamment celle de Bogner et al.⁹⁷, et l'étude de Gaumet et al.⁹⁰, n'ont présenté aucun cas de lésions vasculaires ce qui est similaire à notre cas d'étude.

Auteurs	Lésion vasculaire
Boudard et al. ¹⁰⁰ (n=63)	3%
Bogner et al. ⁹⁷ (n=48)	0%
Gaumet et al. ⁹⁰ (n=38)	0%
Notre étude	0%

Tableau 20 : prévalence de lésion vasculaire dans notre étude en comparaison avec la littérature.

2. Complications secondaires :

2.1. Infection :

Les taux d'infection qui compliquent le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus sont plutôt bas, et cela est dû à la qualité de la structure tissulaire de l'épaule qui représente un facteur protecteur contre les risques d'infection.

Dans l'étude de Gumina et al.¹¹⁰, ils rapportent 2 cas (3,84%) d'infections superficielles, qui étaient résolues après 5 jours d'antibiotiques oraux.

L'étude de Bogner et al.⁹⁷, ont noté un cas (1,31%) d'infection profonde.

Au décours de l'étude de Gaumet et al.⁹⁰, ils n'ont présenté aucun cas d'infection.

Dans notre étude on a noté 3 cas (4,22%) d'infection superficielle.

Auteurs	Nombre de cas d'infection
Gumina et al. ¹¹⁰ (n=52)	3,84%
Bogner et al. ⁹⁷ (n=48)	1,31%
Gaumet et al. ⁹⁰ (n=38)	0%
Notre étude	4,22%

Tableau 21 : prévalence d'infection dans notre étude en comparaison avec la littérature.

2.2. Déplacement secondaire :

Les fractures qui sont mal fixées chirurgicalement sont souvent compliquées par un déplacement secondaire, qui se transformera en cal vicieux s'il n'est pas détecté et traité à temps.

Plusieurs travaux précisent l'incidence de cette complication.

l'étude de Clavert et al.¹¹¹, Röderer et al.¹¹², Owsley et al.¹¹³, Bogner et al.⁹⁷, ont noté 6 cas (8,2%), 10 cas (8%), 12 cas (25%) et 5 cas (10,4%) de Déplacement secondaire respectivement.

Dans notre étude on a décelé 3 cas (4,22%) de DS qui ont évoluées vers un cal vicieux.

Auteurs	Déplacement secondaire
Clavert et al. ¹¹¹ (n=73)	8,2 %
Röderer et al. ¹¹² (n=107)	8%
Owsley et al. ¹¹³ (n=53)	25%
Bogner et al. ⁹⁷ (n=48)	10,4%
Notre étude	4,22%

Tableau 22 : Comparaison de survenue de déplacement secondaire dans notre étude en rapport avec la littérature.

2.3. Syndrome algodystrophique :

Il s'agit d'une complication résultante d'un traumatisme du membre supérieur et qui consiste en des douleurs et une raideur des articulations de l'épaule, du coude et de la main, c'est la raison de sa nomination étant le syndrome épaule-main. Les douleurs sont de caractères inflammatoires et peuvent être accompagnées d'œdèmes.

Le traitement doit être spécifique et débuté le plus tôt possible par : les anti-inflammatoires, la calcitonine, les antidépresseurs et surtout la rééducation.

Dans l'étude de Gaumet et al.⁹⁰, ils ont trouvé 3 cas (4,83%) d'algodystrophie.

Dans l'étude de Jost et al.¹¹⁴, Sahnoun et al.⁴², ils n'ont noté aucun cas d'algodystrophie. Ce qui était le cas aussi pour notre étude.

Auteurs	Algodystrophie
Gaumet et al. ⁹⁰ (n=38)	4,83%
Jost et al. ¹¹⁴ (n=121)	0%
Sahnoun et al. ⁴² (n=25)	0%
Notre étude	0%

Tableau 23 : prévalence d'algodystrophie dans notre étude en comparaison avec la littérature.

3. Complications tardives :

3.1. Cals vicieux :

Les troubles de consolidation peuvent compliquer la totalité des types fracturaires de l'extrémité supérieure de l'humérus. Le cal vicieux touche la tubérosité humérale, ainsi que la surface articulaire céphalique au cours du traitement conservateur, il correspond à une consolidation en position trop postérieure, trop basse ou trop haute.¹¹⁵

La présence de cal vicieux conduit inévitablement à un mauvais résultat fonctionnel. Une consolidation du trochiter en position médiale ou haute entraîne une réduction de l'espace sous-acromial et peut provoquer un conflit lors de l'abduction du bras.

En présence d'un conflit symptomatique, le traitement peut inclure une ostéotomie du cal vicieux trochitérien combinée à une arthrolyse.¹⁶

Dans l'étude de Sahnoun et al.⁴², el Idrisi et al.⁴⁴, et Dialmy¹¹⁶, ils ont décelé 4 cas (16%), 6 cas (23,07%), 2 cas (3,38%) de cal vicieux dans leurs études.

Dans notre étude on a trouvé 3 cas (4,22%) de cal vicieux.

Auteurs	Cal vicieux
Sahnoun et al. ⁴² (n=25)	16%
el Idrisi et al. ⁴⁴ (n=26)	23,07%
Dialmy ¹¹⁶ (n=59)	3,38%
Notre étude (n=71)	4,22%

Tableau 24 : prévalence de cal vicieux dans notre étude en comparaison avec la littérature.

3.2. Pseudarthrose :

Elle est facilement reconnaissable par la persistance d'une mobilité indolore au-delà du temps normal de consolidation.

La pseudarthrose peut se produire à tous les niveaux (col chirurgical en particulier et les tubérosités). Il faut noter que le risque de pseudarthrose est plus élevé quand le siège de la fracture est distal. Par conséquent, toute distraction de montage doit être évitée.

Il existe de nombreuses causes et facteurs favorisant de pseudarthrose, mais ils sont souvent en rapport avec une mauvaise indication thérapeutique ou à une erreur technique, et dans certains cas secondaires à une infection.

Sur un cliché radiologique, elle se manifeste par l'absence de cal, une sclérose des extrémités avec une obturation du canal médullaire.

La découverte de pseudarthrose incite à faire un bilan complet, en particulier à rechercher une infection, et à préciser l'état de la peau vis-à-vis de la fracture. Il existe deux types de pseudarthroses :

- La pseudarthrose fistuleuse avec une ostéite chronique.
- La pseudarthrose non infectée.

Leur prise en charge consiste en une greffe osseuse avec une construction solide. Dans la pseudarthrose infectée, il faut d'abord traiter l'ostéite jusqu'à assèchement, puis une greffe osseuse sera réalisée, soit de façon opposée ou ciblée, et la contention sera effectuée soit par plâtre ou enclouage centromédullaire.¹¹⁶

Dans l'étude de Doursounian et al.¹¹⁷, Hessmann et al.¹¹⁸, Boileau et al.¹¹⁵, el Idrisi et al.⁴⁴, ils ont identifié 1 cas (3,84% / n=26), 4 cas(4,08% / n=98), 11 cas(17% / n=66), 0 cas (n=26) de pseudarthrose .

Dans notre étude on a noté 1 cas (1,40%) de pseudarthrose.

Auteurs	Pseudarthrose
Doursounian et al. ¹¹⁷ (n=26)	3,84%
Hessmann et al. ¹¹⁸ (n=98)	4,08%
Boileau et al. ¹¹⁵ (n=66)	17%
el Idrisi et al. ⁴⁴ (n=26)	0%
Notre étude (n=71)	1,40%

Tableau 25 : prévalence de pseudarthrose dans notre étude en comparaison avec la littérature.

3.3. Raideur de l'épaule :

La raideur peut survenir lors de la prise en charge opératoire et non opératoire des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. Cela souligne la nécessité d'un programme de physiothérapie précoce et bien adapté, dirigé pour maintenir la mobilité pendant la période post-fracturaire et postopératoire.

Elle peut être soit secondaire à une inflammation des tissus péri-articulaires, ou bien en rapport avec une capsulite rétractile.

Les patients qui ne répondent pas aux exercices d'étirement peuvent nécessiter une prise en charge chirurgicale, y compris une libération arthroscopique avec ou sans ouverture des adhérences. En notant que la manipulation sous anesthésie ne doit pas être effectuée seule, car il existe un risque de refracture.

Dans les études de Rajasekhar et al.⁹⁴, Jost et al.¹¹⁴, Egol et al.¹¹⁹, Kapandji et al.⁶⁸, Thalhammer et al.⁹⁸, ils ont décelé 1 cas (3,33%), 2 cas (1,65%), 1 cas (1,96%), 0 cas et 0 cas de raideur de l'épaule respectivement.

Dans notre étude on a noté 3 cas (4,22%) de raideur de l'épaule.

Auteurs	Raideur de l'épaule
Rajasekhar et al. ⁹⁴ (n=30)	3,33%
Jost et al. ¹¹⁴ (n=121)	1,65%
Egol et al. ¹¹⁹ (n=51)	1,96%
Kapandji et al. ⁶⁸ (n=15)	0%
Thalhammer et al. ⁹⁸ (n=42)	0%
Notre étude (n=71)	4.22%

Tableau 26 : prévalence de raideur de l'épaule dans notre étude en comparaison avec la littérature.

3.4. Nécrose avasculaire de la tête humérale :

L'irrigation sanguine de la tête humérale a été bien documentée et dépend en grande partie de la branche antérolatérale de l'artère circonflexe humérale antérieure.^{120,121} Les fractures qui perturbent cette artère, qui passe à travers la coulisse bicipitale, vont prédisposer l'humérus proximal à une nécrose avasculaire. La nécrose avasculaire se produit plus fréquemment après des fractures en quatre et trois fragments, mais a également été rapportée après des fractures en deux fragments.^{122,123}

La nécrose avasculaire est encore plus fréquente après ostéosynthèse à foyer ouvert des fractures à trois et quatre fragments. En plus de la gravité de la fracture, l'exposition extensive des tissus mous a été identifiée comme un facteur contributif majeur à la nécrose.

Le traitement conservateur de la nécrose avasculaire peut être possible si la douleur est minime et si la tête est assez congruente. Cela peut permettre une amplitude normal des mouvements fonctionnelles. Cependant, si l'épaule est raide et douloureuse, un traitement chirurgical est indiqué, et dans ce cas le traitement de choix sera le remplacement de la tête humérale.

En cas d'arthrite glénoïdienne, il faut envisager un remplacement glénoïdien mais l'amplitude des mouvements sera probablement limitée.¹²⁴

Dans les études de Thalhammer et al.⁹⁸, Burton et al.¹²⁵, Greiner et al.⁹⁵, Wiggman et al.¹²⁶, Faraj et al.¹²⁷, ils ont observé 9 cas (21%), 2 cas (10%), 7cas (15,6%), 22 cas (37%) et 0 cas de nécrose avasculaire de la tête humérale respectivement.

Dans notre étude on a décelé aucun cas de nécrose avasculaire de la tête humérale.

Auteurs	Nécrose avasculaire de la tête humérale
Thalhammer et al. ⁹⁸ (n=42)	21%
Burton et al. ¹²⁵ (n=20)	10%
Greiner et al. ⁹⁵ (n=48)	15,6%
Wiggman et al. ¹²⁶ (n=60)	37%
Faraj et al. ¹²⁷ (n=92)	0%
Note étude (n=71)	0%

Tableau 27 : prévalence de la nécrose avasculaire de la tête humérale dans notre étude en comparaison avec la littérature.

3.5. Conflit sous acromial :

Le conflit sous-acromial désigne l'inflammation et l'irritation des tendons de la coiffe des rotateurs lorsqu'ils traversent l'espace sous-acromial, ce qui entraîne des douleurs, une faiblesse et une réduction de l'amplitude des mouvements de l'épaule.¹²⁸

Dans les études de Cuny et al.¹⁰¹, Esser et al.¹²⁹, Boughebri et al.⁴³, Val Ethmane³⁴, Greiner et al.⁹⁵, ils ont décelé 6 cas(10%), 5 cas (10%), 2 cas (5,88%), 1 cas(5%) et 0 cas de conflit sous acromial respectivement.

Dans notre étude on a trouvé 2 cas (2,81%) de conflit sous acromial.

Auteurs	Conflit sous acromial
Cuny et al. ¹⁰¹ (n=67)	10%
Esser et al. ¹²⁹ (n=50)	10%
Boughebri et al. ⁴³ (n=34)	5,88%
Val Ethmane ³⁴ (n=20)	5%
Greiner et al. ⁹⁵ (n=108)	0%
Notre étude (n=71)	2,81%

Tableau 28 : prévalence du conflit sous acromial dans notre étude en comparaison avec la littérature.

4. Complications liées au matériel d'ostéosynthèse :

Auteurs	Technique d'ostéosynthèse	Complications notables
Thalhammer et al. (n=42)	Plaque verrouillée	Incidence=31% NATH=21% PAV=5% DS=5%
Notre étude (n=25)	Plaque verrouillée	Incidence=28% PAV=4% Conflit sous acromial =4% DS=4% Cal vicieux =4% Raideur=8%
Burton et al. (n=20)	Plaque vissée	Incidence=25% NATH=10% PAV=15%
Notre étude (n=21)	Plaque vissée	Incidence =25% PAV=5% Conflit sous acromial =5% DS=10% Cal vicieux =5%
Bonnevialle et al. (n=32)	Embrochage type Kapandji	Incidence=38% Migration de broche=25% Capsulite rétractile=10% NATH=3%

Notre étude (n=21)	Embrochage type Kapandji	Incidence =20% Migration de broche =5% Pseudarthrose=5% Raideur =5%
Wachtl et al. (n=61)	Embrochage type Hackethal	Incidence=55,67% Migration de broche=36% NATH=11,47% Pseudarthrose=8,20%
Notre étude (n=2)	Embrochage type Hackethal	Incidence =0%
Lill et al. (n=31)	Vissage	Incidence =16,12% PAV= 3,22% DS=6,45% NATH=6,45%
Notre étude (n=2)	Vissage	Incidence =0%

CONCLUSION

Il n'existe actuellement aucun consensus sur les techniques d'ostéosynthèse pour les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. Seulement 15 à 20% des fractures de l'ESH qui sont à grand déplacement ou instables bénéficient d'un traitement chirurgical. Plusieurs moyens et techniques ont été décrits dans ce contexte.

Le but de notre travail consiste à l'évaluation des résultats fonctionnels et radiologiques des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus traitées chirurgicalement.

A l'issue de ce travail, nous pouvons tirer plusieurs conclusions :

La qualité de ces résultats, notamment les résultats fonctionnels, dépend en plus de la technique ou du matériel utilisés, de plusieurs facteurs comme l'âge, le type de fracture, le résultat anatomique après traitement et également de la qualité de la rééducation postopératoire.

L'embrochage de Kapandji et de Hackethal sont des techniques rapides, simples et peu invasives ; les bonnes indications de ces techniques sont principalement les fractures à deux ou trois fragments maximums. Tandis que la fixation par vis est principalement utilisée pour les fractures tubérositaires.

L'ostéosynthèses par plaques verrouillées et vissées offrent une fixation plus stable que les techniques d'embrochage, ce qui permet une mobilisation précoce et de meilleurs résultats fonctionnels.

Nos résultats, tout comme ceux de la littérature, ne préconisent pas une technique plutôt qu'une autre.

Résumé

Introduction : Les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus représentent environ 5 % de la totalité des fractures. Leur fréquence augmente à plus de 10 % au-delà de 65 ans. Elles sont de pronostic et de traitement très différents, allant de la simple immobilisation en écharpe à l'arthroplastie totale inversée, en passant par de nombreuses techniques d'ostéosynthèse spécifiques. L'objectif de notre étude est d'identifier les particularités thérapeutiques et évolutives du traitement des fractures de l'extrémité proximale de l'humérus et l'évolution des résultats fonctionnels de notre prise en charge.

Matériels et méthodes : étude rétrospective descriptive, incluant 71 patients admis au service de traumatologie – orthopédie A de l'hôpital universitaire Hassan II de Fès pour fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus traitées par ostéosynthèse, sur une période étalée entre 2016 – 2020, avec un recul moyen de 20 mois.

Résultats : soixante et onze patients ont été inclus dans notre étude, avec une moyenne d'âge de 46,80 ans et une prédominance masculine (58%). La fracture touchait le membre dominant dans 38% des cas. Un cliché radiologique de face de l'épaule a été demandé chez tous nos patients et un cliché de profil chez 65 patients et une TDM chez 30 patients, ils ont permis de poser le diagnostic et de spécifier le type anatomique selon la classification de Neer et Duparc. 25 patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque verrouillée, 21 patients d'une ostéosynthèse par plaque vissée et embrochage type Kapandji chacun, 2 patients d'une ostéosynthèse par plaque type Hackethal et de vissage chacun.

Le score de constant moyen global était 86,47.

L'angle céphalo-diaphysaire moyen était de 48°.

Nous avons décelé comme complication : 3 cas d'infections superficielles, 3 cas de déplacement secondaires, 2 cas de pénétration articulaire de vis, un cas de migrations de broches, 3 cas de cal vicieux, 1 cas de pseudarthrose, 3 cas de raideur et deux cas de conflit sous acromial.

Conclusion : L'analyse statistique des résultats fonctionnels et radiologiques n'a pas démontré la supériorité d'une technique chirurgicale sur une autre.

ABSTRACT

Introduction: Fractures of the upper end of the humerus account for approximately 5% of all fractures. Their frequency increases to more than 10% over the age of 65. Their prognosis and treatment vary widely, ranging from simple sling immobilization to total reverse arthroplasty, including many specific osteosynthesis techniques. The aim of our study is to identify the therapeutic and evolutionary particularities of the treatment of fractures of the proximal end of the humerus and the evolution of the functional results of our management.

Materials and methods: retrospective descriptive study, including 71 patients admitted to the department of traumatology – orthopedics A of the Hassan II university hospital of Fez for fracture of the upper end of the humerus treated by osteosynthesis, over a period spread between 2016 – 2020, with a mean hindsight of 20 months.

Results: Seventy-one patients were included in our study, with an average age of 46.80 years and a male predominance (58%). The fracture involved the dominant limb in 38% of cases. A frontal X-ray of the shoulder was requested in all our patients and a profile X-ray in 65 patients and a CT scan in 30 patients, which allowed us to make the diagnosis and to specify the anatomical type according to the classification of Neer and Duparc. Twenty-five patients underwent locked plate osteosynthesis, 21 patients each underwent Kapandji type screw plate and pinning osteosynthesis, and 2 patients each underwent Hackethal type plate and screw fixation.

The overall mean constant score was 86.47.

The mean cephalodiaphyseal angle was 48°.

Complications included: 3 cases of superficial infection, 3 cases of secondary displacement, 2 cases of articular screw penetration, 1 case of pin migration, 3 cases of malunion, 1 case of pseudarthrosis, 3 cases of stiffness and 2 case of subacromial impingement.

Conclusion: Statistical analysis of the functional and radiological results did not demonstrate the superiority of one surgical technique over another.

ملخص

مقدمة: تمثل كسور الطرف العلوي لعظم العضد حوالي 5% من جميع الكسور. يزداد تواترها إلى أكثر من 10% بعد سن 65. لديهم تشخيص وعلاج مختلفان تمامًا ، بدءًا من التثبيت البسيط في حبال إلى تقويم المفاصل العكسي بالكامل ، بما في ذلك العديد من تقنيات تركيب العظم المحددة. الهدف من دراستنا هو تحديد الخصائص العلاجية والتطورية لعلاج كسور الطرف القريب من عظم العضد وتطور النتائج الوظيفية لإدارتنا.

المواد والطرق: دراسة وصفية بأثر رجعي ، شملت 71 مريضاً تم قبولهم في قسم الرضوض - جراحة العظام أ بمستشفى الحسن الثاني الجامعي بفاس لكسر في الطرف العلوي لعظم العضد تم علاجه عن طريق تخليق العظام ، على مدى فترة بين 2016 - 2020 ، مع متوسط المتابعة 20 شهراً.

النتائج: تم تضمين 71 مريضاً في دراستنا ، بمتوسط عمر 46.80 سنة وغالبيتهم من الذكور (58%). أثر الكسر على الطرف المهيمن في 38% من الحالات. تم طلب صورة إشعاعية أمامية للكتف في جميع مرضانا وصورة جانبية في 65 مريضاً وصور مقطعية في 30 مريضاً ، مما جعل من الممكن إجراء التشخيص وتحديد النوع التشريحي حسب تصنيف Neer و Duparc. استفاد 25 مريضاً من تخليق العظم المقفول ، و 21 مريضاً من تخليق العظم بواسطة اللوح المشدود والمكونات الإضافية من نوع Kapandji لكل منهما ، ومريضان من تخليق العظم بواسطة لوحة من النوع Hackethal وربط كل منهما.

كان المعدل الإجمالي للنتيجة الثابتة 86.47.

كانت الزاوية الرأسية الجسدية المتوسطة 48 درجة.

اكتشفنا أنه من المضاعفات: 3 حالات إصابة سطحية ، 3 حالات إزاحة ثانوية ، حالتان لاخترق مفاصل براغي ، حالة واحدة من هجرات دبوس ، 3 حالات سوء التحام ، 1 حالة لعدم التحام ، 3 حالات صلابة وحالتان من الاصطدام تحت الأخرم.

الخلاصة: لم يثبت التحليل الإحصائي للنتائج الوظيفية والإشعاعية تفوق تقنية جراحية على أخرى.

BIBLIOGRAPHIE

1. Passaretti D, Candela V, Sessa P, Gumina S. Epidemiology of proximal humeral fractures : a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:2117-24.
2. Vandenbussche E.,Nich C.Fractures de l'extremite superieure de l'humerus. EMC (Elsevier Masson SAS,Paris), Radiologie et imagerie medicalemusculosquelettique-neurologique-maxillofaciale,31-016-B-10,2010.
3. Vandenbussche E et Hutten D. Fractures de l'extrémité supérieure de l'humerus. EMC(Editions scientifiques et medicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés),Appareil locomoteur,14-038-A-10,2000,20p.
4. Favard L.,Berhouet J.,Bacle G. Traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus de l'adulte.EMC(Elsevier masson SAS,Paris),techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie,44-290,2010.
5. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop*. 1987;(214):160-164.
6. Constant CR, Gerber C, Emery RJH, Søjbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(2):355-361. doi:10.1016/j.jse.2007.06.022
7. Score fonctionnel de l'épaule de Constant. :2.
8. reeducation_epaule_-_score_de_constant.pdf. Accessed December 26, 2021. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/reeducation_epaule_-_score_de_constant.pdf
9. Aafaf MAATAOUI. Le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. Published online June 9, 2017. <http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-hm/FT/2017/these102-17.pdf>
10. Pierre Kamina. *Anatomie clinique. Tome 1 : anatomie générale, membres, 4e ed.* Maloine; 2009.
11. Cowderoy GA, Lisle DA, O'Connell PT. Overuse and impingement syndromes of the shoulder in the athlete. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2009;17(4):577-593, v. doi:10.1016/j.mric.2009.06.003

12. *ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE VOLUME 1 Les Membres (A. LAHLAIDI)*. Accessed December 26, 2021. http://archive.org/details/ANATOMIETOPOGRAPHIQUEVOLUME1LesMembresA.LAHLAIDI_201811
13. *Atlas d'anatomie humaine 4e édition – Frank Henry Netter*. Accessed December 26, 2021. <https://www.decitre.fr/livres/atlas-d-anatomie-humaine-9782294080425.html>
14. deltoïde – LAROUSSE. Accessed December 26, 2021. <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/delto%C3%AFde/12422>
15. Bastian JD, Hertel R. Initial post-fracture humeral head ischemia does not predict development of necrosis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(1):2–8. doi:10.1016/j.jse.2007.03.026
16. Masson E. Traitement chirurgical des fractures fraîches de l'extrémité proximale de l'humérus de l'adulte 2010. EM-Consulte. Published 2010. Accessed November 5, 2021. <https://www.em-consulte.com/article/1348750>
17. Masson E. Traitement chirurgical des fractures fraîches de l'extrémité proximale de l'humérus de l'adulte 2020. EM-Consulte. Published 2020. Accessed November 13, 2021. <https://www.em-consulte.com/article/1348750/traitement-chirurgical-des-fractures-fraiches-de-l>
18. Nerf musculo-cutané. Accessed December 26, 2021. http://www.cours-anatomie.net/2013/03/nerf-musculo-cutane_21.html
19. Les compressions nerveuses de l'épaule par l'Unité de chirurgie de l'épaule de la Clinique Capio Fontvert à Avignon Vaucluse 84 à proximité de Carpentras et Orange. Accessed December 26, 2021. <http://chirurgie-epaule-fontvert.fr/compressions.html>
20. Klug A, Gramlich Y, Wincheringer D, Schmidt-Horlohé K, Hoffmann R. Trends in surgical management of proximal humeral fractures in adults: a nationwide study of records in Germany from 2007 to 2016. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(12):1713–1721. doi:10.1007/s00402-019-03252-1
21. Iyengar JJ, Devic Z, Sproul RC, Feeley BT. Nonoperative treatment of proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma.* 2011;25(10):612–617. doi:10.1097/BOT.0b013e3182008df8

22. Lopiz Y, Alcobía-Díaz B, Galán-Olleros M, García-Fernández C, Picado AL, Marco F. Reverse shoulder arthroplasty versus nonoperative treatment for 3- or 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a prospective randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(12):2259–2271. doi:10.1016/j.jse.2019.06.024
23. van Staa TP, Dennison EM, Leufkens HG, Cooper C. Epidemiology of fractures in England and Wales. *Bone.* 2001;29(6):517–522. doi:10.1016/s8756-3282(01)00614-7
24. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop.* 2006;442:87–92. doi:10.1097/01.blo.0000194672.79634.78
25. Launonen AP, Lepola V, Saranko A, Flinkkilä T, Laitinen M, Mattila VM. Epidemiology of proximal humerus fractures. *Arch Osteoporos.* 2015;10(1):2. doi:10.1007/s11657-015-0209-4
26. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S, Saving J, Tidermark J. Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(5):747–755. doi:10.1016/j.jse.2010.12.018
27. Roux A, Decroocq L, El Batti S, et al. Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98(6):715–719. doi:10.1016/j.otsr.2012.05.013
28. Lind T, Krøner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1989;108(5):285–287. doi:10.1007/BF00932316
29. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury.* 2006;37(8):691–697. doi:10.1016/j.injury.2006.04.130
30. Monga P, Verma R, Sharma VK. Closed reduction and external fixation for displaced proximal humeral fractures. *J Orthop Surg Hong Kong.* 2009;17(2):142–145. doi:10.1177/230949900901700203
31. Südkamp N, Bayer J, Hepp P, et al. Open Reduction and Internal Fixation of Proximal Humeral Fractures with Use of the Locking Proximal Humerus Plate: Results of a Prospective, Multicenter, Observational Study. *J Bone Jt Surg-Am Vol.* 2009;91(6):1320–1328. doi:10.2106/JBJS.H.00006

32. Iglesias-Rodríguez S, Domínguez-Prado DM, García-Reza A, et al. Epidemiology of proximal humerus fractures. *J Orthop Surg*. 2021;16(1):402. doi:10.1186/s13018-021-02551-x
33. Yang H, Li Z, Zhou F, Wang D, Zhong B. A prospective clinical study of proximal humerus fractures treated with a locking proximal humerus plate. *J Orthop Trauma*. 2011;25(1):11–17. doi:10.1097/BOT.0b013e3181d2d04c
34. Mohamed Vall Ethmane. L'ostéosynthèse par plaque anatomique des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. Published online 2016.
35. Edelson G, Safuri H, Salami J, Vigder F, Militianu D. Natural history of complex fractures of the proximal humerus using a three-dimensional classification system. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(3):399–409. doi:10.1016/j.jse.2007.08.014
36. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 2001;72(4):365–371. doi:10.1080/000164701753542023
37. Ouhajjou J. Fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus traitement chirurgical par embrochage a propos 33 cas. Published online 2009. Accessed November 17, 2021. <http://ao.um5.ac.ma/xmlui/handle/123456789/891>
38. Herdea A, Ulici A, Toma A, Voicu B, Charkaoui A. The Relationship between the Dominant Hand and the Occurrence of the Supracondylar Humerus Fracture in Pediatric Orthopedics. *Child Basel Switz*. 2021;8(1):51. doi:10.3390/children8010051
39. Torrens C, Sanchez JF, Isart A, Santana F. Does fracture of the dominant shoulder have any effect on functional and quality of life outcome compared with the nondominant shoulder? *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(5):677–681. doi:10.1016/j.jse.2014.10.006
40. Donna G Blankenbaker MD FACR, Kirkland W. Davis. *Diagnostic Imaging: Musculoskeletal Trauma*. Elsevier – Health Sciences Division; 2021.
41. Masson E. Fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus 2013. EM-Consulte. Published 2013. Accessed November 13, 2021. <https://www.em-consulte.com/article/8174/fractures-de-l-extremite-superieure-de-l-humerus>

42. Sahnoun N, Chtourou S, Rebai MA, et al. [Surgical treatment of complex fractures of the upper end of the humerus: a retrospective study of 25 cases]. *Pan Afr Med J*. 2020;36:5. doi:10.11604/pamj.2020.36.5.22729
43. Boughebri O, Havet E, Sanguina M, et al. Traitement des fractures de l'extrémité proximale de l'humérus par clou Télégraph®: Étude prospective de 34 cas. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 2007;93(4):325–332. doi:10.1016/S0035-1040(07)90272-X
44. Elidrissi M, Bensaad S, Shimi M, Elibrahimi A, Elmrini A. Le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus : plaque anatomique versus embrochage en palmier, à propos de 26 cas. *Chir Main*. 2013;32(1):25–29. doi:10.1016/j.main.2012.12.001
45. Mark A Frankle, S Ashfaq Hasan. Proximal Humerus Fractures Workup: Laboratory Studies, Imaging Studies. Published September 2, 2021. Accessed December 6, 2021. <https://emedicine.medscape.com/article/1261320-workup#c7>
46. Robinson BC, Athwal GS, Sanchez-Sotelo J, Rispoli DM. Classification and imaging of proximal humerus fractures. *Orthop Clin North Am*. 2008;39(4):393–403, v. doi:10.1016/j.ocl.2008.05.002
47. Burstein AH. Fracture classification systems: do they work and are they useful? *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(12):1743–1744.
48. Brien H, Nofthall F, MacMaster S, Cummings T, Landells C, Rockwood P. Neer's classification system: a critical appraisal. *J Trauma*. 1995;38(2):257–260. doi:10.1097/00005373-199502000-00022
49. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N. The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(12):1745–1750. doi:10.2106/00004623-199312000-00002
50. Siebenrock KA, Gerber C. The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(12):1751–1755. doi:10.2106/00004623-199312000-00003
51. Brunner A, Honigsmann P, Treumann T, Babst R. The impact of stereo-visualisation of three-dimensional CT datasets on the inter- and intraobserver reliability of the AO/OTA and Neer classifications in the assessment of fractures of

the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(6):766–771.

doi:10.1302/0301-620X.91B6.22109

52. Bougher H, Nagendiram A, Banks J, Hall LM, Heal C. Imaging to improve agreement for proximal humeral fracture classification in adult patient: A systematic review of quantitative studies. *J Clin Orthop Trauma.* 2020;11(Suppl 1):S16–S24.

doi:10.1016/j.jcot.2019.06.019

53. Marongiu G, Leinardi L, Congia S, Frigau L, Mola F, Capone A. Reliability and reproducibility of the new AO/OTA 2018 classification system for proximal humeral fractures: a comparison of three different classification systems. *J Orthop Traumatol Off J Ital Soc Orthop Traumatol.* 2020;21(1):4. doi:10.1186/s10195-020-0543-1

54. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures: part I. Classification and evaluation. 1970. *Clin Orthop.* 2006;442:77–82.

doi:10.1097/01.blo.0000198718.91223.ca

55. bible-traumatologie-adulte.pdf. Accessed November 16, 2021.

<https://www.saintluc.be/professionnels/services/orthopedie/bible-traumatologie-adulte.pdf>

56. Sam W. Wiesel, John N. Delahay MD, Wudbhav N. Sankar MD, Brent B. Wiesel MD. *Orthopaedic Surgery: Principles of Diagnosis and Treatment.* Wolters Kluwer Health ; 1ère édition.; 2011. <https://www.amazon.com/Orthopaedic-Surgery-Principles-Diagnosis-Treatment-ebook/dp/B0051I4C8M>

57. Iacobellis C, Serafini D, Aldegheri R. PHN for treatment of proximal humerus fractures: evaluation of 80 cases. *Chir Organi Mov.* 2009;93(2):47–56.

doi:10.1007/s12306-009-0030-6

58. Bahrs C, Rolaufts B, Dietz K, Eingartner C, Weise K. Clinical and radiological evaluation of minimally displaced proximal humeral fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(5):673–679. doi:10.1007/s00402-009-0975-9

59. HAJJI IMANE. LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES DE L'EXTREMITÉ SUPÉRIEURE DE L'HUMÉRUS : PLAQUE VISÉE VERSUS EMBROCHAGE EN PALMIER. Published online 2015.

60. Gournay A, Geffard B, Hersan A, Hubert L, Gougan T, Kerhousse G. LES FRACTURES DE L'EXTRÉMITÉ SUPÉRIEURE DE L'HUMÉRUS CHEZ L'ADULTE. :41.

<https://soo.com.fr/download/media/149/d1d/157-com.pdf>

61. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(2):203–207. doi:10.2106/00004623-199702000-00006
62. EL MRINI AE, Boujraf S, Agoumi O, et al. L'EMBROCHAGE EN PALMIER DE KAPANDJI DANS LES FRACTURES DE L'EXTREMITÉ SUPERIEURE DE L'HUMÉRUS. Published online 2006:3.
63. Positions-en-Orthopédie-(Dr-Saint-Pol).pdf.pdf. Accessed December 26, 2021. [https://reanesth.chu-bordeaux.fr/Formation-initiale/Dipl%C3%B4me-d-Etude-Sp%C3%A9cialis%C3%A9-en-Anesth%C3%A9sie-R%C3%A9animation-\(DESAR\)/Les-cours-DESAR/Techniques-et-Pharmacologies-en-AR/Techniques-en-anesth%C3%A9sie-et-en-r%C3%A9animation-2013/Positions-en-Orthop%C3%A9die-\(Dr-Saint-Pol\).pdf/](https://reanesth.chu-bordeaux.fr/Formation-initiale/Dipl%C3%B4me-d-Etude-Sp%C3%A9cialis%C3%A9-en-Anesth%C3%A9sie-R%C3%A9animation-(DESAR)/Les-cours-DESAR/Techniques-et-Pharmacologies-en-AR/Techniques-en-anesth%C3%A9sie-et-en-r%C3%A9animation-2013/Positions-en-Orthop%C3%A9die-(Dr-Saint-Pol).pdf/)
64. P.Cronier, G.Piétu. Le concept de plaque verrouillée – ScienceDirect. Published 2010. Accessed November 17, 2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877051710000985>
65. Schubert T, Putineanu D. Fractures de l'humérus proximal. In: Ecole d'orthopédie de l'UCL; 2017. Accessed November 17, 2021. <https://oer.uclouvain.be//jspui/handle/20.500.12279/283>
66. Elhabib ER-RAKI. Le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus entre plaque vissée et embrochage. Published online 2018. <http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-htm/FT/2018/these130-18.pdf>
67. Aa Y, Js H. Locked intramedullary nailing for treatment of displaced proximal humerus fractures. *Orthop Clin North Am*. 2008;39(4). doi:10.1016/j.ocl.2008.05.001
68. Kapandji A. L'ostéosynthèse par la technique des broches « en palmiers » des fractures du col chirurgical de l'humérus. *Ann Chir Main*. 1989;8(1):39–52. doi:10.1016/S0753-9053(89)80044-4
69. Bonneville N, Ibnoukatib A, Mansat P, Bonneville P. Kapandji pinning and tuberosities fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Int Orthop*. 2013;37(10):1965–1971. doi:10.1007/s00264-013-1926-1
70. Link W, Wölfel R, Herzog T, Schück R. Die Bündelnagelung kindlicher Oberschenkelchaftfrakturen. In: Rahmanzadeh R, Breyer HG, eds. *Verletzungen der*

unteren Extremitäten bei Kindern und Jugendlichen. Springer; 1990:22–27.

doi:10.1007/978-3-642-75704-4_5

71. Ouahidi Mohamed. [Treatment of humerus diaphyseal fractures using Hackethal's retrograde centro-medullary bundle nailing: about 54 cases] – PubMed. Accessed November 19, 2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30167065/>

72. Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM, Jakob RP, Gautier E. Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2000;120(3-4):171–175. doi:10.1007/s004020050037

73. VICHARD P, P B. TRAITEMENT DES FRACTURES DE L'EXTREMITÉ SUPERIEURE DE L'HUMERUS PAR ENCLOUAGE BIPOLAIRE ASCENDANT AVEC CLOUS ELASTIQUES. *Trait Fract Extrem SUPERIEURE HUMERUS PAR ENCLOUAGE BIPOLAIRE Ascend AVEC CLOUS ELASTIQUES*. Published online 1978.

74. Lynn A. Crosby, Robert J. Neviasser. Proximal Humerus Fractures: Evaluation and Management. Published 2015. Accessed November 19, 2021. <http://library.lol/main/EA1DB52CB759917DC883C8371EEB7830>

75. Boileau P, Winter M, Cikes A, et al. Can surgeons predict what makes a good hemiarthroplasty for fracture? *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(11):1495–1506. doi:10.1016/j.jse.2013.04.018

76. Collin P, Laubster E, Denard PJ, Akuè FA, Lädermann A. The Nice knot as an improvement on current knot options: A mechanical analysis. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2016;102(3):293–296. doi:10.1016/j.otsr.2016.01.005

77. White JJE, Soothill JR, Morgan M, Clark DI, Espag MP, Tambe AA. Outcomes for a large metaphyseal volume hemiarthroplasty in complex fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(3):478–483. doi:10.1016/j.jse.2016.08.004

78. Krishnan SG, Bennion PW, Reineck JR, Burkhead WZ. Hemiarthroplasty for proximal humeral fracture: restoration of the Gothic arch. *Orthop Clin North Am*. 2008;39(4):441–450, vi. doi:10.1016/j.ocl.2008.05.004

79. Kim BS, Kim DH, Song KS, Min BW, Bae KC, Cho CH. Is the pectoralis major tendon a reliable reference for restoration of humeral length with fracture hemiarthroplasty? *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(2):e45–e49. doi:10.1016/j.jse.2017.09.028

80. Singh A, Padilla M, Nyberg EM, et al. Cement technique correlates with tuberosity healing in hemiarthroplasty for proximal humeral fracture. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(3):437–442. doi:10.1016/j.jse.2016.08.003
81. Vamsi Krishna Kancharla, Anshuman Singh, Oke A. Anakwenze. Management of Acute Proximal Humeral Fractures – PubMed. Published 2017. Accessed November 17, 2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28002214/>
82. Angst F, Schwyzer HK, Aeschlimann A, Simmen BR, Goldhahn J. Measures of adult shoulder function: Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) and Its Short Version (QuickDASH), Shoulder Pain and Disability Index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society Standardized Shoulder. *Arthritis Care Res.* 2011;63(S11):S174–S188. doi:10.1002/acr.20630
83. Roy JS, MacDermid JC, Woodhouse LJ. A systematic review of the psychometric properties of the Constant–Murley score. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(1):157–164. doi:10.1016/j.jse.2009.04.008
84. Am H, Mj S, DI F, D CE, Rj N, Ev F. Angular–stable locked intramedullary nailing of two–part surgical neck fractures of the proximal part of the humerus. A multicenter retrospective observational study. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(23). doi:10.2106/JBJS.J.00754
85. Torrens C, Corrales M, Vilà G, Santana F, Cáceres E. Functional and quality–of–life results of displaced and nondisplaced proximal humeral fractures treated conservatively. *J Orthop Trauma.* 2011;25(10):581–587. doi:10.1097/BOT.0b013e318210ed2f
86. Johnson NA, Pandey R. Proximal humerus fracture–dislocation managed by mini–open reduction and percutaneous screw fixation. *Shoulder Elb.* 2019;11(5):353–358. doi:10.1177/1758573218791815
87. Brunner A, Weller K, Thormann S, Jöckel JA, Babst R. Closed Reduction and Minimally Invasive Percutaneous Fixation of Proximal Humerus Fractures Using the Humerusblock. *J Orthop Trauma.* 2010;24(7):407–413. doi:10.1097/BOT.0b013e3181c81b1c
88. Hengg C, Mayrhofer P, Euler S, Wambacher M, Blauth M, Kralinger F. The relevance of neutral arm positioning for true ap–view X–ray to provide true projection of the humeral head shaft angle. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136(2):213–221. doi:10.1007/s00402–015–2368–6

89. Adikrishna A, Hong H, Deslivia MF, Zhu B, Tan J, Jeon IH. Head-shaft angle changes during internal and external shoulder rotations: 2-D angulation in 3-D space. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2017;103(2):159–163.
doi:10.1016/j.otsr.2016.11.015
90. Gaumet G, Boniface O, Wavreille G, Leroy M, Vervoort T, Chantelot C. Enclouage centromédullaire des fractures de l'extrémité proximale de l'humérus par clou T2. Étude rétrospective de 38 cas. *Chir Main*. 2010;29(2):58–66.
doi:10.1016/j.main.2009.11.005
91. Ahrend MD, Kühle L, Riedmann S, Bahrs SD, Bahrs C, Ziegler P. Radiographic parameter(s) influencing functional outcomes following angular stable plate fixation of proximal humeral fractures. *Int Orthop*. 2021;45(7):1845–1852.
doi:10.1007/s00264-021-04945-2
92. Canbora MK, Kose O, Polat A, Konukoglu L, Gorgec M. Relationship between the functional outcomes and radiological results of conservatively treated displaced proximal humerus fractures in the elderly: A prospective study. *Int J Shoulder Surg*. 2013;7(3):105–109. doi:10.4103/0973-6042.118911
93. Linhart W, Ueblacker P, Grossterlinden L, et al. Antegrade nailing of humeral head fractures with captured interlocking screws. *J Orthop Trauma*. 2007;21(5):285–294. doi:10.1097/BOT.0b013e318059b5a1
94. Rajasekhar C, Ray PS, Bhamra MS. Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail. *J Shoulder Elbow Surg*. 2001;10(1):7–10.
doi:10.1067/mse.2001.109556
95. Greiner S, Kääh MJ, Haas NP, Bail HJ. Humeral head necrosis rate at mid-term follow-up after open reduction and angular stable plate fixation for proximal humeral fractures. *Injury*. 2009;40(2):186–191. doi:10.1016/j.injury.2008.05.030
96. Adedapo AO, Ikpeme JO. The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Injury*. 2001;32(2):115–121.
doi:10.1016/s0020-1383(00)00154-6
97. Bogner R, Hübner C, Matis N, Auffarth A, Lederer S, Resch H. Minimally-invasive treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90-B(12):1602–1607.
doi:10.1302/0301-620X.90B12.20269

98. Thalhammer G, Platzer P, Oberleitner G, Fialka C, Greitbauer M, Vécsei V. Angular stable fixation of proximal humeral fractures. *J Trauma*. 2009;66(1):204–210. doi:10.1097/TA.0b013e31815ede7b
99. Koukakis A, Apostolou CD, Taneja T, Korres DS, Amini A. Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS plate: early experience. *Clin Orthop*. 2006;442:115–120. doi:10.1097/01.blo.0000194678.87258.6e
100. Boudard G, Pomares G, Milin L, et al. Locking plate fixation versus antegrade nailing of 3- and 4-part proximal humerus fractures in patients without osteoporosis. Comparative retrospective study of 63 cases. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2014;100(8):917–924. doi:10.1016/j.otsr.2014.09.021
101. Cuny C, Scarlat MM, Irrazi M, et al. The Telegraph nail for proximal humeral fractures: a prospective four-year study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(4):539–545. doi:10.1016/j.jse.2008.02.004
102. Lill H, Korner J, Glasmacher S, et al. [Crossed screw osteosynthesis of proximal humerus fractures]. *Unfallchirurg*. 2001;104(9):852–859. doi:10.1007/s001130170057
103. KAPANDJI AI, KAPANDJI TG. Embrochage «en palmiers». *Embrochage «en Palmiers»*. 1996;56:57–66.
104. Mestdagh H, Vigier P, Bocquet F, Butruille Y, Letendart J. Résultats à long terme du traitement des fractures–luxations de l'extrémité supérieure de l'humérus: à propos de 64 cas. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 1986;72:132–135. Accessed November 28, 2021. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=7869344>
105. Smith AM, Mardones RM, Sperling JW, Cofield RH. Early complications of operatively treated proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16(1):14–24. doi:10.1016/j.jse.2006.05.008
106. Tanner MW, Cofield RH. Prosthetic arthroplasty for fractures and fracture–dislocations of the proximal humerus. *Clin Orthop*. 1983;(179):116–128.
107. Visser CP, Coene LN, Brand R, Tavy DL. Nerve lesions in proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2001;10(5):421–427. doi:10.1067/mse.2001.118002

108. Bufquin T, Hersan A, Hubert L, Massin P. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: a prospective review of 43 cases with a short-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(4):516–520. doi:10.1302/0301-620X.89B4.18435
109. Mark A Frankle. Proximal Humerus Fractures Treatment & Management: Approach Considerations, Nonoperative Therapy, Options for Surgical Management. Published online September 2, 2021. Accessed November 29, 2021. <https://emedicine.medscape.com/article/1261320-treatment#d12>
110. Gumina S, Candela V, Giannicola G, Orsina L, Passaretti D, Villani C. Complex humeral head fractures treated with blocked threaded wires: maintenance of the reduction and clinical results with two different fixation constructs. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(1):36–41. doi:10.1016/j.jse.2018.06.034
111. Clavert P, Adam P, Bevort A, Bonnomet F, Kempf JF. Pitfalls and complications with locking plate for proximal humerus fracture. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(4):489–494. doi:10.1016/j.jse.2009.09.005
112. Röderer G, Erhardt J, Kuster M, et al. Second generation locked plating of proximal humerus fractures—A prospective multicentre observational study. *Int Orthop.* 2011;35(3):425–432. doi:10.1007/s00264-010-1015-7
113. Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures [corrected]. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(2):233–240. doi:10.2106/JBJS.F.01351
114. Jost B, Spross C, Grehn H, Gerber C. Locking plate fixation of fractures of the proximal humerus: analysis of complications, revision strategies and outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(4):542–549. doi:10.1016/j.jse.2012.06.008
115. Boileau P, Krishnan SG, Tinsi L, Walch G, Coste JS, Molé D. Tuberosity malposition and migration: reasons for poor outcomes after hemiarthroplasty for displaced fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(5):401–412. doi:10.1067/mse.2002.124527
116. Dialmy Y. Evolution des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus : à propos de 59 cas. Published online November 8, 2013. Accessed December 1, 2021. <http://ao.um5.ac.ma/xmlui/handle/123456789/1213>
117. Doursounian L, Grimberg J, Cazeau C, Jos E, Touzard RC. A new internal fixation technique for fractures of the proximal humerus—the Bilboquet device: a

report on 26 cases. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9(4):279–288.

doi:10.1067/mse.2000.106086

118. Hessmann M, Baumgaertel F, Gehling H, Klingelhoefter I, Gotzen L. Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury.* 1999;30(7):453–462.

doi:10.1016/s0020-1383(99)00111-4

119. Egol KA, Ong CC, Walsh M, Jazrawi LM, Teiwani NC, Zuckerman JD. Early complications in proximal humerus fractures (OTA Types 11) treated with locked plates. *J Orthop Trauma.* 2008;22(3):159–164.

doi:10.1097/BOT.0b013e318169ef2a

120. Gerber C, Schneeberger AG, Vinh TS. The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72(10):1486–1494.

121. P G LAING. The arterial supply of the adult humerus – PubMed. Accessed December 2, 2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13367086/>

122. Johansson O. Complications and failures of surgery in various fractures of the humerus. *Acta Chir Scand.* 1961;120:469–478.

123. Knight RA, Mayne JA. Comminuted fractures and fracture–dislocations involving the articular surface of the humeral head. *J Bone Joint Surg Am.* 1957;39–A(6):1343–1355.

124. Cordasco FA, Bigliani LU. Complications of Proximal Humerus Fractures. *Tech Orthop.* 1997;12(1):42–50. Accessed November 30, 2021.

https://journals.lww.com/techortho/citation/1997/03000/complications_of_proximal_humerus_fractures.6.aspx

125. Burton DJC, Wells G, Watters A, Schilders E, Venkateswaran B. Early experience with the PlantTan Fixator Plate for 2 and 3 part fractures of the proximal humerus. *Injury.* 2005;36(10):1190–1196. doi:10.1016/j.injury.2005.05.030

126. Wijnman AJ, Roolker W, Patt TW, Raaymakers ELFB, Marti RK. Open reduction and internal fixation of three and four–part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(11):1919–1925.

127. Faraj D, Kooistra BW, vd Stappen WAH, Werre AJ. Results of 131 consecutive operated patients with a displaced proximal humerus fracture: an analysis with more

than two years follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2011;21(1):7-12.
doi:10.1007/s00590-010-0655-z

128. Subacromial Impingement Syndrome – Diagnosis – Management.
TeachMeSurgery. Accessed December 2, 2021.
<https://teachmesurgery.com/orthopaedic/shoulder/subacromial-impingement-syndrome/>

129. Esser RD. Treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus with a modified cloverleaf plate. *J Orthop Trauma*. 1994;8(1):15-22.
doi:10.1097/00005131-199402000-00005