



**ROYAUME DU MAROC**  
**UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**FES**



Année 2015

Thèse N° 140/15

# LES FRACTURES DE LA PALETTE HUMERALE CHEZ L'ADULTE

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 07/07/2015

PAR

Mme. DRIOUECH AICHA

Née le 22 Octobre 1988 à TAZA

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Palette humérale - Fracture - Ostéosynthèse - Plaque LECESTRE

JURY

M. EL MRINI ABDELMAJID.....	PRESIDENT ET RAPPORTEUR
Professeur de Traumatologie-orthopédie	
M. AFIFI MY ABDERRAHMANE .....	} JUGES
Professeur de Chirurgie pédiatrique	
M. EL IBRAHIMI ABDELHALIM.....	
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	
M. MARZOUKI ZEROUALI AMINE.....	
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	

# PLAN

<b>LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>10</b>
I. Matériel d'étude .....	11
II. Objectifs de d'étude .....	11
III. Méthodes d'étude .....	11
IV. Fiche d'exploitation .....	13
<b>RESULTATS .....</b>	<b>16</b>
I-Etude épidémiologique .....	17
1- Répartition selon l'âge .....	17
2- Répartition selon le sexe.....	18
3- Répartition selon le côté atteint .....	18
4- Répartition selon le mécanisme .....	19
5- Répartition selon l'étiologie .....	20
II. Etude clinique .....	21
1-Signes fonctionnels .....	21
2- Signes physiques .....	21
2-1 Repères anatomiques du coude .....	21
2-2 Lésions cutanées .....	21
2-3 Lésions vasculaires.....	21
2-4 Lésions nerveuses .....	21
2-5 Lésions associées .....	22
III. Bilan radiologique .....	23
1- Radiographie standard.....	23
1.1-Répartition selon le type anatomopathologique .....	23
1.2-Répartition selon le sous type anatomopathologique .....	24
2- TDM .....	25
IV. TRAITEMENT .....	25
1- Délai d'intervention .....	25
2-Préparation du malade .....	25
2-1 Installation .....	25
2-2 Type d'anesthésie .....	25
2-3 Voie d'abord .....	26
3- Moyens d'ostéosynthèse .....	27

3-1 Répartition des moyens d'ostéosynthèse en fonction des cas .....	27
3-2 Répartition des moyens d'ostéosynthèse en fonction du type anatomopathologique.....	28
3-3. Ostéosynthèse de l'ostéotomie de l'olécrane .....	29
4-Soins post-opératoires .....	29
5- Rééducation.....	29
V. Complications postopératoires.....	30
1- Infectieuses .....	30
2- Nerveuses .....	30
3- Raideur du coude .....	30
4-Cal vicieux .....	30
5- Pseudarthrose .....	31
6- Ankylose et instabilité.....	31
7-Arthrose du coude .....	31
VII. Résultats fonctionnels .....	31
1- Critères d'évaluation des résultats fonctionnels .....	31
2-Résultats fonctionnels globaux .....	32
3- Résultats fonctionnels en fonction de l'âge .....	33
4- Résultats fonctionnels en fonction du type anatomopathologique .....	33
5- Les résultats radiologiques .....	34
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>35</b>
A-RAPPEL ANATOMIQUE DU COUDE .....	36
I-Introduction .....	36
II- Anatomie descriptive .....	36
1-Les surfaces articulaires .....	36
1.1- L'extrémité distale de l'humérus .....	36
1.2 -La tête radiale.....	39
1.3- L'ulna proximale.....	39
1.4- Repères anatomiques du coude.....	40
2- Moyens de stabilité .....	41
2.1- Capsule articulaire et membrane synoviale .....	41
2.2- Structures ligamentaires .....	42
3- RAPPORTS: .....	44
3.1-Rapports musculaires: .....	44

3.2–Rapports vasculo–nerveux: .....	45
III – Anatomie fonctionnelle .....	46
1– Le rôle fonctionnel du coude .....	46
2– Le valgus physiologique .....	47
3– La mobilité du coude.....	48
3.1– La flexion extension .....	48
3.2– La pronation supination .....	51
3.3–Mouvement de latéralité.....	51
4– La stabilité du coude .....	51
B– ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE .....	54
I– Age .....	55
II– Sexe .....	55
III– Côté atteint .....	56
C– ETUDE CLINIQUE .....	57
I.Mécanisme .....	57
II. Etiologies .....	57
III– Etude anatomopathologique .....	58
1– Classification de Riseborough et Radin : (fractures sus et intercondyliennes).....	59
2– Classification de la S.O.F.C.O.T de Lecestre (1979).....	60
3– Classification de Mehne et Matta (1992) .....	62
4– Classification de Davies et Stanley (2006) .....	63
5– Classification de l'AO–OTA (2007) .....	63
6–Classification des fractures articulaires frontales de Dubberley (2006)	66
IV– Etude clinique.....	68
1– L'interrogatoire .....	68
2– Examen loco–régional : .....	68
3–les lésions associées .....	69
V. Etude radiologique .....	71
1–radiographie standard .....	71
2– La TDM .....	73
D– TRAITEMENT .....	76
I– Introduction .....	76
II. Traitement conservateur : .....	76

1- Traitement orthopédique.....	76
2- Traitement fonctionnel .....	77
3- Indications .....	78
III- Traitement chirurgical .....	79
1- Traitement par ostéosynthèse .....	79
1.1-Installation et voies d'abord .....	80
1.2 -Moyens d'ostéosynthèse .....	95
1.3-Indications.....	98
2- Les résections osseuses.....	99
3-Arthroplastie du coude .....	100
3.1-Prothèse totale du coude .....	100
3-2- L'hémiarthroplastie de coude .....	102
IV-Rééducation fonctionnelle .....	102
1-Après ostéosynthèse .....	102
2- Après arthroplastie .....	103
E- EVOLUTION ET COMPLICATIONS .....	104
I- Evolution .....	104
II- Complications générales .....	104
1- Infectieuses.....	104
2- Neurologiques :.....	104
3- Ossifications hétérotopiques .....	105
4-Raideurs.....	106
III- Complications propres aux ostéosynthèses .....	107
1- Pseudarthrose aseptique .....	107
2 -Les déplacements secondaires.....	107
3- Les fractures du matériel de synthèse.....	108
4- Les cals vicieux .....	108
5- Autres complications.....	108
IV- Complications spécifiques des prothèses .....	109
1- Descellement aseptique des implants .....	109
2- Fractures périprothétiques.....	109
3- Instabilité.....	110
F- RESULTATS FONCTIONNELS .....	111
I-Résultats en fonction des séries .....	111

---

II-Résultats en fonction des séries de plaques.....	112
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>113</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>115</b>
<b>ICONOGRAPHIE .....</b>	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>127</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

AG	: Anesthésie générale
AO	: Orthopédique Trauma Association
AO-OTA	: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen Orthopaedic Trauma Association
ATCD	: Antécédents
AVP	: Accident de la Voie Publique
C.H.U	: Centre hospitalier universitaire
Chir	: Chirurgie
FR	: Fracture
HDM	: Histoire de la maladie
HTA	: Hypertension artérielle
MEPS	: Mayo Clinic Elbow Performance Score
Nf.	: Nerf
PL	: Plaque LECESTRE
Post	: postérieur
PV	: Plaque vissée
SOFCOT	: Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique
SOFCOT	: Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
TDM	: Tomodensitométrie



# INTRODUCTION

Les fractures de la palette humérale sont définies comme toute solution de continuité siégeant au dessous de l'insertion du muscle brachial antérieur.

Ces fractures représentent 1 à 2% des fractures de l'adulte et 30% des fractures du coude. Elles se caractérisent par une répartition constamment bimodale touchant le sujet jeune suite à un traumatisme violent et le sujet âgé ostéoporotique suite à un traumatisme banal [17].

Elles sont souvent intra articulaires, et de traitement difficile si on ajoute la complexité anatomique de cette région. Pour ces raisons, le traitement orthopédique a été préféré pendant longtemps, mais ses résultats sont toujours insatisfaisants [15.16] face au traitement chirurgical par ostéosynthèse.

L'ostéosynthèse doit assurer une réduction articulaire anatomique et une stabilisation suffisante pour permettre une rééducation immédiate, seule garante d'un résultat optimal. Cependant elle ne se fait pas sans complication et sans résultats décevants. Elle constitue encore un challenge malgré ses progrès.

Dans le cadre de la traumatologie du sujet âgé, la comminution et la qualité osseuse peuvent rendre la synthèse impossible. Pour ces différentes raisons, certains auteurs plaident pour la mise en place d'une prothèse totale de coude en première intention [14 .27 .28]. Leurs résultats et leur devenir à long terme sont encore à évaluer dans le cadre de leurs utilisations en traumatologie.

Nous rapportons dans ce travail les résultats du traitement chirurgical de 51 cas de fractures de la palette humérale colligés au service de chirurgie orthopédique B 4 au CHU HSSAN II FES depuis Janvier 2009 jusqu'au Avril 2014.

# **MATERIEL ET METHODES**

## **I. Matériel d'étude**

Notre travail concerne une étude rétrospective d'une série mono-centrique multiopérateurs de 51 cas de fractures de la palette humérale traitées et suivies au service de chirurgie orthopédique (B 4) au CHU Hassan II Fès Maroc, sur une période de 5 ans et 4 mois allant du Janvier 2009 jusqu'au Avril 2014.

Les critères d'inclusion étaient :

- la survenue d'une fracture de la palette humérale;
- chez le sujet adulte ;

On a écarté de notre étude les fractures pathologiques et les fractures de la palette humérale chez les patients ayant un dossier médical considéré incomplet pour les impératifs de l'étude.

## **II. Objectifs de d'étude**

L'objectif de l'étude est d'étayer les particularités cliniques, les moyens thérapeutiques, les complications présentées ultérieurement et les résultats fonctionnels à long terme selon la cotation clinique Mayo Clinic Elbow Performance Score (MEPS). En se focalisant sur l'ostéosynthèse par plaques dans le traitement de ces fractures.

## **III. Méthodes d'étude**

Pour mener cette étude, nous avons élaboré une fiche d'exploitation pour chaque patient inclus dans la série. Les données ont été recueillies des dossiers et des registres, portant sur le profil du patient (âge, sexe...), le type de fracture selon la classification AO, les lésions associées, l'attitude thérapeutique et les complications représentées ultérieurement.

Les résultats à long terme ont été évalués selon la cotation clinique Mayo Clinic Elbow Performance Score (MEPS).

L'analyse statistique de l'ensemble des données récoltées a été réalisée par le logiciel d'analyse EPI INFO.

## IV. Fiche d'exploitation

- numéro d'entée :
- Nom et prénom :
- Age :
- Sexe : M ..... F.....
- Adresse :
- Date d'entrée : Date de sortie :
- Profession :
- Côté dominant : Droit ..... Gauche.....
- Autonomie : Oui ..... Non .....
- Signes fonctionnels :
  - Douleur : Oui ..... Non .....
  - Impotence fonctionnelle : Partielle ..... Totale .....
  - Paresthésie : Oui ..... Non .....
  - Autres :
- ATCD :
- HDM :
  - ❖ Mécanisme : direct ..... indirect.....
  - ❖ Etiologies :
    - Chute .....
    - AVP .....
    - Accident de sport .....
    - Agression .....
    - Autres :
  
  - ❖ Membre atteint : Droit ..... Gauche .....
  - ❖ Contexte :
    - Fracture isolé .....
    - Lésion associée .....
    - Fractures homolatérales .....
    - Poly Fracturé .....
    - Poly Traumatisé .....
    - Fracture ouverte .....
    - Atteinte nerveuse .....
    - Atteinte vasculaire .....
- Examen clinique :
  - ❖ Etat général :
  - ❖ Examen locomoteur du bras atteint :

**Inspection :**

Attitude du malade : .....

OEdème : .....

Déformation : .....

Ouverture cutanée :

Stade selon Couchoix et Duparc : I ..... II .... III .....

Lésions vasculaires : .....

Lésions nerveuses : .....

**Palpation :**

Mobilité du coude : Non ... Partielle ... Totale...

❖ Examen du membre controlatéral : .....

❖ Examen somatique : .....

❖ Reste du bilan lésionnel : .....

**- BILAN RADIOLOGIQUE :**

❖ Radio standard :

Classification l'AO :

A1 ..... A2 ..... A3 .....

B1 ..... B2 ..... B3 .....

C1 ..... C2 ..... C3 .....

❖ Scanner : .....

**- Traitement :**

Installation : ..... AG : .....

Voie d'abord : .....

Type d'ostéosynthèse : .....

Complications per-opératoire :

Atteinte du nerf ulnaire : .....

Atteinte du nerf médian : .....

Atteinte du nerf radial : .....

Durée d'immobilisation : .....

ATB + Antalgique : .....

Autres traitements médicaux : .....

Rééducation : .....

**- Suivi :**

❖ Délais d'hospitalisation : .....

❖ Consolidation : .....

Septique : .....

Aseptique : .....

❖ Complications postopératoires :

Infection : .....

Pseudarthrose : .....

Démontage : .....

Fracture de la plaque ou de vis : .....

Migration de vis : .....

Dysesthésie du nerf ulnaire : .....

Cal vicieux : .....

Raideur : .....

Arthrose du coude : .....

Ankylose : .....

Instabilité : .....

**-Résultats fonctionnels selon MEPS :**

Très bon : .....

Bon : .....

Moyen : .....

Mauvais : .....



# RESULTATS

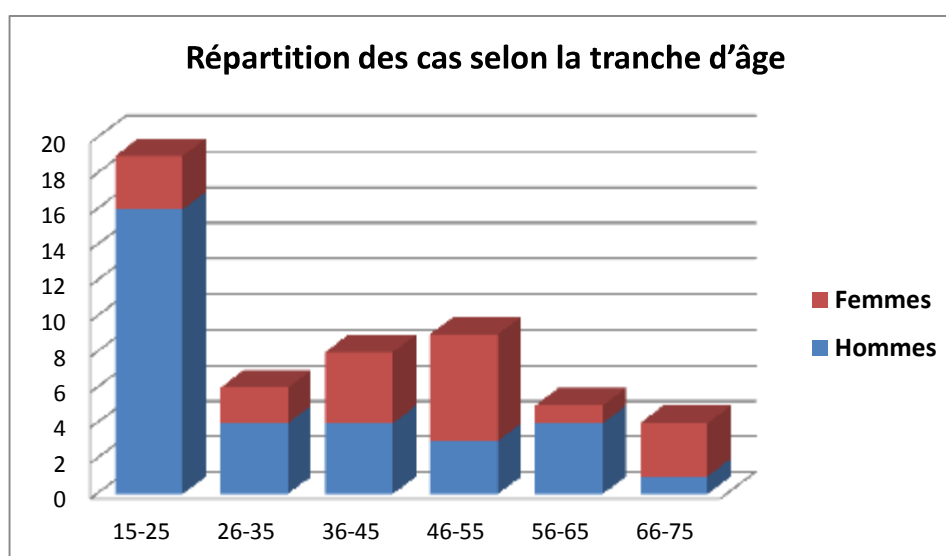
## I- Etude épidémiologique

L'effectif de la série est de 51 fractures de la palette humérale traitées chirurgicalement au sein du service de chirurgie ostéo-articulaire B4 au CHU HASSAN II FES sur une période de 5 ans et 4 mois avec un recul moyen de 18.5 mois [12-24 mois].

### 1- Répartition selon l'âge

Notre série inclue 51 patients , 32 hommes et 19 femmes,

- L'âge de nos patients variait entre 15 et 75 ans ;
- L'âge moyen de survenue de la fracture est de 37.7 ans ; avec une moyenne de survenue de 46.2 ans pour les femmes, contre une moyenne de 32.6 ans pour les hommes.
- Les fractures de la palette humérale semblent toucher l'homme jeune et la femme âgée.

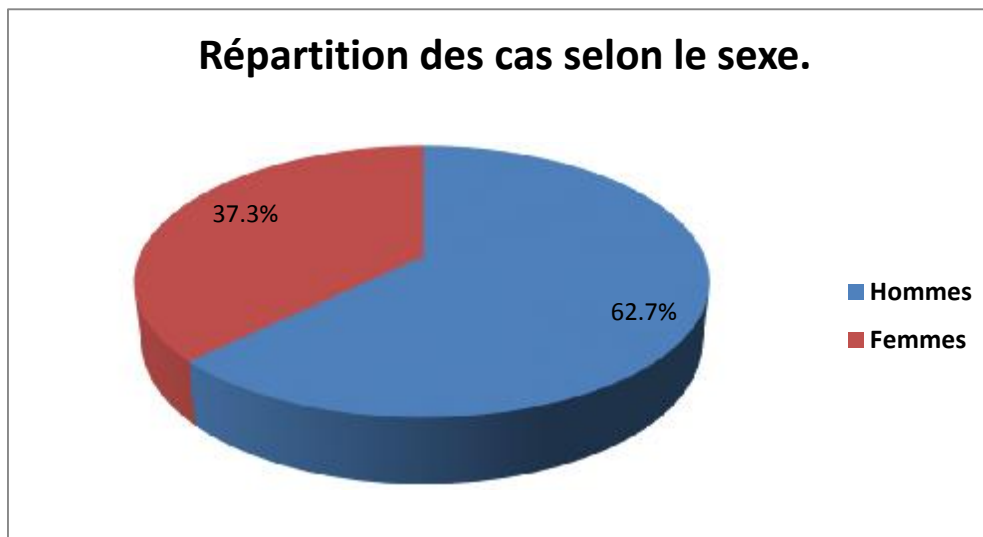


**Graphique 1 : Répartition des cas selon la tranche d'âge.**

## 2- Répartition selon le sexe

Parmi 51 patients, nous avons noté 32 hommes et 19 femmes.

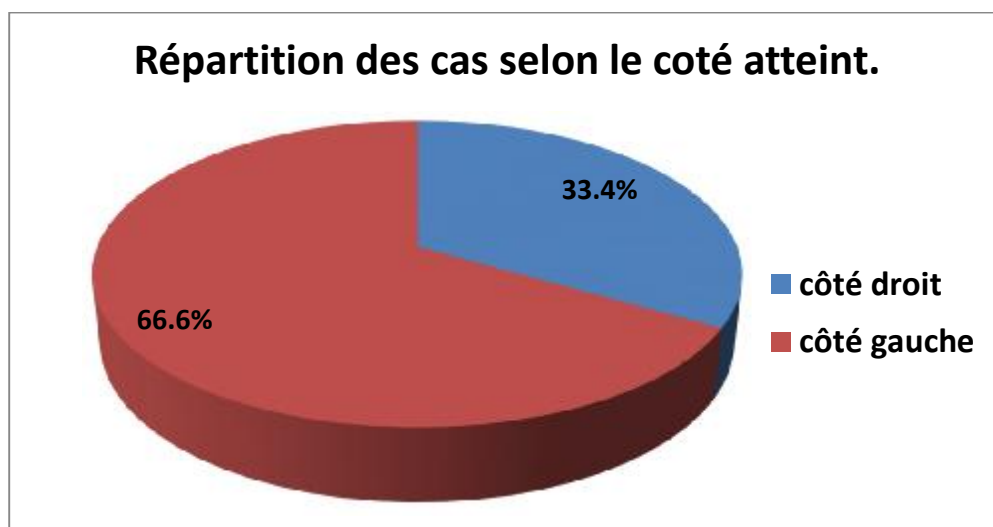
Une prédominance masculine a été notée dans 62.7% des cas, contre 37.3% de femmes avec un sex-ratio homme- femme de 1,7.



Graphique 2 : Répartition des cas selon le sexe.

## 3- Répartition selon le côté atteint

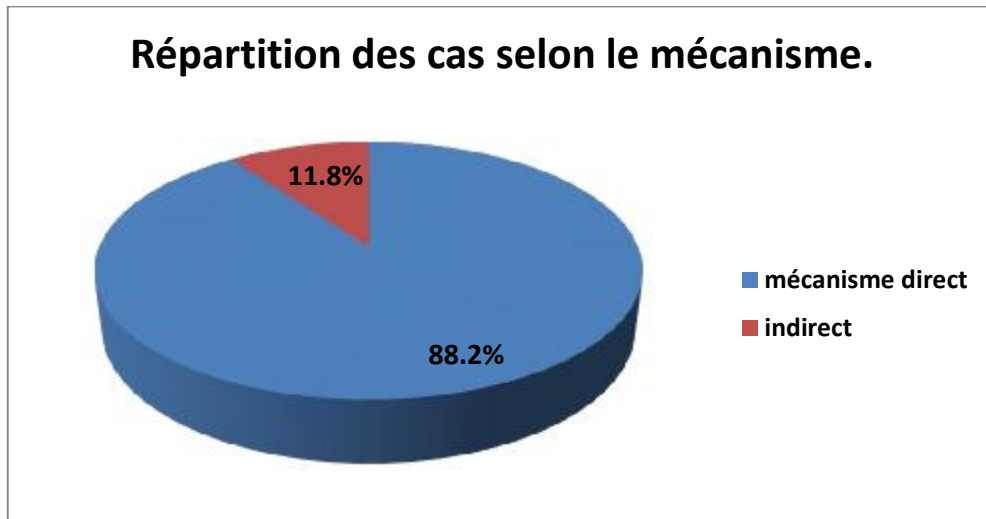
17 fractures intéressent le côté droit (33,4 %) et 34 le côté gauche (66,6%). Le côté dominant est atteint dans 21 cas soit 41.1%.



Graphique 3 : Répartition des cas selon le coté atteint.

#### **4- Répartition selon le mécanisme**

Le mécanisme du traumatisme a été direct dans 88.2% contre 11,8% des cas ayant une fracture de la palette humérale survenue par un mécanisme indirect.

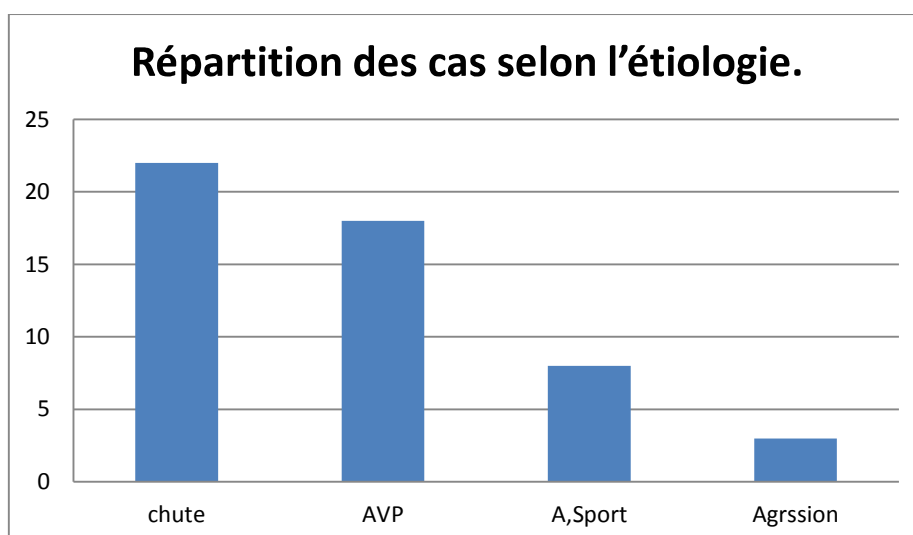


**Graphique 4 : Répartition des cas selon le mécanisme.**

## **5- Répartition selon l'étiologie**

On constate que les chutes et les AVP restent de loin les causes les plus fréquentes des fractures de la palette humérale chez l'adulte suivis par les accidents de sport. Notre série est représentée par :

- 22 cas de chute soit 43.1%, avec 11 cas de chute simple et 11 cas de chute d'un lieu élevé ;
- 18 cas d' AVP soit 35.3% des cas ;
- 8 cas d' accident de sport soit 15.7% des cas ;
- 3 cas d' agression soit 5.9% des cas.



**Graphique 5 : Répartition des cas selon l'étiologie.**

## **II. Etude clinique**

### **1-Signes fonctionnels**

Tous les malades se sont présentés aux urgences avec l'attitude du traumatisé du membre supérieur le coude en semi-flexion à 90°, douleur et impotence fonctionnelle totale du membre atteint.

### **2- Signes physiques**

#### **2-1 Repères anatomiques du coude**

Sont souvent de recherche difficile à cause de l'infiltration œdémateuse. On retrouve leur effacement dans la majorité des cas.

#### **2-2 Lésions cutanée**

L'ouverture cutanée a été classée selon la classification de COUCHOIX et DUPARC. Elle a été notée chez 12 patients soit 23.5% :

- Type I : 10 cas, soit 19.6% des cas.
- type II : 2 cas, soit 3.9% des cas

Les ouvertures cutanées type I étaient associées à des fractures de type C dans 60%.

Les ouvertures cutanées type II étaient observées chez un patient admis suite à une agression porteur d'une fracture type A2, l'autre cas est une femme qui s'est présentée avec un coude flottant suite à un AVP.

#### **2-3 Lésions vasculaires**

Nous n'avons relevé aucun cas dans notre série d'atteinte vasculaire.

#### **2-4 Lésions nerveuses**

Nous avons relevé 1 cas dans notre série de paresthésie du territoire du nerf ulnaire sans atteinte motrice, associé à une fracture type C3.

## 2-5 Lésions associées

Elles étaient retrouvées chez 14 patients soit 27.5% des cas :

➤ Lésions du membre homolatéral :

Ces lésions étaient notées chez 10 patients :

- Fracture de l'olécrane : 3 cas ;
- Luxation du coude : 3 cas ;
- Fracture de la tête du radius : 1 cas ;
- fracture du 1/3 moyen de la diaphyse du radius : 1 cas ;
- fracture de la clavicule : 1 cas ;
- fracture de M1 M2 : 1 cas.

➤ Lésions à distance

Elles étaient notées chez 04 patients :

- 1 cas de fracture de la rotule ;
- 1 cas de luxation de la hanche ;
- et 2 cas de Traumatisme crânio-facial dont un cas associe une contusion pulmonaire et une contusion hépatique.

### **III. Bilan radiologique**

#### **1- Radiographie standard**

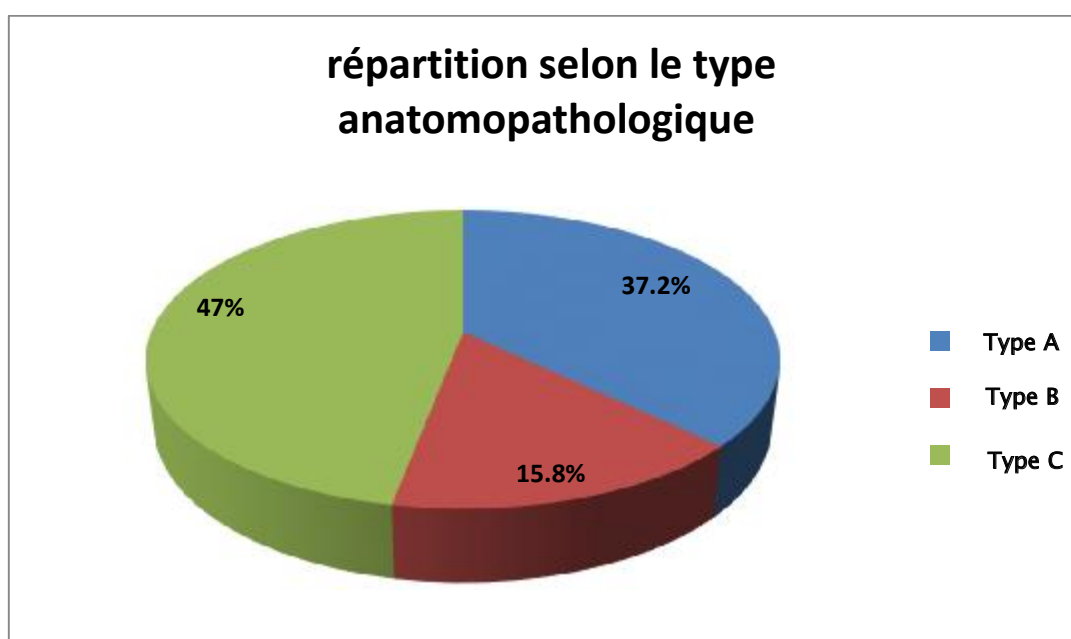
Tous nos patients ont bénéficié à leur admission de deux clichés de coude face et profil. D'autres incidences ont été demandées en fonction des lésions associées.

##### **1.1-Répartition selon le type anatomopathologique**

Parmi toutes les classifications, nous avons opté pour celle de l'AO qui est la plus utilisée dans la littérature. Elle comprend 3 types selon le siège du trait de fracture :

- Type A : fractures extra articulaires supracondyliennes.
- Type B : fractures articulaires parcellaires.
- Type C : fractures sus et intercondyliennes.

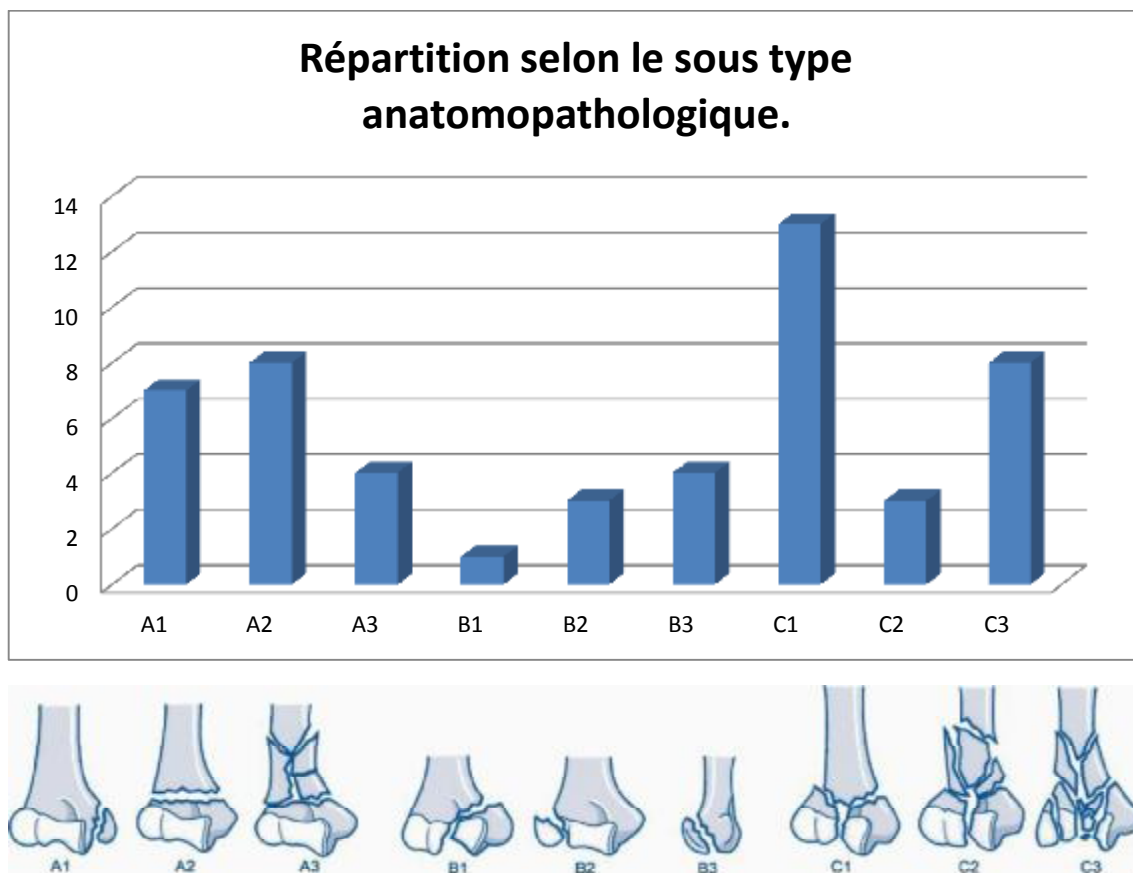
Les fractures de type C sont les plus fréquentes dans notre série avec 47% des cas, suivies par les fractures type A par 37.2% des cas.



**Graphique 6 : répartition selon le type anatomopathologique**



1.2-Répartition selon le sous type anatomopathologique



**Graphique 7 : Répartition selon le sous type anatomopathologique.**

On note que les fractures type C1 restent les plus fréquentes dans notre série avec 13 cas soit (25.5%), suivies par les fractures type A2 et C3 avec 09 cas pour chacune soit (17.6% – 17.6%).

**2- TDM**

Aucun scanner du coude n'a été réalisé concernant les patients de notre série.

## **IV. TRAITEMENT**

Tous nos patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical par ostéosynthèse. Le matériel le plus utilisé dans notre série pour la fixation des fractures de la palette humérale est la plaque LECESTRE (seule ou consolidée par une plaque 1/3 de tube montage 90°, par vissage ou par embrochage).

### **1- Délai d'intervention**

Le délai de prise en charge des patients entre l'arrivée et la thérapeutique est de 1,8 jour [0-14 j].

### **2-Préparation du malade**

#### **2-1 Installation**

L'intervention a été menée en décubitus latéral sur 73% des cas, le bras repose sur un support, l'avant bras pendant librement à la verticale. Le décubitus dorsal a été appliqué chez 27% de nos opérés.

Le garrot pneumatique est placé systématiquement à la racine du membre.

#### **2-2 Type d'anesthésie**

L'anesthésie générale a été réalisée chez tous les patients.

## 2-3 Voie d'abord



**Graphique 8 : Répartition selon la voie d'abord**

On constate que la voie d'abord postérieure en particulier transolécraniennne est la plus utilisée dans notre série pour le traitement chirurgical des fractures de la palette humérale.

### 3- Moyens d'ostéosynthèse

#### 3-1 Répartition des moyens d'ostéosynthèse en fonction des cas

Sur les 51 cas traités par ostéosynthèse, le montage se répartit comme suite :

**Tableau 1 : Répartition en fonction du matériel d'ostéosynthèse**

Matériel d'ostéosynthèse	Nombre de cas	Pourcentage
PL seule	14	27.4%
PL+PV 1/3 tube	15	29.4%
PL+vissage	4	7.9%
PL+ broches	1	2%
Vissage	12	23.5%
Brochage	3	5.8%
Fixateur externe	2	4%
Total	51	100%

Le matériel d'ostéosynthèse le plus utilisé dans notre série pour la fixation des fractures de la palette humérale est la plaque LECESTRE dans 66.7% des cas, consolidée dans 29.4% des cas par une plaque vissée 1/3 tube. Suivi par le vissage, utilisé dans 23.5% des cas alors que l'embrochage seul ne représente que 5.8% des montages utilisés.

Le fixateur externe n'a été utilisé que 2 fois soit 4% des montages utilisés.

### 3-2 Répartition des moyens d'ostéosynthèse en fonction du type anatomopathologique

**Tableau 2 : Répartition du matériel d'ostéosynthèse en fonction du type anatomopathologique.**

Type de fracture	Type A	Type B	Type C
PL seule	7	-	7
PL+PV 1/3 tube	2	-	13
PL+ vissage	-	-	4
PL+broches	1	-	-
Vissage	5	7	-
Brochage	3	-	-
Fixateur externe	1	1	-

La plaque LECESTRE a été utilisée seule dans les fractures supracondyliennes et les fractures sus et intercondyliennes.

L'ostéosynthèse par 2 plaques, une plaque LECESTRE consolidée par une plaque vissée 1/3 tube, a été largement utilisées dans les fractures articulaires type C.

L'ostéosynthèse par plaque LECESTRE associée au vissage a été aussi indiquée dans les fractures type C

Le vissage seul a été indiqué dans les fractures parcellaires et les fractures supracondyliennes.

Les broches ont été utilisées seules chez 3 patients 2 cas de fracture type A et 1 cas de fracture type B.

Le fixateur externe a été indiqué pour une fracture type A pour un cas, et pour une fracture type B pour l'autre cas, mais dans le cadre d'une ouverture cutanée type II de COUCHOIX ET DUPARC pour les deux patients.

### **3-3. Ostéosynthèse de l'ostéotomie de l'olécrane**

Tous les patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse type embrochage plus un haubanage pour fixation de l'ostéotomie de l'olécrane réalisée pour l'abord postérieur du coude.

## **4-Soins post-opératoires**

Le drainage et l'antibioprophylaxie étaient systématiques chez tous les patients, en plus d'une immobilisation par une attelle plâtrée brachio-antébrachiale maintenue en moyenne 3 semaines jusqu'à l'atténuation des phénomènes douloureux et inflammatoires.

Le traitement par les anti-inflammatoires a été prescrit chez la majorité des cas.

## **5- Rééducation**

La rééducation fonctionnelle du coude a débuté vers le dixième jour dans 37 cas (72,5 %) dont tous nos types A (19 cas) et B (8 cas) et le sous-type C1 dans 10 cas. Le membre était placé dans une attelle postérieure brachioantébrachiale que l'on retirait lors de la rééducation, alors que l'immobilisation plâtrée a été poursuivie pendant 5 à 9 semaines dans 14 cas (27,5 %) dont 3 C1 3C2 et 8C3.

## **V. Complications postopératoires**

### **1- Infectieuses**

Dans notre série nous avons observé :

- 1 cas d'infection superficielle chez une patiente diabétique de 65ans, ayant bien évolué sous traitement antibiotique adapté et soins locaux.
- 1 cas de sepsis sur matériel d'ostéosynthèse type plaque Lecestre renforcée par plaque vissée 1/3 tube avec démontage du matériel et secondairement une pseudarthrose septique chez un patient hémodialysé chronique de 62 ans.

### **2- Nerveuses**

01 cas de paresthésie post opératoire du nerf ulnaire soit 2% des cas, sans déficit moteur, qui a régressé après 6 mois.

### **3- Raideur du coude**

Dans notre série on a trouvé 04 cas de raideurs soit 7.8 % des cas sachant que Le coude est une articulation qui supporte mal l'immobilisation.

Les causes qui peuvent être à l'origine de cette raideur : une immobilisation prolongée, la complexité de la fracture, ou une rééducation mal suivie.

### **4-Cal vicieux**

On n'a pas noté dans notre série de cas de cal vicieux

## **5- Pseudarthrose**

On note la présence de 2 cas de pseudarthrose soit 04% avec 01 cas de pseudarthrose septique chez un patient de 62 ans porteur d'une fracture C1 avec un démontage du matériel d'ostéosynthèse. L'autre cas est une pseudarthrose aseptique sur une fracture C3, chez une patiente de 70 ans.

## **6- Ankylose et instabilité**

Nous n'avons noté aucun cas dans notre série.

## **7-Arthrose du coude**

Nous n'avons noté aucun cas dans notre série.

# **VII. Résultats fonctionnels**

Nous avons pu suivre 44 malades, 07 patients ont été perdus de vue. Le recul post thérapeutique allait de 12 à 25 mois avec une moyenne de 18.5 mois.

## **1- Critères d'évaluation des résultats fonctionnels**

Les résultats ont été appréciés selon Mayo Clinic Elbow Performance Score (MEPS). C'est un des scores les plus employés pour l'évaluation fonctionnelle du coude. L'Index de Performance comprend un score pour la douleur (45 points), la mobilité (20 points), la stabilité (10 points), et l'activité quotidienne (25 points).

Basés sur ce système, les résultats sont dits excellents (90-100 points), bons (75-89 points), moyens (60-74 points), ou mauvais (<60points).

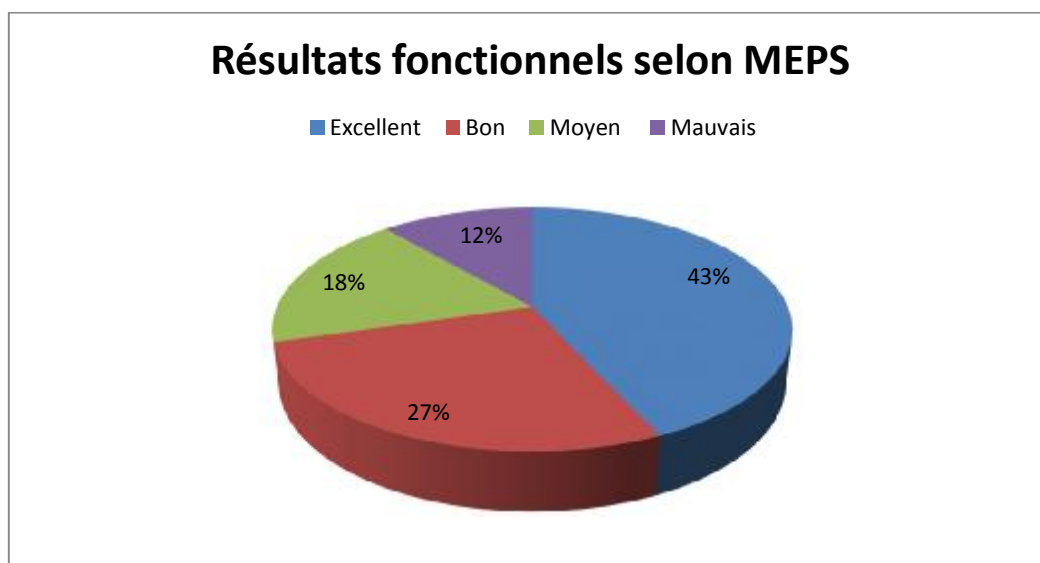


**Tableau 3 : Mayo Clinic Elbow Performance Score.**

Fonctions	Points
<b>Douleur (45point)</b>	
Absente	45
légère	30
Modérée	15
Sévère	0
<b>Arc de mobilité (20 points)</b>	
> 100°	20
Entre 100-50°	15
<50°	10
<b>Stabilité (10 points)</b>	
Stable	10
Modérément stable	05
Instable	0
<b>Activité quotidienne (25points)</b>	
Se peigner	5
Main/bouche	5
toilette	5
Mettre une chemise	5
Mettre des chaussures	5

## **2-Résultats fonctionnels globaux :**

Le résultat final n'a pu être apprécié que chez 44 patients, 7 patients ont été perdu de vue. Sur ces 44 cas, l'évaluation est résumée dans la graphique suivante:



**Graphique 9: Résultats fonctionnels selon Mayo Clinic Elbow Performance Score**  
**MEPS**

Dans notre série, nous avons obtenu un score de 70% de résultats satisfaisants (excellents et bons) et 30 % de résultats moyens et mauvais.

Le MEPS moyen est de 86.5 points (40-100).

### **3- Résultats fonctionnels en fonction de l'âge :**

**Tableau 4 : Résultats fonctionnels en fonction de l'âge**

Résultat	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Moyenne d'âge	20.7 ans	46.7 ans	45.8 ans	61.4 ans

L'âge moyen des mauvais résultats dans notre série est de 61.4 ans. Ceci est probablement dû au fait que les sujets âgés récupèrent plus difficilement, de plus que les fractures à cet âge sont souvent complexes survenant sur un os fragile.

### **4- Résultats en fonction du type anatomopathologique :**

**Tableau 5 : Résultats en fonction du type anatomopathologique.**

MEPS	Type AO		
	Type A	Type B	Type C
Excellent	64.3%	42.9%	30.4%
Bon	28.6%	42.9%	21.7%
Moyen	7.1%	14.2%	26.1%
Mauvais	0%	0%	21.8%
Total	100%	100%	100%

Nos résultats étaient comme suivants :

- Pour le type A (14 cas) : les résultats ont été excellents dans 64.3% des cas, sans aucun mauvais résultat pour ce type de fractures.
- Pour le type B (07 cas) : les résultats ont été excellents dans 42.9% des, sans aucun mauvais résultat signalé pour ce type de fracture.
- Pour le type C (23 cas) : les résultats excellents représentent 30.4% des cas. Alors que les mauvais résultats ont été signalés chez 21.7% des cas.

On constate pour notre série, que les mauvais résultats intéressent particulièrement les fractures de type C et cela est dû à la comminution importante des fractures, à la difficulté lors de la réduction et de l'ostéosynthèse et à l'immobilisation prolongée.

## **5- Les résultats radiologiques**

Les résultats radiologiques montrent un taux de 100% de consolidation de l'olécrane et 96% de consolidation de la palette humérale avec 2 cas de pseudarthrose.

Malgré la complexité des fractures et les différentes difficultés des traitements réalisés, la consolidation reste très satisfaisante.

# DISCUSSION

## **A-RAPPEL ANATOMIQUE DU COUDE**

### **I-Introduction**

Le coude est un complexe articulaire composé, d'un point de vue morphologique, de trois articulations distinctes. Celles-ci permettent deux fonctions essentielles que sont la flexion-extension et la pronation-supination. Ce chapitre propose un rappel des notions anatomiques générales principalement sur la palette humérale ou extrémité distale de l'humérus afin de pouvoir mieux étudier la pathologie fracturaire à ce niveau.

### **II- Anatomie descriptive**

Le coude est l'articulation intermédiaire du membre supérieur, s'étendant de l'épiphyse inférieure de l'humérus aux épiphyses supérieures des deux os de l'avant bras. Ainsi, cette articulation unit l'extrémité distale de l'humérus et les extrémités proximales de l'ulna et du radius.

Articulation complexe, elle est composée, de point de vue morphologique, de trois articulations ayant la même cavité articulaire [1] :

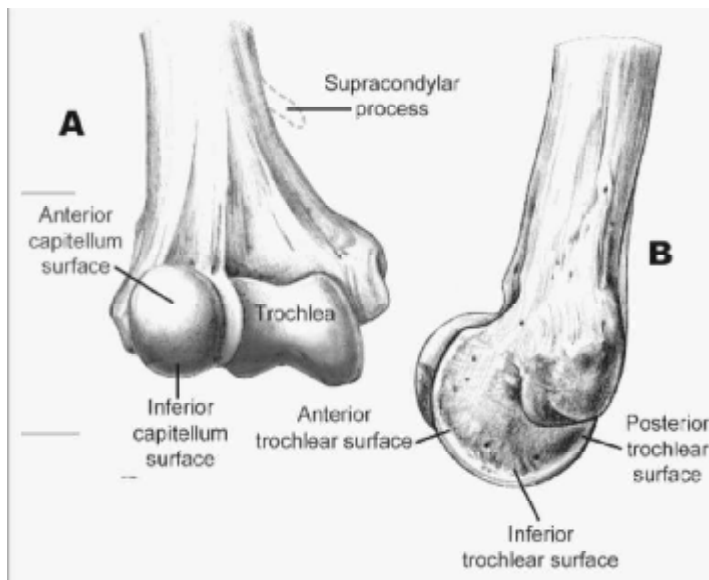
- L'articulation huméro-ulnaire de type ginglyme.
- L'articulation huméro-radiale de type sphéroïde.
- L'articulation radio-ulnaire de type trochoïde.

#### **1-Les surfaces articulaires**

##### **1.1- L'extrémité distale de l'humérus**

Ou palette humérale, elle fait suite à la diaphyse de l'humérus, triangulaire à la coupe, elle possède trois faces : une postérieure, une antéromédiale et une antérolatérale. La face antéromédiale et la face antérolatérale divergent pour former les deux piliers mécaniques (ou colonnes) de soutien de l'extrémité distale humérale

(figure 1). Ils donnent ainsi la forme caractéristique de la palette en fourche à deux branches asymétriques [2].



**Figure 1- Vue antérieure A et Profil médial B de la palette humérale.**

Le pilier interne est long, étroit et oblique, et se termine par une saillie osseuse appelée épicondyle médial ou épitrochlée. A l'opposé le pilier externe est court, large et vertical et mène à l'épicondyle latéral.

L'épicondyle médial est le plus développé et protège, dans sa gouttière dorsale, le nerf ulnaire. Il donne insertion aux faisceaux du ligament collatéral médial et à un contingent de muscles fléchisseurs-pronateurs.

L'épicondyle latéral constitue une colonne d'appui pour la cupule radiale et donne insertion à un contingent de muscles extenseurs-supinateurs.

Les deux piliers divergent en formant ainsi une zone de faiblesse centrale pellucide constituée par la fosse olécrânienne en arrière et par les fosses radiale et coronoïdienne en avant.

Entre les deux épicondyles, sommets des piliers, est maintenu le condyle huméral, portion articulaire de l'épiphyse inférieure de l'humérus. Il est composé de

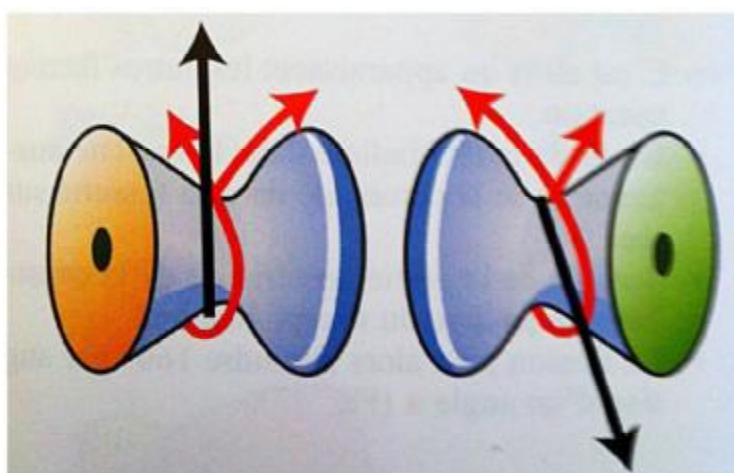
deux parties : le capitulum, latéral et la trochlée, médiale. La zone capitulotrochléaire correspond à la surface inclinée allant du bord latéral de la trochlée au capitulum et permet l'articulation avec le rebord de la fovéa radiale.

Le capitulum de l'humérus en forme d'un tiers de sphère, est orienté en avant et s'articule avec la fossette radiale au cours de la flexion complète de l'avant bras.

La trochlée humérale s'articule avec l'incisure trochléaire de l'ulna. En forme de poulie, elle s'enroule autour du bord inférieur de l'épiphyse distale de l'humérus. Elle présente deux versants ou berges, médial et latéral, séparés par une gorge.

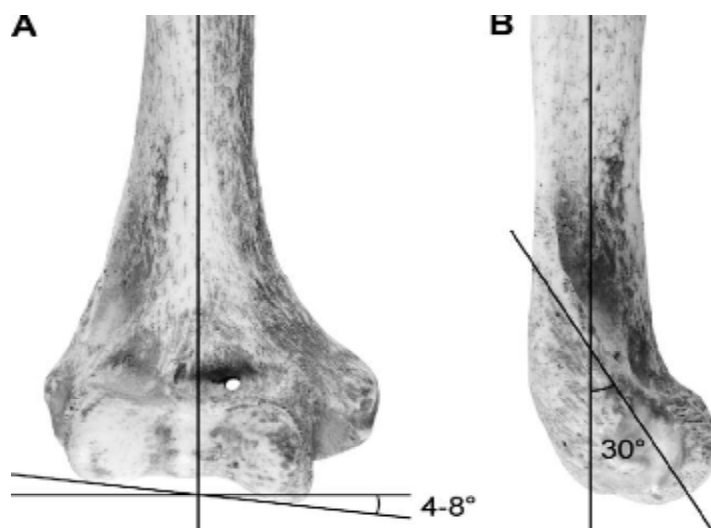
La berge médiale est plus large et descend plus bas que son homologue latérale : cela détermine une obliquité de l'interligne articulaire latéromédiale (de l'ordre de  $95^\circ$  par rapport à la verticale) et une torsion dorsomédiale de  $5^\circ$ .

La gorge trochléaire n'est pas orthogonale au fond de la trochlée sur l'ensemble de sa course : verticale en vue antérieure, elle devient oblique en vue inférieure et postérieure et participe au positionnement en valgus de l'avant-bras en extension (figure 2)



**Figure 2 : Vue schématique de la trochlée et de l'axe hélicoïdal de flexion-extension**

Sur une coupe sagittale le capitulum présente un arc cartilagineux de l'ordre de  $180^\circ$  et la trochlée un arc de l'ordre de  $320^\circ$  [1. 3].cette extrémité est déjetée en avant, de  $30^\circ$  à  $40^\circ$  ce qui améliore les possibilités du secteur de flexion [3] (figure 3).



**Figure 3 : A-obliquité de l'axe de la trochlée. B-l'extrémité distale est déjetée en avant de  $30^\circ$ .**

### 1.2 -La tête radiale

Partie proximale du radius, elle s'articule à la fois avec le capitulum et avec l'incisure radiale de l'ulna. L'articulation huméror radiale est de type sphéroïde.

La tête correspond à un segment de cylindre imparfait, à grosse extrémité médiale. La face supérieure de la tête est excavée, recouverte de cartilage et répond au capitulum. Le rebord médial s'articule avec la zone capitulotrochléaire. La partie périphérique de la tête radiale répond au ligament annulaire et à l'incisure radiale de l'ulna et forme l'articulation radio-ulnaire proximale qui est de type trochoïde [1].

### 1.3- L'ulna proximale

L'extrémité proximale de l'ulna est volumineuse. Elle comprend le processus coronoïde et l'olécrane qui forme à eux deux la surface articulaire appelée incisure

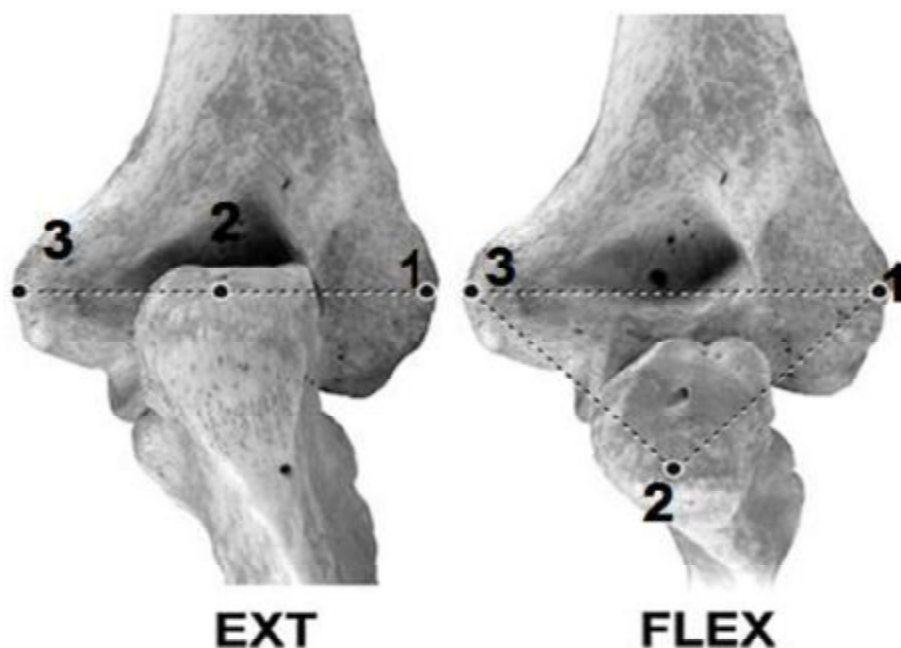


trochléaire. Cette concavité s'articule avec la trochlée humérale en une articulation de type ginglyme.

Elle présente deux versants : latéral et médial séparés par une crête longitudinale mousse qui répond à la gorge trochléenne. Il existe un sillon transversal sans cartilage à la jonction des surfaces verticales (olécrane) et horizontales (processus coronoïde).

#### 1.4- Repères anatomiques du coude

Trois repères osseux, l'épitrôchlée, l'épicondyle et la pointe de l'olécrane permettent de dessiner un triangle équilatéral (triangle de NEALTON) quand le coude est en flexion de 90°, une ligne droite quand le coude est en extension (ligne de MALGAINE). Ces trois repères sont de recherche clinique systématique devant tout traumatisme du coude (figure 4).



**Figure 4 : repères anatomiques du coude en extension et en flexion. 1-l'épicondyle, 2-l'épitrôchlée, et 3-la pointe de l'olécrane**

## **2- Moyens de stabilité**

Les moyens de stabilité au niveau du coude sont constitués de :

- La forte congruence articulaire (moyen passif de stabilité)
- La capsule et les ligaments (moyen passif de stabilité)
- Les éléments musculotendineux (moyen actif de stabilité)

### **2.1- Capsule articulaire et membrane synoviale**

La capsule articulaire forme un manchon fibreux qui englobe les trois extrémités osseuses en s'insérant sur le pourtour de leurs surfaces articulaires respectives.

- Du côté huméral, elle s'insère en avant et en arrière sur le pourtour des trois fossettes, latéralement sur le bord inférieur de l'épitrôchlée et de l'épicondyle.
- Du côté ulnaire, sur le bord de la grande cavité sigmoïde et au dessous de la petite cavité ; très près du cartilage.
- Du côté radial, autour du col à quelques millimètres au dessous de la tête.

Cette capsule est interrompue par le ligament annulaire sur les bords duquel elle se fixe. Elle est d'une structure mince, surtout en arrière au niveau de la fossette olécranienne, lâche et peu solide. [4] Elle intervient principalement dans la stabilité du coude en traction lorsque le coude est en extension.

La membrane synoviale revêt la face profonde de la membrane fibreuse et se réfléchit au niveau de ses insertions pour constituer des récessus :

- les récessus radial, coronoïdien et olécranien, au niveau des fosses homonymes.
- le récessus annulaire, autour du col du radius.
- et le récessus sacciforme, entre le radius et l'ulna.

## 2.2– Structures ligamentaires

Les structures ligamentaires sont plus importantes en dedans et dehors, et représentées principalement par :

### 2.2.1– Le ligament collatéral médial

Il est composé de 3 faisceaux: antérieur, postérieur et transverse (figure5)

**Le faisceau antérieur** est la partie la plus importante et la plus résistante [5] du ligament collatéral médial (biomécaniquement). Il peut lui même être subdivisé en 2 parties :

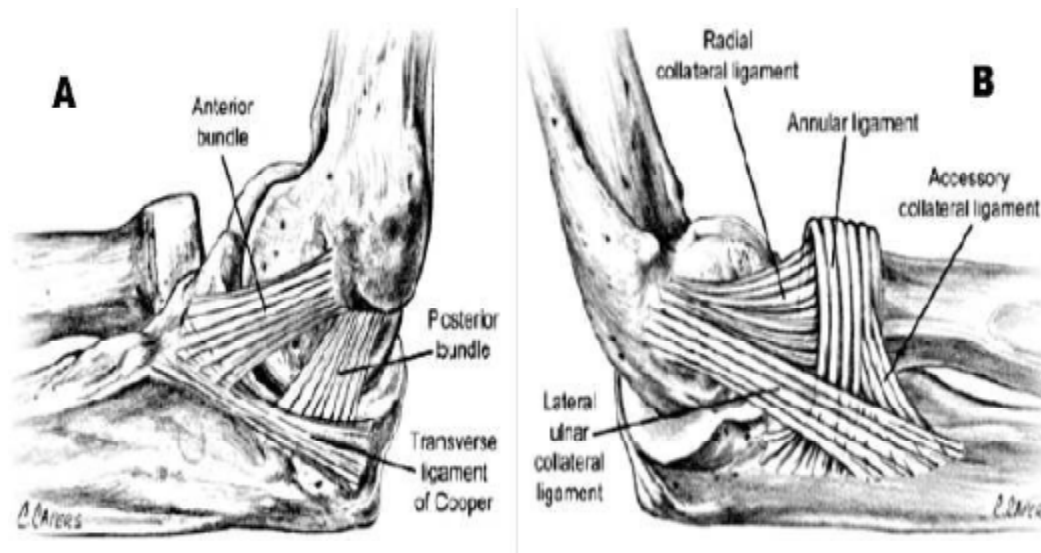
- Un fascicule antérieur extracapsulaire, long, inséré à la face inférieure de l'épicondyle médial jusqu'à la face médiale du processus coronoïde.
- Un fascicule postérieur, intracapsulaire, court, inséré à la partie distale de l'épicondyle médial jusqu'à la face médiale du processus coronoïde le long de l'insertion capsulaire.

Le faisceau antérieur se termine au niveau de la partie médiale du processus coronoïde en débordant légèrement sur l'ulna. Il mesure environ 27 mm de longueur et 4 à 5 mm d'épaisseur [6].

**Le faisceau postérieur** du ligament collatéral ulnaire naît de l'épicondyle médial, en position inférieure et postérieure à l'axe de rotation du coude. Il s'étale en éventail sur le bord médial de l'olécrane. Il est tendu en flexion [7]. Il mesure 24 mm sur 5–6 mm. Ce faisceau est le plancher du canal dans lequel glisse le nerf ulnaire.

**Le faisceau arciforme** (de Cooper) est tendu de la coronoïde à l'olécrane. Il ne contribue probablement pas à la stabilité du coude au vu de ses insertions uniquement ulnaires mais contient un grand nombre de récepteurs proprioceptifs. Ils renseignent sur les contraintes d'ouverture de l'incisure trochléaire.

Ainsi le ligament collatéral médial via ses différentes parties est constamment tendu au cours de la flexion–extension.



**Figure 5 : Les plans ligamentaires médiaux (A) et latéraux (B) du coude en vue de profil**

### 2.2.2- Le complexe ligamentaire collatéral latéral

La description anatomique du plan ligamentaire latéral (figure5) du coude est moins uniforme que celle du ligament collatéral ulnaire [8]. Cependant, il est admis qu'il soit composé de quatre structures distinctes [9]:

- le ligament radial collatéral latéral,
- le ligament ulnaire collatéral latéral,
- le ligament annulaire du radius,
- le ligament accessoire collatéral latéral.

Cette structure ligamentaire doit être décrite comme un « triangle».

**Le ligament radial collatéral latéral** ou faisceau antérolatéral débute au niveau de l'épicondyle latéral, ses fibres se mélangent sans distinction avec le ligament annulaire. Il renforce donc la face latérale du ligament annulaire du radius.

**Le ligament annulaire du radius**, fibrocartilage, représente la base du triangle. Il est tendu entre les bords antérieur et postérieur de l'incisure radiale de l'ulna. Il entoure la tête radiale sans s'y insérer. C'est un stabilisateur du coude aux mouvements de varus et de valgus [10].

**Le ligament accessoire collatéral latéral** possède une insertion avec des fibres communes à celles du ligament annulaire et se termine sur la crête supinatrice. Sa fonction est la stabilisation de la tête radiale dans son logement lors des mouvements de varus forcés.

Enfin, **le ligament ulnaire collatéral latéral** ou faisceau postérieur est composé de deux parties [11]. Une première partie s'insère sur l'épicondyle latéral et va jusqu'au ligament annulaire où ses fibres se confondent avec lui [12.13]. La deuxième partie débute au ligament annulaire et se poursuit jusqu'à la crête du muscle supinateur. Il est recouvert par le muscle anconé dont le rôle stabilisateur dynamique postérolatéral et organe proprioceptif semblent être sous-estimés.

Ce ligament est le stabilisateur latéral principal de l'articulation huméro-ulnaire. Il contribue fortement à la stabilité du coude dans les mouvements rotatoires et en varus.

### **3- Rapports musculaires et vasculo-nerveux:**

#### **3.1-Rapports musculaires:**

Ils peuvent être subdivisés en deux groupes : groupe de muscles fléchisseurs et extenseurs et groupe de muscles latéraux :

##### **3.1.1- Fléchisseurs et extenseurs:**

En avant, le muscle long biceps brachial à rôle essentiellement fléchisseur de l'avant bras et supinateur si la main est en pronation. Le brachial antérieur prend son origine au niveau des moitiés inférieures des faces interne et externe de l'humérus et passe en avant du coude, il est le brachiateur par excellence. Il agit en

flexion, quels que soient le mode d'activité ou le placement de l'articulation. De plus, c'est un protecteur antérieur large et efficace [3].

En arrière, la lame aponévrotique distale du triceps recouvre seule la palette humérale. Outre sa fonction d'extenseur puissant, surtout entre 20° et 30° de flexion, Berthe lui attribue un rôle pronateur et souligne le rôle de son volume dans la poutre composite du bras. L'anconé recouvre la partie postérieure et distale du condyle latéral mais il est en continuité fonctionnelle avec le triceps avec lequel il partage l'innervation.

### **3.1.2- Les muscles latéraux :**

Ils sont essentiellement moteurs du poignet et de la main. Ils sont représentés par l'ensemble des épicondyliens (médiaux et latéraux) et des muscles latéraux. En dehors, ils s'insèrent très haut sur la colonne externe, essentiellement sur le versant antérieur de son arête. En dedans, les insertions se font sur le condyle médial et ne remontent pas sur le bord interne de l'humérus. Des deux côtés, ces muscles influencent le comportement du poignet, en rapport avec le "coude de finesse". Parmi ces muscles, le brachioradial a un rôle doublement particulier : il ramène l'avant bras en pronosupination intermédiaire, et il est actif en flexion proximo-distale.

### **3.2-Rapports vasculo-nerveux:**

❖ En avant, se trouve :

- la gouttière bicipitale interne entre le biceps en dehors et les épitrochléens en dedans. Elle comporte l'artère humérale qui fait suite à l'artère axillaire et se divise au niveau du pli du coude en artère radiale et cubitale, en plus du tronc des récurrentes cubitales qui donne les récurrentes cubitales antérieures montant vers l'épitrochlée et les postérieures destinées à la région olécrânienne. Le nerf médian, quant à lui, chemine en dedans de l'artère humérale.

-La gouttière bicipitale externe est située entre le biceps en dedans et les épicondyliens en dehors, elle contient la bifurcation du nerf radial: l'une antérieure sensitive et l'autre postérieure motrice ainsi que le nerf musculo-cutané. D'autant plus que l'artère humérale profonde et ses deux veines et l'artère récurrente radiale antérieure et ses deux veines.

❖ En arrière, et du côté interne, se trouve la gouttière épitrochléo-olécraniennne où passe le nerf cubital qui accompagne l'artère collatérale latérale interne dans tout son trajet. Il est appliqué sur la face postérieure de la cloison intermusculaire interne, descend entre le muscle vaste interne et l'extrémité supérieure du muscle cubital antérieur, s'engage enfin au dessus du cubital antérieur avant de passer dans la région antérieure de l'avant-bras.

La vascularisation est assurée par trois branches descendantes: l'artère humérale profonde, l'artère collatérale interne supérieure et inférieure. Les branches ascendantes comprennent les deux artères récurrentes cubitale et radiale postérieures.

Tous ces éléments restent à distance de la palette humérale sauf le nerf cubital qui, étant sous la peau, au contact de l'épicondyle médial représente le rapport anatomique chirurgical le plus important qui doit être toujours repéré et évité.

### **III – Anatomie fonctionnelle**

#### **1 – Le rôle fonctionnel du coude**

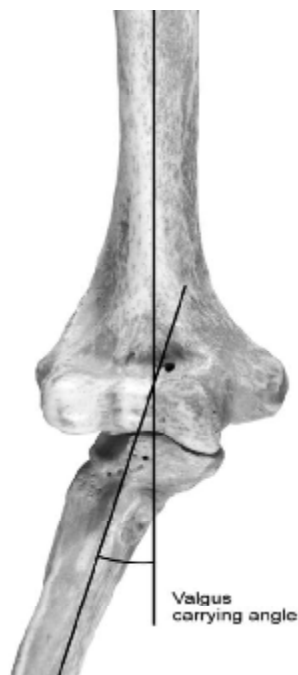
Le coude constitue l'articulation intermédiaire entre le bras et l'avant bras et permet d'orienter dans l'espace son extrémité active qui est la main. On lui distingue 2 fonctions séparées :

- La flexion extension qui impliquent 2 articulations : l'articulation huméro ulnaire et l'articulation huméro radiale. Elle a un rôle de rapprochement et d'éloignement de la main par rapport au corps.
- La pronation supination (rotation axiale) qui concerne l'articulation radio ulnaire proximale. Elle a un rôle dans l'orientation de la paume de la main dans l'espace.

La mobilité du coude est essentiellement associative : liée à l'épaule ou à la main. Son exploitation est donc surtout d'ordre fonctionnel. (3)

## 2- Le valgus physiologique

On définit le valgus physiologique, « carrying angle », par l'angle formé, dans le plan frontal, entre l'axe du bras et l'axe de l'avant bras comme représenté dans la (figure6) [1.3.18.19].



**Figure6 : Le valgus physiologique du coude**



Ceci est dû à l'orientation de la gorge de la trochlée qui n'est pas strictement verticale. En effet celle-ci est verticale sur une vue antérieure et oblique en bas et en dehors sur une vue postérieure. Il en résulte qu'en extension complète l'avant bras se porte en valgus alors que lors de la flexion celui-ci vient se projeter en dedans du bras.

Il existe donc un mouvement de varus valgus lors de la flexion extension du coude. Le valgus physiologique est variable de 9 à 14°, plus important chez la femme (15°) que chez l'homme (11°).

### **3- La mobilité du coude**

#### **3.1- La flexion extension**

##### **3.1.1- Les amplitudes articulaires**

L'extension complète est de 0°. Au-delà, on parle d'hyper extension (5-10°). La limitation de l'extension est déterminée par :

- Le contact de l'olécrane dans la fosse olécrânienne,
- La mise en tension de la capsule articulaire antérieure et des faisceaux antérieurs des ligaments collatéraux.

La flexion complète passive est de 160°. La flexion complète active est de 140°, limitée par :

- Si elle est active, par le contact des masses musculaires antérieures brachiales et antébrachiales, durcies par la contraction volontaire.
- Si elle est passive, ces mêmes masses musculaires peuvent «s'écraser» au delà de 145°.

Il reste donc :

- La butée de la tête radiale et du processus coronoïde
- La tension de la capsule postérieure et des faisceaux postérieurs des ligaments collatéraux

- La tension passive du muscle triceps [18].

Il existe une notion de secteur minimum de flexion extension (entre 70 et 100°), de secteur utile (entre 30 et 130°) et secteur de « luxe » (entre 0 et 30° et entre 130 et 140°) [19].

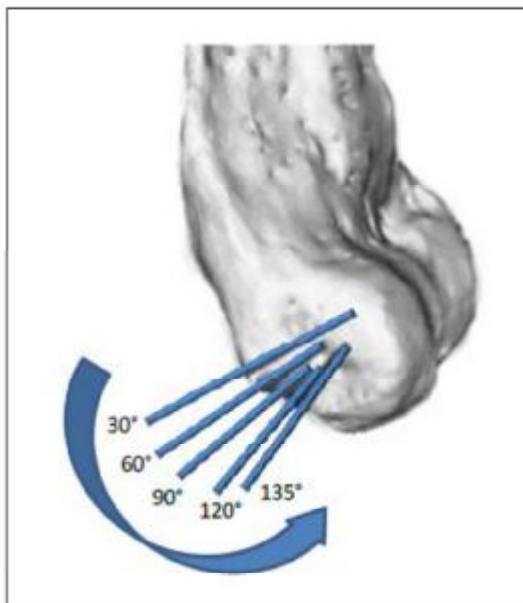
### 3.1.2– L'axe de flexion extension

Schématiquement l'articulation du coude peut être considérée comme une charnière. En effet, le mouvement de flexion extension du coude est une rotation de l'olécrane autour de la trochlée, selon un axe.

Un pré-requis pour comprendre la biomécanique du coude est de connaître la position de l'axe de flexion extension du coude, autrement appelé axe de rotation.

Initialement, l'axe de rotation du coude était considéré comme fixe [3,15] et correspondait approximativement à l'axe passant par le centre de la trochlée et par le centre du capitulum et se projetant distalement et ventralement aux deux épicondyles.

En réalité, l'axe de rotation n'est pas fixe : le déplacement des surfaces articulaires associe un mouvement de glissement et de roulement, en particulier dans les mouvements extrêmes. Cet axe est qualifié de « screw displacement axes » (SDA) [20]. Il en découle donc une succession d'axes instantanés de rotation qui changent d'orientation et de position pendant le mouvement de flexion (Figure 7).



**Figure 7: Représentation du déplacement de l'axe de rotation au cours de la flexion**

Ces axes sont perpendiculaires à l'axe de l'avant bras entre 2 positions : flexion et extension extrême [16]. Ce mouvement n'est pas uniquement guidé par la géométrie des surfaces articulaires mais est aussi sous la dépendance des muscles, des ligaments et de la capsule articulaire.

### **3.1.3- Les muscles moteurs de la flexion extension**

La flexion du coude est sous la dépendance de 3 muscles principaux :

- Le muscle biceps brachial
- Le muscle brachial
- Le muscle brachioradial

Il existe des muscles fléchisseurs accessoires représentés par les épicondyliens médiaux.

L'extension du coude est due à l'action du triceps brachial. L'anconé et les épicondyliens latéraux ne jouent qu'un rôle accessoire.

### **3.2– La pronation supination**

La pronation–supination est le mouvement de rotation de l'avant–bras autour d'un axe globalement longitudinal.

Ce mouvement est possible grâce à la mise en jeu de l'articulation radio–ulnaire proximale et de l'articulation radio–ulnaire distale, solidaires entre elles par la membrane interosseuse antébrachiale.

La pronation supination s'étudie coude au corps, fléchi à 90°. On définit la position neutre comme une pronation supination à 0° c'est-à-dire pouce orienté vers le haut.

La pronation est réalisée lorsque la paume de la main est dirigée vers le bas, pouce en dedans. Son amplitude est de 85° [16,19].

La supination est réalisée lorsque la paume de la main est dirigée vers le haut, pouce en dehors. Son amplitude est de 90° [16, 18].

Un déficit de pronation peut être compensé par l'articulation scapulo humérale.

Il existe une notion de secteur fonctionnel utile de 50° en pronation et 50° en supination.

### **3.3–Mouvement de latéralité**

Le coude permet aussi des mouvements de latéralité dans le plan frontal ainsi que des mouvements de rotation axiale. Réduits et passifs, ces mouvements s'observent surtout lorsque le coude est en légère flexion. Ils sont limités par les ligaments collatéraux.

### **4– La stabilité du coude**

La stabilité du coude est assurée par des éléments dynamiques et statiques. Les éléments statiques sont représentés par les structures anatomiques osseuses, olécrâne, coronoïde et tête radiale, mais également par les structures ligamentaires,

surtout le ligament collatéral latéral ulnaire et le faisceau antérieur du ligament collatéral médial. Les éléments dynamiques sont représentés par les muscles périarticulaires : les muscles triceps brachial, biceps brachial et brachial antérieur pour la stabilité antéropostérieure, les fléchisseurs et pronateurs pour la stabilité en valgus, les épicondyliens latéraux pour la stabilité postérolatérale et enfin l'anconé pour la stabilité en varus. Tous ces éléments anatomiques assurant la stabilité de l'articulation sont interdépendants et complémentaires.

Ring et Jupiter décrivent quatre colonnes (antérieure, postérieure, médiale et latérale) qui sont reliées entre elles pour former un anneau stabilisant autour de l'articulation du coude [21].

La colonne antérieure comprend le processus coronoïde, la tête radiale, la capsule antérieure, le muscle brachial. Le processus coronoïde joue un rôle fondamental. Des études cadavériques ont montré qu'en l'absence de tête radiale, l'excision de 30 % de la hauteur de la coronoïde entraînait une luxation du coude même si les ligaments collatéraux étaient intacts [22]. Même de fines avulsions de la coronoïde peuvent provoquer des instabilités marquées du fait de lésions associées d'éléments tels que la capsule articulaire antérieure, le faisceau antéromédial du ligament collatéral médial et le muscle brachial antérieur.

La colonne postérieure comprend le processus olécrânien, la capsule postérieure, le muscle triceps brachial. Ainsi, la résistance au valgus est diminuée de 50 % quand on excise 25 % de l'olécrâne. La résistance au varus diminue lorsque plus de 50 % de l'olécrâne est excisé. La restitution de l'échancrure trochléenne permet d'obtenir 55 % de la résistance du coude au stress en varus en extension et 75 % quand le coude est fléchi à 90° [23].

La colonne médiale est constituée du ligament collatéral médial, du processus coronoïdien, du condyle et de l'épicondyle médiaux de l'humérus distal. Le faisceau

antérieur du ligament collatéral médial est le plus important stabilisateur du stress en valgus. Il s'insère à 18 mm du sommet de l'apophyse coronoïde sur le tubercule sublime et agit en synergie avec la tête radiale pour assurer la stabilité en valgus [24].

La colonne latérale est composée de la tête radiale, du capitulum et du ligament collatéral latéral. La stabilité postérolatérale est principalement assurée par le faisceau ulnaire du ligament latéral qui agit en synergie avec le processus coronoïde et la tête radiale. Ainsi, dans les lésions en varus, le ligament collatéral latéral agit en synergie avec la face antéromédiale du processus coronoïdien.

## **B- ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE**

L'épidémiologie des fractures de la palette humérale n'a pas connu de modifications depuis les dernières décennies. Elle représente, en moyenne, 1 à 2% des fractures de l'adulte [17] et 30% de l'ensemble des fractures intéressant le coude [25]. L'incidence globale retrouvée des fractures de la palette humérale est de 5.7/100 000/an [26]. Cette incidence devrait s'accroître dans la population des sujets âgés jusqu'à 2030 selon Kannus et al [17].

Cependant, toutes les séries font état de deux pics de fréquence [17, 27,28] :

-L'un compris entre 12 et 19 ans, à prédominance masculine et correspond à des traumatismes violents : accidents de la voie publique ou chutes d'un lieu élevé, à l'origine de complications préopératoires importantes.

-Le deuxième pic concerne la population des sujets âgés de 80 ans ou d'avantage avec une nette prédominance féminine. Le traumatisme causal le plus souvent retrouvé est la simple chute chez ces personnes ostéoporotiques avec un terrain qui associe de nombreuses pathologies : rhumatisme inflammatoire et/ou corticothérapie au long court, éthylisme non sevré, tabagisme non sevré, terrain neuropsychiatrique ou arthrose du coude dans 20% [17, 28] et 29% [17, 27] des cas.

Nous abordons les différents éléments épidémiologiques des différentes séries de la littérature en comparaison avec ceux de notre étude :

**I- Age****Tableau 11 : Extrêmes et moyennes d'âge selon la littérature.**

Auteur	Nombre de cas	Extrêmes d'âge	Age moyen
Manueddu [29]	30	20-85	56.1
Elhage [30]	55	15-84	44.7
Lahrach [31]	62	17-80	36
Bouabid [32]	45	17-69	31
Saragaglia [33]	74	16-95	55.5
Schmidt [34]	45	14-87	50
Notre série	51	15-75	37.7

L'âge moyen dans notre série est comparable à celui des autres séries nationales. Par contre, l'âge moyen des séries étrangères est plus avancé.

Cela peut être expliqué par l'espérance de vie prolongée chez la population européenne et l'augmentation du pourcentage des personnes âgées dans la population générale.

**II- Sexe****Tableau 12 : Répartition du sexe selon la littérature.**

Auteur	Nombre de cas	Hommes (%)	Femmes (%)
Saragaglia	74	59.5	40.5
Manueddu	30	46.6	53.4
Elhage	55	60	40
Kanthan [35]	16	04	12
Bouabid	45	77.8	22.2
Lahrach	62	71	29
Notre série	51	62.7	37.3



Nous constatons que la prédominance est masculine pour toutes les séries nationales. Alors que pour les séries étrangères la répartition change d'une étude à l'autre.

### **III- Côté atteint**

**Tableau 13 : Répartition du côté atteint selon la littérature.**

<b>Auteur</b>	<b>Nombre de cas</b>	<b>Côté gauche%</b>	<b>Côté droit %</b>
Manueddu	30	56.66	43.34
Pajarinen [36]	21	42.86	57.14
Lahrach	62	68	32
Bouabid	45	58	42
Notre série	51	68	32

Nos résultats concernant le coté le plus atteint se concordent avec ceux des séries sus décrites. Le coté gauche est le plus atteint.

## **C- ETUDE CLINIQUE**

### **I.Mécanisme**

Le chirurgien a un intérêt tout particulier à connaître la physiopathologie des fractures de la palette humérale. Elle lui permet d'orienter l'interrogatoire du patient et la demande d'examens complémentaires. Malheureusement, la littérature médicale traitant du mécanisme de la survenue de fractures de la palette humérale est relativement pauvre et les hypothèses sont variées.

En pratique, le traumatisme est le plus souvent direct (coude de portière). Il peut parfois également être indirect par une chute sur la paume de la main, la tête radiale venant fracturer l'épiphyse humérale [39].

La prédominance du mécanisme direct, objectivée dans notre série avec 88,2 % des cas ne change pas avec celui des autres auteurs. Bouabid inclus le même mécanisme pour 73.4% des cas, M.Raiss [40] pour 89% de ses patients, Elkhouyaali [41] de même pour 73.3% des cas.

### **II. Etiologies**

Différentes circonstances peuvent être à l'origine du traumatisme :

- chute sur la main ou le coude d'une hauteur élevée chez le sujet jeune, et de la hauteur de taille chez les personnes âgées ostéoporotiques ;
- accident de la voie publique surtout les accidents de moto ou de bicyclette ;
- accident de sport ;
- agression par coup de bâton ou de pierre au niveau du coude ; ou
- accident balistique.

Le tableau suivant présente les circonstances du traumatisme trouvées dans notre série et celles de la littérature.

**Tableau 14 : Répartition des étiologies selon la littérature**

Série	Nombre de cas	Etiologies		
		Chute%	AVP%	Autres %
Elhage	55	42	52.7	5.3
Kanthan	16	81	19	-
Kaiser [42]	22	90	10	-
Bouabide	45	64.4	17.8	17.8
Hachimi [43]	33	79	12	9
Notre série	51	43.1	35.2	21.7

En comparant les données des différentes études, on note que les circonstances de survenue varient d'une étude à l'autre. Cependant, la fréquence des chutes comme cause des fractures de la palette humérale est évidente, ce qui est en accord avec les résultats de notre série.

### **III- Etude anatomopathologique**

Le polymorphisme des fractures de la palette humérale a suscité de très nombreuses classifications, dont aucune actuellement ne parvient à faire la synthèse des critères anatomiques, pronostiques et thérapeutiques. Elles sont pour la plupart purement anatomiques, en fonction du type et du niveau de trait de fracture.

Le degré de comminution du foyer est le principal critère des classifications communément utilisées : classification de Riseborough et Radin modifiée par Orthopaedic Trauma Association (AAOS) et la classification de Muller et Allgower pour l'AO.

### 1- Classification de Riseborough et Radin : (fractures sus et intercondyliennes).

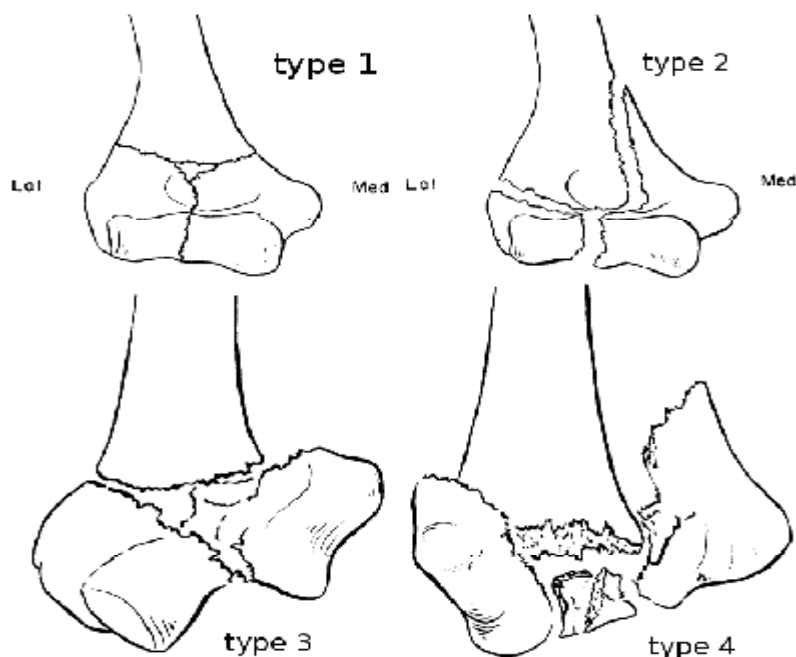
Cette classification[44] ne s'intéresse qu'aux fractures articulaires, intercondyliennes en T.Elle décrit quatre types de fractures (figure8) :

**Type 1** : Fractures avec fragments non déplacés.

**Type 2** : Fractures intercondyliennes avec séparation de la trochlée et du capitulum sans composante rotatoire frontale.

**Type 3** : Fractures intercondyliennes avec composante rotatoire dans le déplacement desFragments

**Type 4** : Fractures intercondyliennes avec comminution importante de la surface articulaire et déplacement important des fragments condyliens.



**Figure 8- Classification de Riseborough et Radin.**

Cette répartition des fractures permet une classification simple, mais qui présente un inconvénient principal : tous les types fracturaires ne sont pas représentés.

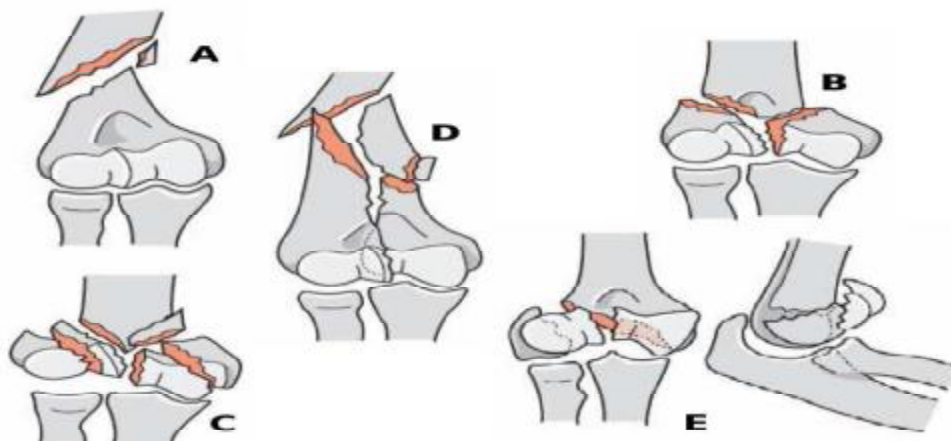
De nos jours, son intérêt pour le choix thérapeutique paraît limité mais elle date d'une époque où les auteurs concluaient l'article sur l'inutilité de la réduction et de la synthèse à ciel ouvert [44].

## 2- Classification de la S.O.F.C.O.T de Lecestre (1979)

Cette classification est issue d'une table ronde sur les fractures de l'extrémité distale de l'humérus lors du congrès de la Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (S.O.F.C.O.T.) en 1979 [45, 46]. Elle est la première à distinguer les fractures totales des fractures parcellaires.

❖ **Les fractures totales** comprennent (Fig.9) :

- les fractures supracondyliennes,
- les fractures sus et intercondyliennes avec ou sans comminution,
- les fractures diaphyso-épiphysaire possédant un trait de refend articulaire remontant jusqu'à la diaphyse humérale,
- les fractures diacolumnaires distales avec l'association d'un trait métaphysaire sagittal et d'un trait frontal condylien.



**Figure 9- Classification de la S.O.F.C.O.T - Fractures totales.**

A : Fracture supracondylienne.

B : Fracture sus et intercondylienne simple

C : Fracture sus et intercondylienne comminutive.

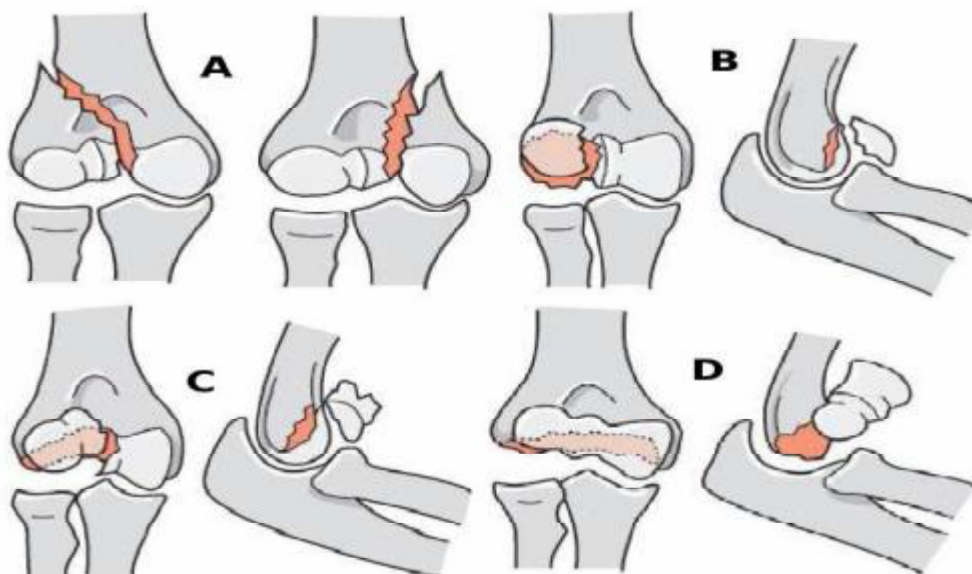
D : Fracture diaphyso-épiphysaire

E : Fracture diacolumnaire distale

❖ **Les fractures parcellaires** sont divisées en deux entités différentes : celles au trait de fracture sagittal et celles qui ont un trait de fracture frontal (Fig. 10) :

- Les fractures parcellaires à trait sagittal sont multiples :
  - Fracture de l'épicondyle latéral
  - Fracture du condyle latéral incluant le capitulum
  - Fracture de l'épicondyle médial
  - Fracture du condyle médial incluant la trochlée
- Les fractures parcellaires à trait frontal sont décrites selon la taille du fragment décroché :
  - Fracture du capitulum (Mouchet),
  - Fracture du capitulum emportant la joue latérale de la trochlée (Hahn-Steinthal)
  - Fracture diacondylienne emportant l'ensemble du condyle (Kocher)

Cette classification paraît complète, souvent utilisée en France, par contre elle ne précise pas le siège de la comminution épiphysaire et/ou métaphysaire.



**Figure 10 – Classification de la S.O.F.C.O.T - Fractures parcelaires**

A : Fracture latérale et médiale intra-articulaire.

B : Fracture du capitulum dite de Mouchet

C : Fracture emportant le capitulum, la zone conoïde et la joue latérale de la trochlée dite de Hahn-Steinthal.

D : Fracture diacondylienne de Kocher

### 3- Classification de Mehne et Matta (1992)

Cette classification a été rapportée par Jupiter et Mehne [47, 48] en se basant sur la visualisation des fractures en peropératoire. Ils font la distinction entre trois types de fractures : extra-articulaire, extra-articulaire mais intra-capsulaire et intra-articulaire. La distinction est aussi faite avec la direction du trait : en T, en Y, en H et en  $\lambda$  et avec la hauteur de celui-ci.

Cette classification distingue donc 22 types différents et présente un intérêt majeur car elle facilite la planification opératoire et la réalisation de la fixation interne puisqu'elle prend en compte la hauteur de l'atteinte des colonnes. Mais elle est peu intuitive et surtout elle ne prend pas en compte les fractures dont le trait

siège dans plusieurs plans y compris le plan frontal [49]. Ces fractures sont importantes à concevoir car elles présentent une difficulté diagnostique et technique.

#### **4– Classification de Davies et Stanley (2006)**

Cette classification clinique récente a été mise au point afin de guider le chirurgien dans le choix de l'abord et de la technique opératoire [50].

**Les types 1** représentent les fractures extra-articulaires. Les auteurs conseillent de prendre en charge ses fractures par voie postérieure, sans olécrânatomie pour une ostéosynthèse.

**Les types 2** sont les fractures à trait intra-articulaire. Le trait est à point de départ métaphysaire et se termine au niveau du capitulum ou de la trochlée. Ce groupe de fractures doit être opéré par voie postérieure avec olécrânatomie et ostéosynthèse selon les auteurs.

**Les types 3** sont les fractures à prédominance articulaire dont le trait peut se propager à la métaphyse. Leurs traitements varient selon l'âge, l'arthrose pré-existante et l'ostéoporose.

Chez le sujet jeune, les auteurs conseillent une ostéosynthèse par voie postérieure avec olécrânatomie et chez les sujets âgées une prothèse totale de coude.

L'intérêt du protocole proposé par les auteurs est limité par le choix (restreint) des voies d'abord et des traitements. Cependant cette classification paraît plutôt simple d'utilisation et présente selon les auteurs une bonne reproductibilité.

#### **5– Classification de l'AO-OTA (2007)**

La dernière classification de l'AO-OTA [51, 52] (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese fragen-Orthopaedic Trauma Association) distingue trois groupes de fractures A, B, et C :



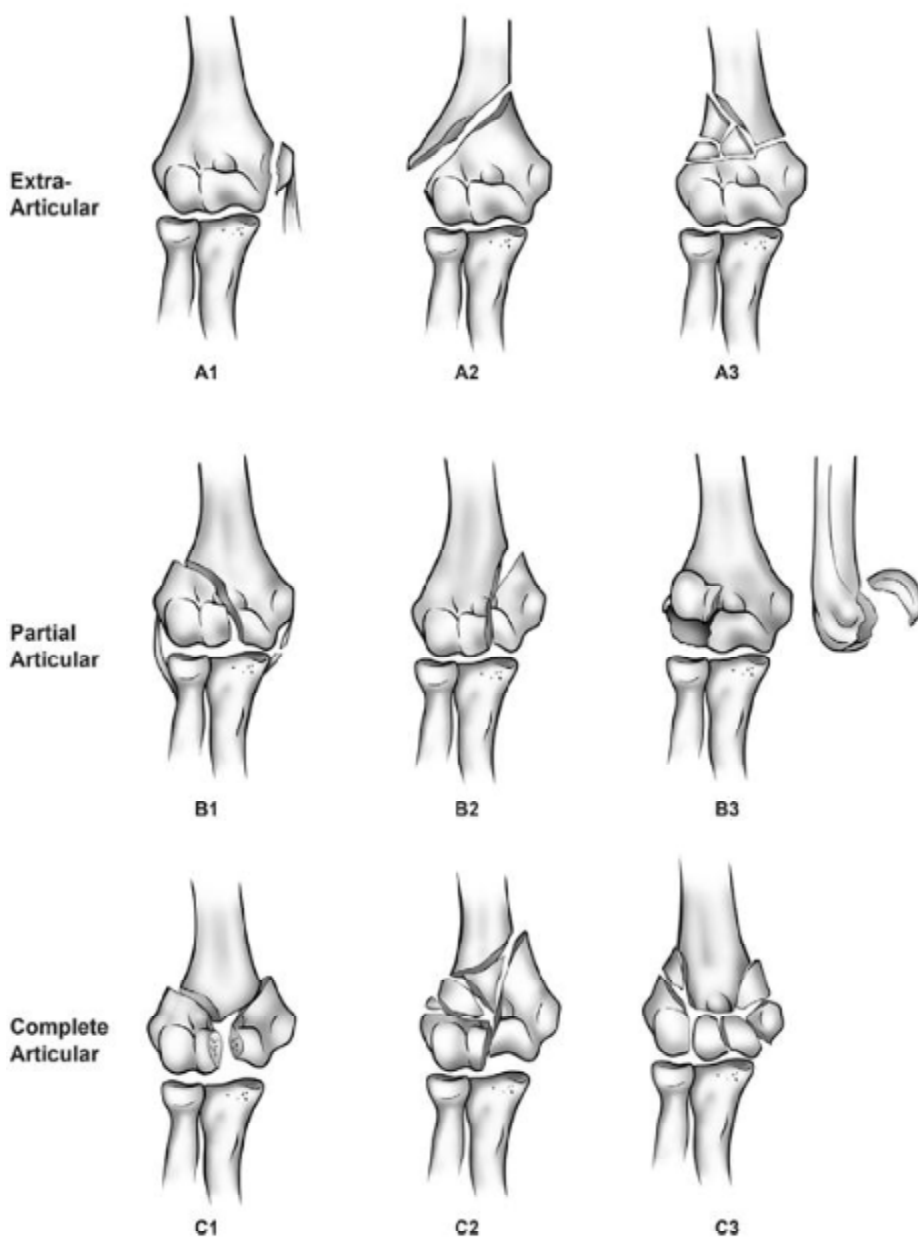
- A : Extra-articulaire
- B : Partielle
- C : Articulaire

Ces trois types sont eux mêmes divisés en 3 sous groupes (1, 2 et 3) selon le trait de fracture et la comminution.

- Les fractures du groupe A sont subdivisées en :
  - A1 : fracture épicondyle médial.
  - A2 : fracture supra-condylienne simple.
  - A3 : fracture supra-condylienne comminutive.
- Les fractures du groupe B sont subdivisées en :
  - B1 : fracture latéral
  - B2 : fracture médiale
  - B3 : fracture frontale.
- Les fractures du groupe C sont subdivisées en :
  - C1 : fracture condyloaire simple et supracondyloaire simple,
  - C2 : fracture condyloaire simple et supracondyloaire complexe
  - C3 : fracture condyloaire complexe et supracondyloaire complexe.

Chaque sous-groupes est à nouveau subdivisé. Ceci permet d'aboutir à 61 types de fractures différentes (Fig.11).

**OTA / AO Classification**



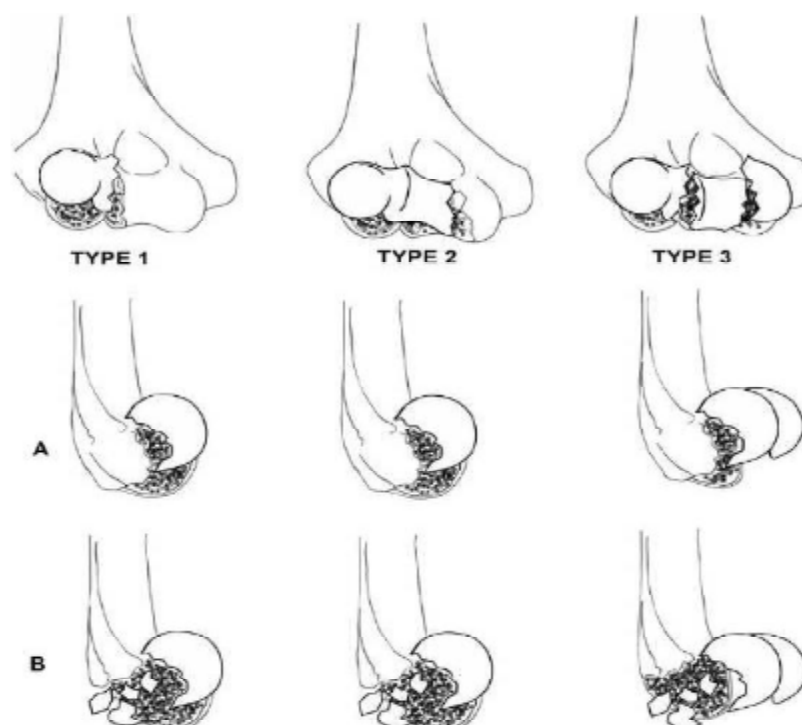
**Figure 11 - Classification de l'AO-OTA**

Cette classification a l'avantage d'être exhaustive et d'avoir une bonne reproductibilité [53]. Cependant, elle reste difficile d'utilisation dans la pratique courante et reste la classification des publications scientifiques.

## 6-Classification des fractures articulaires frontales de Dubberley (2006)

Différentes classifications spécifiques des fractures frontales de l'extrémité inférieure de l'humérus ont été proposées ; la plus récente est celle proposée par Dubberley en 2006[54].

Elle décrit l'ensemble des types de fractures, en prenant en compte la part de comminution postérieure du condyle latéral (Fig. 12), ce que ne faisait pas la classification de la SOFCOT.



**Figure 12 – Classification des fractures frontales articulaires selon Duberley**

**Le types 1** correspond aux fractures du capitulum s'étendant plus ou moins à la gorge latérale de la trochlée. Ce type correspond aux fractures de Mouchet et de Hahn-Steinthal dont le pronostic et la thérapeutique varient peu.

**Le types 2** englobe les fractures du capitulum et de la trochlée en un seul fragment et correspond aux fractures de Kocher.

**Le types 3** est une fracture du capitulum et de la trochlée plurifragmentaire, type non décrit dans les autres classifications.

**Les sous types A et B** sont rajoutés en cas de présence ou non d'une comminution latérale postérieure. Selon les auteurs, cette classification est d'un intérêt majeur car elle permet de guider le traitement dans le cas de ces fractures.

En conclusion, nombreuses sont les classifications, par contre l'intérêt d'une classification est de pouvoir orienter les thérapeutiques et d'évaluer le pronostique. Elle doit permettre également de comparer les résultats des différents traitements, ce qui est le cas de la classification l'AO-OTA que nous avons adopté pour notre série comme la plupart des autres auteurs.

Le tableau ci-dessous résume la répartition des fractures de la palette humérale de notre série et des autres auteurs selon la classification AO:

**Tableau 15 : répartition des fractures de la palette humérale selon la classification**

**AO.**

Auteur	Nombre de cas	Type A%	Type B%	Type C%
Duparc [55]	33	12.12	6.07	81.81
Manueddu	30	33.4	33.4	66.6
Kaiser	16	36.3	4.6	59.1
Bouabid	45	37.7	15.8	47
Lahrech	62	33.87	29.03	37.1
Notre série	51	37.2	15.8	47

On constate que dans toutes les séries étudiées nationales et étrangères les fractures sus et inter-condyliennes (type C) sont les plus fréquentes des fractures de la palette humérale chez l'adulte, suivies par les fractures supra-condyliennes (type A) et les fractures parcellaires articulaires (type B).

## **IV- Etude clinique**

Deux cas de figure peuvent se présenter :

- Le cas d'un monotraumatisme : le cas de la plupart de nos patients.
- Le cas d'un polytraumatisme : l'examen du coude se poursuit après la prise en charge des lésions vitales souvent associées.

### **1- L'interrogatoire**

L'interrogatoire doit être mené pour retrouver le mécanisme du traumatisme, les circonstances de survenue, le terrain particulier du patient, les antécédents, les allergies connues, les traitements en cours (notamment anticoagulants), la validation de la vaccination antitétanique, et les signes fonctionnels.

### **2- Examen loco-régional :**

#### **2.1-L'inspection :**

L'inspection a pour intérêt d'orienter le diagnostic clinique en objectivant :

- L'attitude du traumatisé du membre supérieur.
- Un gros coude tuméfié par l'œdème ou par un hématome.
- Une déformation des repères: difficile à concevoir en présence de l'œdème.
- Les lésions cutanées : sous forme d'ecchymoses, hématomes ou des plaies aggravant le pronostic par le risque infectieux.
- Parfois l'aspect du coude n'est pas modifié et seule l'attitude des traumatisés du membre supérieur ainsi que l'impotence fonctionnelle nous orientent.

#### **2.2- La palpation**

Douce et prudente, elle recherche :

- une douleur exquise à la palpation des reliefs osseux.
- Un effacement des repères anatomiques du coude.

- une impotence fonctionnelle en flexion- extension.

### **3-les lésions associées**

Il faut bien sûr rechercher les lésions associées : l'ouverture cutanée, les complications vasculaires (coloration du membre, prise des pouls, temps de recoloration pulpaire), les complications nerveuses ainsi que les fractures étagées ou luxations associées (fracture des 2 os de l'avant bras, fracture des os de la main, une luxation de l'épaule ou autres).

#### **3.1- Lésions cutanées :**

L'ouverture cutanée se voit surtout au niveau de la face postérieure et proximale de l'articulation du coude [56] et retentit sur le pronostic des fractures de la palette humérale en les exposant au risque infectieux d'où l'intérêt d'une antibiothérapie bien adaptée.

D'après les auteurs les ouvertures cutanées qui font suite à un traumatisme violent sont plus contaminées que ne le voudrait la taille de la plaie, avec une comminution et une perte de substance osseuse plus importantes [57].

La fréquence des fractures ouvertes est évidente dans les différentes séries comme dans la notre. elle représente 28.6% des fractures pour la série de Saragaglia, 25.45% pour celle de Elhage, pour celle de Hachimi elle représente 33.3%, 22.58% pour la série de Lahrach et 23.5% pour la notre. Avec une grande fréquence des ouvertures cutanées simples dans toutes les séries.

#### **3.2- Lésions nerveuses**

L'examen neurologique des 3 nerfs ( nerfs ulnaire, radial et médian) est crucial afin de déterminer les lésions nerveuses préopératoires. En l'absence de délabrement important, la paralysie nerveuse est due au traumatisme, cause d'un déplacement plus ou moins important, ou à une contusion du nerf. La simple

sidération ( Sunderland I ou II ) est de règle. La paralysie nerveuse régresse généralement en quelque semaines après la prise en charge chirurgicale [58].

L'incidence des lésions nerveuses est difficile à juger dans la littérature internationale. Les modes de calcul, bien souvent, ne différencient pas les lésions persistantes de celles qui ont régressé. De plus, le moment de survenue du déficit n'est généralement pas précisé.

Pourtant Ruan et al [59] ont rapporté une incidence de 24% de neuropathie ulnaire préopératoire dans une série de 117 fractures de type C AO. Une autre série de Worden et Ilyas [60] de 24 fractures, objective une incidence de 20% de neuropathie préopératoire, avec 12% d'atteinte impliquant le nerf radial contre 8% d'atteinte du nerf ulnaire. Notre série présente une incidence de 2% d'atteinte préopératoire du nerf ulnaire, sans atteinte du nerf radial et rejoint ainsi les séries nationales : Lahdidi [61] dans sa série de 50 patients présente la même incidence, Raggabi [62] note une incidence de 3.4% des cas, Bouabid rapporte une incidence de 4.5% des cas. Hachimi trouve une incidence de 6% d'atteinte nerveuse.

### **3.3-Lésions vasculaires :**

L'incidence des lésions vasculaires est difficile à juger dans la littérature internationale. Aucun cas n'a été noté dans notre série. Cependant, l'atteinte de l'artère humérale doit être bien évaluée surtout à la suite d'un traumatisme balistique du coude, un coude de portière, les écrasements du membre supérieur et surtout si une luxation du coude est associée au traumatisme. Au moindre doute, la réalisation d'une échographie doppler, d'une angiographie ou même une exploration vasculaire est nécessaire [63].

### **3.4-Lésions ostéo-articulaires**

La fracture de la palette humérale peut entrer dans le cadre d'un polytraumatisme. L'urgence vitale alors prime et la prise en charge de la fracture venant par la suite.

Les traumatismes étagés du membre supérieur posent de nouvelles difficultés, car, ils compliquent souvent le traitement, et les suites opératoires entravant ainsi une rééducation précoce. Ce qui peut aggraver le pronostic fonctionnel du coude.

L'association des fractures de la palette humérale à d'autres lésions ostéo-articulaires représente 23.6% pour Elhage, 18.2% pour Keiser et al, 33.3% pour Hachimi, et 22.2% dans la série de Bouabid. Nos résultats rejoignent les autres séries dans la fréquence élevée de l'association des fractures de la palette humérale à d'autres lésions ostéo-articulaires avec une incidence de 23.5% des cas.

## **V. Etude radiologique**

### **1-radiographie standard**

Les clichés standards (fig.13) constituent naturellement le premier examen. Le diagnostic est en règle générale assez facile sur des clichés standards de face et de profil, même s'ils sont parfois difficiles à réaliser du fait de l'impotence.





**Figure 13. Radiographies standards normales du coude de face (A.B) et de profil (C.D)**

L'analyse des clichés doit impérativement inclure certains éléments sémiologiques particulièrement intéressants:

- l'existence d'une fracture et ses caractéristiques.
- la présence de lésions associées.
- Les lignes grasses antérieure et postérieure à la recherche d'une hémarthrose, signe d'une fracture articulaire.
- La ligne humérale antérieure tracée le long de la corticale humérale antérieure, sur le cliché de profil, devrait normalement croiser le tiers moyen du centre d'ossification du capitulum. Un croisement antérieur ou

postérieur au niveau du capitulum indique l'existence d'un déplacement de celui-ci ou une fracture supracondylienne.

- La ligne capitulu-radiale tracée le long du grand axe du radius doit croiser le capitulum, quel que soit le cliché utilisé, en l'absence du croisement l'hypothèse d'une subluxation ou d'une luxation doit être envisagée [64].

En pratique, Le cliché de face doit permettre de voir l'extrémité distale de l'humérus de face, ce qui est difficile du fait de la position antalgique, l'importance de la douleur et le déplacement des fragments en plus de qualité souvent médiocre des clichés réalisés aux urgences. Ce qui est souvent insuffisant pour identifier tous les fragments osseux, l'importance de la comminution, et permettre la planification opératoire. D'où la réalisation de clichés de bonne qualité au bloc opératoire, sous anesthésie et d'y associer un cliché en traction est préférable car, elle permet une étude optimale du trait de fracture et de la comminution articulaire [63].

## 2- La TDM

Le scanner permet une étude volumique avec reconstructions planaires dans les principaux plans utiles. La TDM est donc utile dans les fractures parcellaires et aussi très distales, en raison de la superposition des divers fragments, ce qui ne permet pas une analyse exacte de la fracture. Les reconstructions 3D [65] montrent la morphologie et la position des fragments et aident au choix de la voie d'abord (fig.14)

Brouwer [65,66] a comparé le diagnostic fait avec les coupes axiales seules ou associées aux reconstructions 3D dans les fractures parcellaires distales et les fractures totales. La reproductibilité interobservateur était meilleure avec les reconstructions 3D. Le nombre de fragments articulaires a été constamment supérieur à l'évaluation radiologique dans tous les types de fractures.

Pour Doornberg et al [68], l'utilité des reconstructions 3D est plus limitée, avec une meilleure reproductibilité intra-observateur seulement.

Pour Bégué, le bilan TDM avec reconstructions 3D n'a d'intérêt que pour la planification opératoire du traitement chirurgical des fractures distales de l'humérus quel qu'en soit le type.

A. Jacquot et al, dans une étude récente sur l'utilité et la fiabilité du scanner bi- ou tridimensionnel pour les fractures de l'humérus distal chez les sujets de plus de 65 ans ont rapporté l'intérêt d'une imagerie scanner dans l'évaluation et la prise en charge des fractures de l'extrémité distale de l'humérus. Le scanner améliore la précision du diagnostic et peut ainsi modifier la prise en charge chirurgicale. L'imagerie scanner 2D et 3D n'améliore pas l'accord inter-observateur dans cette étude multicentrique.

La TDM peut avoir sa place dans les fractures très comminutives du sujet âgé pour évaluer la présence d'une fracture frontale, et permettre aussi de poser l'indication préopératoire d'une prothèse totale du coude [63].



**Figure 14- Tomodensitométrie avec reconstruction 3D d'une fracture articulaire parcellaire à trait frontal**

En conclusion le bilan radiologique doit préciser le type de la fracture et l'existence de lésions associées afin de déterminer une classification et une conduite thérapeutique adéquate.

Dans notre série, des radiographies de face et de profil ont été réalisées systématiquement chez tous les patients, en plus des clichés en traction au bloc opératoire. La TDM n'a été demandée pour aucun malade.

## **D- TRAITEMENT**

### **I- Introduction**

La complexité anatomique de la palette humérale, la proximité des nerfs (radial et ulnaire), la grande variété des formes anatomopathologiques, sont autant de difficultés qui ont longtemps fait préférer le traitement conservateur « bag of bones» [63] au traitement chirurgical. Car, les techniques chirurgicales semblaient avoir des résultats limités.

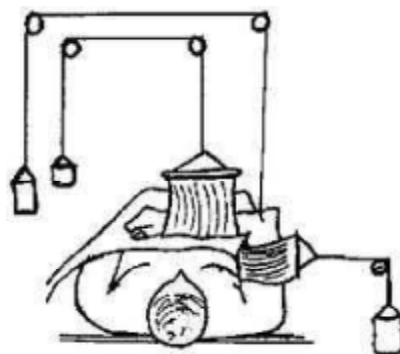
Cependant, les progrès du matériel d'ostéosynthèse et les résultats obtenus ont permis de proposer des techniques chirurgicales autorisant une rééducation précoce, complément thérapeutique indispensable pour obtenir de bons résultats [29]. Sans oublier les résultats obtenus du traitement par arthroplastie du coude chez le sujet âgé. La place du traitement orthopédique est devenue ainsi, bien limitée, et conservée pour des cas bien particuliers.

### **II. Traitement conservateur :**

#### **1- Traitement orthopédique**

Le traitement orthopédique a été adopté pendant longtemps. Watson-Jones [68] a défendu le concept de réduction par manœuvre externe suivi d'une immobilisation plâtrée. Il consiste en une immobilisation d'une durée plus ou moins longue (6 à 12 semaines) par résine ou par fixateur externe rigide. Cette immobilisation est réalisée le plus souvent coude à 90°. Certains préfèrent privilégier l'extension et immobiliser le coude à 60°. En effet, le secteur de l'extension est le plus difficile à récupérer et les résultats en termes de mobilité sont faibles.

D'autre part Riseborough [44] défendu le concept de celui d'une réduction à l'aide d'une traction trans-olécrânienne puis immobilisation plâtrée. Decoulx et al. [69] a utilisé la technique de traction continue selon Leveuf et Godart (Fig.15) avec des résultats bons ou moyens dans deux tiers des cas pour Riseborough.



**Figure 15: Traction continue selon Leveuf et Godart : traction du bras au zénith, avant bras fléchi à 90°, poids entre 2 et 4 kg**

## 2- Traitement fonctionnel

Certains partisans prônent même une rééducation immédiate [70] permettant selon eux un remodelage de la surface articulaire. Le traitement fonctionnel a pour but la récupération d'une articulation avec un secteur de mobilité utile et repose sur la pratique d'une mobilisation active et précoce, débutée au troisième jour. Elle va intéresser des amplitudes progressivement croissantes dans le sens de la récupération de l'extension. Entre les séances de rééducation, le coude est immobilisé dans une attelle. La même démarche peut être suivie avec l'utilisation d'un fixateur externe articulé [17].

Cette approche nécessite des contrôles radiographiques réguliers pour vérifier l'absence de déplacement, ce qui fait que le traitement orthopédique soit ainsi préférable.

Les résultats fonctionnels de ce traitement seront dû pour certains à l'existence d'une pseudarthrose serrée du foyer de fracture et non à une meilleure récupération des amplitudes articulaires.

### **3- Indications**

Vu les résultats qui sont toujours médiocres [71] et la progression des moyens d'ostéosynthèse, le concept du traitement conservateur est devenu de plus en plus limité au dépend des moyens d'ostéosynthèse interne et des techniques de remplacement articulaire.

Cependant, il paraît licite d'envisager une immobilisation dans le cas de fractures non déplacées, ou comme un traitement d'attente chez le sujet âgé, avant arthrolyse et arthroplastie [72,73]. Dans les séquelles d'hémiplégie intéressant le membre supérieur concerné, les ostéoporoses avancées et les fractures avec perte de substance osseuse étendue un traitement orthopédique définitif peut être justifié [72] dont le résultat fonctionnel sera toujours incomplet.

Le traitement fonctionnel n'est envisageable que chez le sujet âgé lorsque la fracture est située en dessous de l'insertion des ligaments collatéraux et des muscles épicondyliens. Le chirurgien recherche une pseudarthrose providentielle, sans risque de déplacement secondaire du fait de l'insertion proximale des ligaments par rapport au trait de fracture [72-74].

Dans notre série, nous n'avant indiqué aucun traitement conservateur pour aucun malade. Le traitement était toujours chirurgical par ostéosynthèse.

### **III- Traitement chirurgical**

Le traitement des fractures de la palette humérale est chirurgical, comprenant un traitement par ostéosynthèse ou prothèse du coude et parfois, le recours au traitement par fixateur externe.

#### **1- Traitement par ostéosynthèse**

Les fractures de la palette humérale font partie des fractures les plus difficiles à traiter. En effet, le condyle huméral présente une anatomie complexe, de petit volume rendant ardu la reconstruction et l'ostéosynthèse en cas de fracture. Il peut s'y ajouter des facteurs de difficultés supplémentaires comme un trait de fracture très distal, la présence d'une comminution parfois importante, une architecture osseuse médiocre, comme cela est souvent le cas chez les personnes ostéoporotiques.

Face à ces défis, le but des différentes méthodes chirurgicales :

- Reconstruction des surfaces articulaires ;
- Reconstruction anatomique de la forme de l'extrémité distale de l'humérus.
- Ostéosynthèse stable pour rééducation immédiate et prévention de l'enraidissement. Car, immobiliser une fracture de la palette humérale pour éviter un démontage, c'est une raideur assurée que le même opérateur devra traiter par arthrolyse plus tard [76].

Cet objectif justifie une programmation complète de l'acte opératoire, le choix de la voie d'abord, du matériel d'ostéosynthèse et de la technique de mise en place, doit être bien adapté.

Les indications du traitement dans les fractures de la palette humérale dépendent de plusieurs facteurs liés au type de fracture, terrain du patient, matériel disponible et de l'expérience du chirurgien. Elles font encore un sujet de débat



entre les auteurs. Cependant, le consensus indique une ostéosynthèse systématique pour le patient jeune, et en première intention chez le sujet âgé. [17,75,76]

### **1.1–Installation et voies d'abord**

#### **1.1.1– Voies d'abord postérieures**

La voie d'abord postérieure est la seule voie qui permet, par une seule incision, le contrôle des deux colonnes de l'EDH, le respect des nerfs sous cutanés, et la possibilité de tous les gestes techniques, ce qui lui vaut la qualification de la voie d'abord universelle « universal approach » [78,79] par les auteurs de langues anglaises.

Les voies d'abord postérieures peuvent être classées selon leur réflexion vis à vis de l'appareil extenseur et de sa réparation en quatre catégories différentes suivant la gestion du triceps :

- Discision du triceps
- Décollement et translation du triceps
- Contournement du triceps
- Ostéotomie de l'olécrane ou ténotomie du triceps

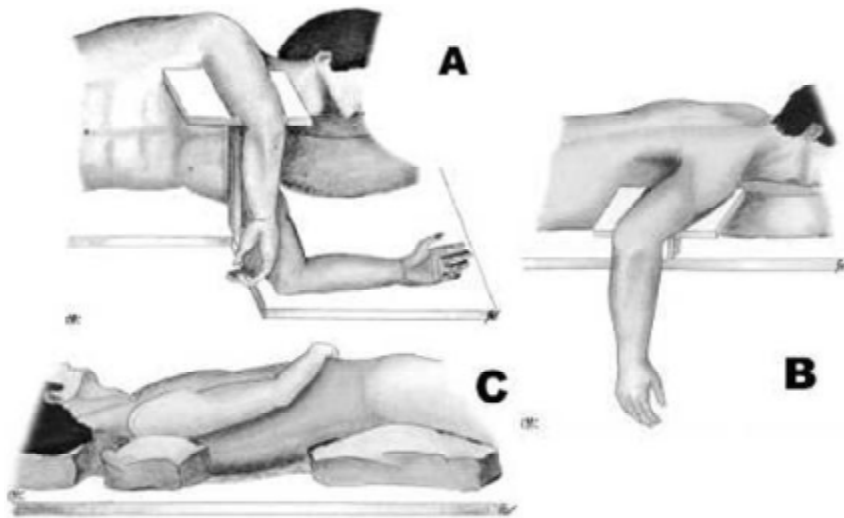
##### **1.1.1.1–Installation et incision cutanée**

L'installation (Fig. 16A) la plus simple est celle en décubitus latéral sur le côté opposé au coude opéré. Le bras, muni d'un garrot pneumatique, repose sur un support concave type « appui bras ». L'avant-bras est laissé pendant et le coude se fléchit spontanément à 90°. Il faut faire attention à ce que l'appui ne gêne en rien la flexion durant l'intervention.

D'autres installations sont possibles. Le décubitus ventral (Fig. 16B) a le désavantage d'être plus long à installer et requiert une surveillance stricte des points d'appui. Cependant, cette installation permet le champage de la crête iliaque postérieure dans les cas où un apport osseux s'avère nécessaire. Le décubitus dorsal

(Fig. 16C) est aussi possible : un coussin est placé sous la scapula et le bassin, le bras est en adduction, main posée sur la poitrine de l'opéré.

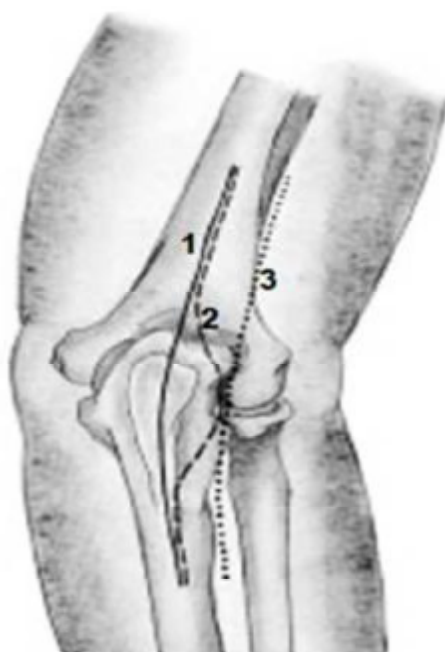
Cette installation est recommandée par de nombreux auteurs mais présente selon nous [112], le désavantage d'un aide opératoire supplémentaire pour maintenir le membre supérieur opéré.



**Figure 16- Différentes installations possibles (d'après Dos Remedios et al.112 :**

A : décubitus latéral, B : décubitus ventral, C : décubitus dorsal.

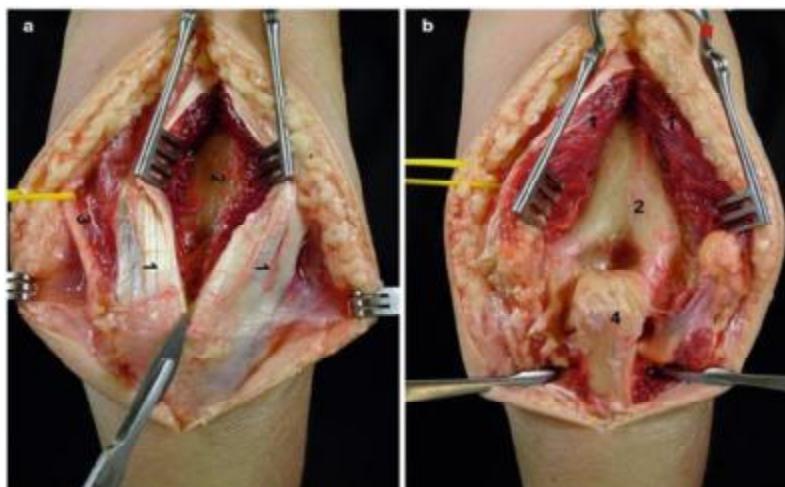
L'incision cutanée est postérieure médiane (fig.17) centrée sur l'olécrane, elle débord de part et d'autre de 8 à 10 cm longeant en bas la crête ulnaire, rectiligne selon Langenbeck ou sinueuse selon Ollier. Elle contourne l'olécrane habituellement en dehors (pour la majorité des auteurs) ou en dedans (pour Smith) [114] permettant ainsi d'atténuer la tension sur la cicatrice.



**Figure 17 : Incisions cutanées postérieures :1-Incision cutanée post médiane rectiligne.2-contournant l'olécrane par le dehors.3-paramédiane**

La dissection se poursuit en profondeur où il est possible de soulever un lambeau fasciocutané médial et latéral contenant les vaisseaux sous cutanés et permettant la protection de l'innervation sous cutanée. À partir de ce stade d'exposition, diverses techniques ont été proposées pour améliorer la visualisation épiphysaire [80] afin d'offrir un jour suffisant sur l'articulation.

### 1.1.1.2- Discision du Triceps : Campbell et Gschwend



**Figure 18–Voie d’abord trans–tricipitale : 1 –muscle triceps, 2 – extrémité distale de l’humérus, 3 –nerf ulnaire, 4– sommet de l’olécrane.**

Campbell [81] a décrit cette voie d’abord en 1932. Celle-ci avait déjà été proposée par Langenbeck en 1864 [82]. Le nerf ulnaire doit être individualisé en premier. Elle consiste à réaliser une incision au centre du tendon et de l’aponévrose tricipitale jusqu’au sommet de l’olécrane.

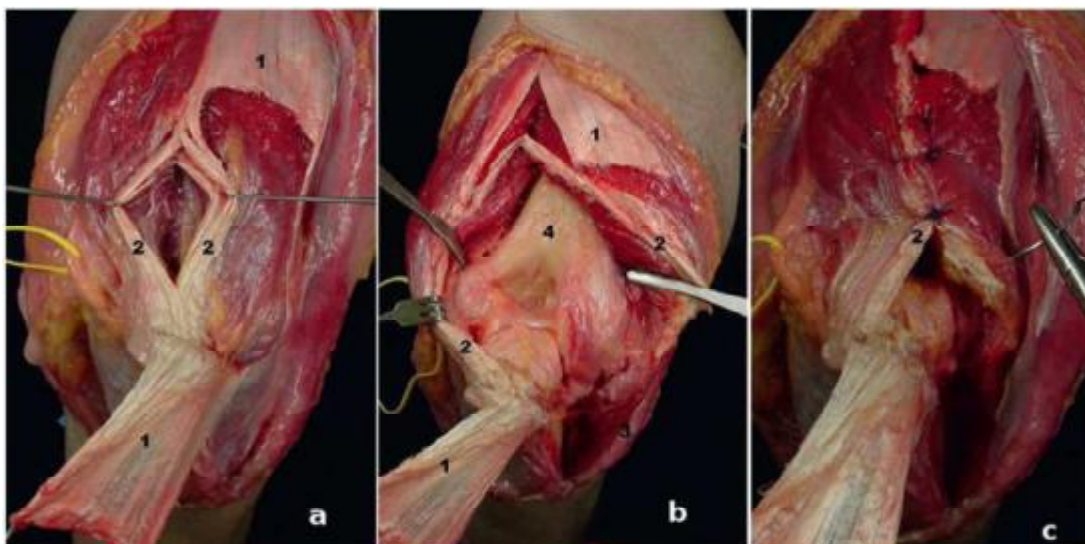
Puis on réalise le décollement sous-périosté du muscle fléchisseur ulnaire du carpe en dedans et des muscles anconé et extenseur ulnaire du carpe recouverts du fascia antébrachial, à la partie latérale de l’ulna (Fig.18).

Une modification a été apportée par Gschwend [83] qui recommande la décortication de l’ulna à la scie oscillante ou à l’ostéotome afin de permettre une meilleure cicatrisation (os-os) du tendon tricipital. La discision du triceps peut se poursuivre en proximal avec prudence pour éviter toute lésion du nerf radial.

En fin d’intervention, les deux lambeaux musculo-aponévrotiques sont réinsérés à l’olécrane par des points transosseux et le tendon tricipital est suturé par des points en X. Un soin tout particulier doit être pris au niveau de la suture au sommet de l’olécrane afin d’éviter toute complication en boutonnière.

### 1.1.1.3-Discision du triceps et lambeau aponévrotique en « langue » : Van Gorder

Cette voie d'abord a initialement été décrite par Campbell puis modifiée par Van Gorder [84] puis Wadsworth [85].



**Figure 19 - Lambeau en U renversé selon Van Gorder .**

**a : lambeau aponévrotique en langue à base olécrânienne. b : partie tendineuse intra-musculaire. c : extension distale par le décrochage de l'anconé.**

Cette technique a été initialement décrite dans le cadre des luxations chroniques du coude.

Le lambeau tricipital permet, par une technique de V-Y, un allongement de l'appareil extenseur.

Le fascia et l'aponévrose superficiel du triceps sont incisés en forme de V ou de U sur une dizaine de centimètres afin de créer un lambeau aponévrotique à base olécrânienne.

Le lambeau est levé du corps musculaire (fig.19). Il est important de conserver les fibres de Sharpey tendu entre la partie postérieure du tendon et le sommet de

l'olécrane. Le lambeau est conservé pendant toute l'intervention dans une compresse humide afin d'éviter son dessèchement. La partie tendineuse intramusculaire (zone avasculaire) est visualisée puis incisée longitudinalement permettant l'accès à la partie postérieure de l'articulation (une section en Z peut y être ajoutée en cas de nécessité d'allongement). Le muscle anconé peut ensuite être levé de l'ulna.

Cette technique permet de conserver la vascularisation du triceps ainsi que son innervation et celle de l'anconé. La technique originale consistait en une section complète du triceps en U qui entraînait un nombre important d'infection profonde et de rupture tricpitale [86] suite à la dévascularisation du muscle.

La réparation est facile. Les deux lambeaux musculaires sont rapprochés, puis le lambeau aponévrotique est suturé avec ou sans allongement.

#### **1.1.1.4- Décollement et translation du triceps : voie de Bryan-Morrey**

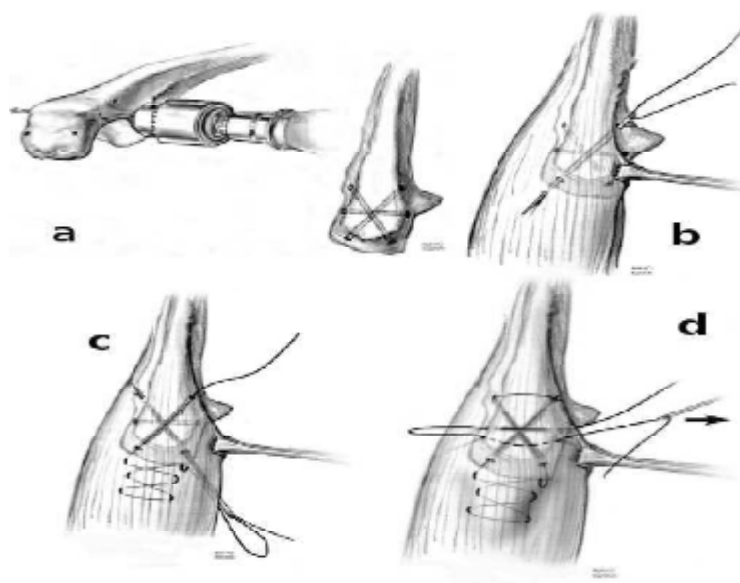
La voie d'abord postéro-médiale de la Mayo décrite par Bryan et Morrey [87] relève le triceps de sa partie médiale à latérale.

L'abord débute à la partie postéromédiale du bras où le nerf ulnaire doit être transposé en avant, après section du septum intermusculaire médial du bras. Le triceps est relevé dans son ensemble de la partie postérieure de l'humérus. Au niveau de l'olécrane, les fibres de Sharpey sont sectionnées par une dissection sous-périostée, finissant ainsi la libération du triceps. L'abord se poursuit au niveau de l'ulna où, en restant toujours sous-périostée, la partie latérale de l'ulna est visualisée et le muscle anconé peut être levé de ses attaches ulnaires.

Ainsi l'appareil extenseur peut être récliné au niveau de l'épicondyle latéral. La désinsertion ligamentaire donne un jour excellent sur l'articulation. Certains auteurs [88] proposent de lever

le triceps avec une lame osseuse olécrânienne créant ainsi un lambeau osseux anconé. Cet abord a l'avantage de ne pas désinsérer les attaches latérales entre le triceps et les autres tissus mous, et respecte l'innervation et la vascularisation du triceps. Les auteurs proposent une fermeture qu'ils nomment « criss-cross locked suture » [78] (Fig.20).

Trois tunnels de 3 cm de longueur sont réalisés à la mèche au niveau de l'olécrane, dessinant une étoile à six branches. La suture débute par le trou médiodistal, passe à travers le tendon tricépital puis se poursuit dans le second tunnel de proximomédial à distolatéral. Le coude est fléchi à 70° et la suture peut être bloquée. Un deuxième point, transversal à l'olécrane, est réalisé en passant à travers le dernier tunnel.



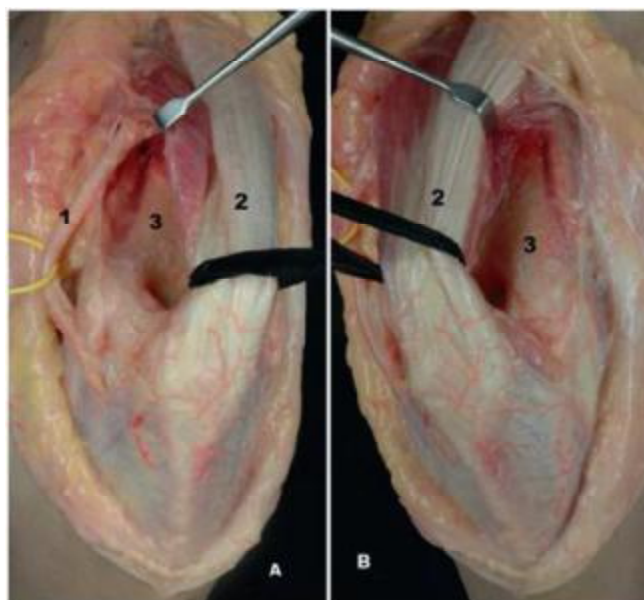
**Figure 20 - « criss-cross suture » (d'après Sanchez et Morrey [31])**

#### 1.1.1.5 -Voie paratricipitale : Alonso-Llames.

Cette voie d'abord a initialement été décrite par Alonso-Llames en 1972 pour le traitement des fractures supracondyliennes chez l'enfant [82]. Cette voie d'abord présente l'avantage de préserver la continuité du triceps et donc de ne pas

nécessiter d'immobilisation de protection post-opératoire. Cependant, la visualisation de l'articulation est moindre ce qui rend le geste opératoire plus compliqué. De plus, les manipulations de l'avant-bras nécessaires à la visualisation articulaire peuvent entraîner une traction excessive sur le nerf ulnaire. Le taux d'hématome post-opératoire serait plus important [89].

Les bords médiaux et latéraux du triceps sont identifiés puis incisés jusqu'à leur terminaison olécrânienne, afin de lever le triceps de l'humérus. Le nerf ulnaire est bien sûr repéré et protégé pendant l'intervention.



**Figure 21- Voie paratricipitale. A : fenêtre médiale, B : fenêtre latérale**

Les bords médiaux et latéraux du triceps sont identifiés puis incisés jusqu'à leur terminaison olécrânienne, afin de lever le triceps de l'humérus. Le nerf ulnaire est bien sûr repéré et protégé pendant l'intervention.

#### **1.1.1.6-Voies transolécrâniennes**

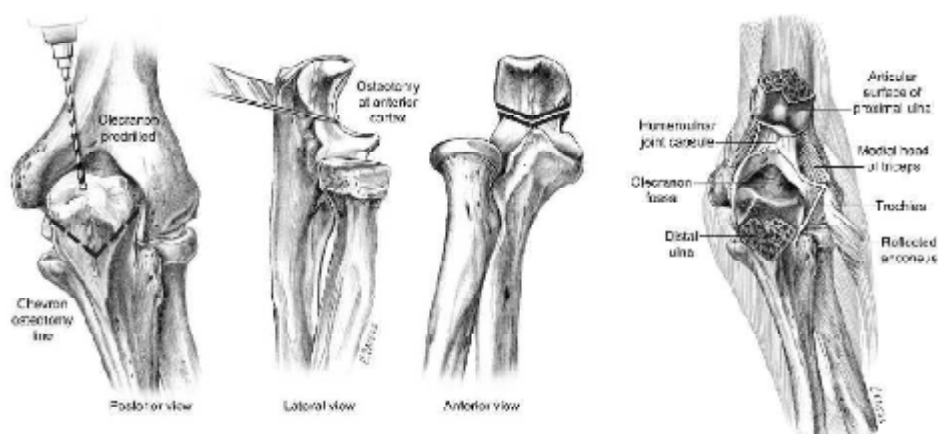
La voie transolécrânienne est la voie de référence pour les fractures de l'extrémité distale de l'humérus défendue par de nombreux auteurs [90.78. 91].



Elle a initialement été décrite par Mac Ausland en 1915 [92]. Son avantage majeur est l'excellent jour articulaire offert par rapport aux autres voies postérieures. Cependant le taux de complications vient contrebalancer cet avantage. Le taux de pseudarthrose de l'olécrane est de 30 % et celui de perte de réduction proche de 60 % en utilisant une ostéotomie transverse [93]. Le taux de pseudarthrose diminue entre 5 et 14 % en utilisant une ostéotomie en chevron [94.95.96] universellement recommandée à présent.

Je ne décrirai donc ici que la technique d'ostéotomie intra-articulaire en chevron (Fig.22).

Les techniques d'ostéotomie extra-articulaire et intra-articulaire transverse doivent être abandonnées.



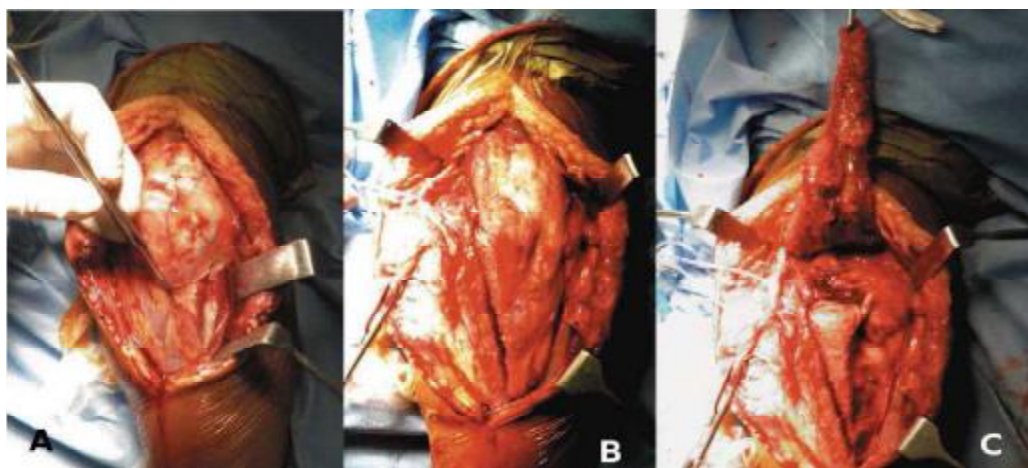
**Figure 22 - Ostéotomie trans-olécrânienne en chevron**

**Techniques :** le nerf ulnaire est individualisé et protégé tout au long de l'intervention. Le muscle anconé est désinséré de l'olécrane et l'articulation est distractée afin de repérer la portion cartilagineuse de l'incisure trochléaire. Une ostéotomie en chevron à base distale est réalisée à ce niveau. Le trait est débuté à la scie oscillante et terminé à l'aide d'un ostéotome.

La capsule ainsi que le faisceau postérieur du ligament collatéral ulnaire sont détachés. De cette manière, le tendon tricipital solidaire du fragment olécrânien peut être relevé proximalelement.

Initialement, l'ostéotomie olécrânienne était synthésée à l'aide d'une longue vis spongieuse transolécrânienne ou par un système de brochage et haubanage, suivi d'une immobilisation de trois semaines. Une étude plus récente [91] semble montrer la supériorité des montages par plaques, diminuant les complications de pseudarthrose de l'olécrane.

#### 1.1.1.7-Voie « TRAP » : Triceps-Reflecting Anconeus Pedicle.



**Figure 23- TRAP. Photographie opératoire d'un coude gauche .**

A - visualisation de l'espace entre l'anconé et l'extenseur ulnaire du carpe.

B - approche médiale entre le fléchisseur ulnaire du carpe et le périoste.

C - levée du lambeau

Cette voie a été décrite par O'Driscoll en 2000 spécifiquement pour le traitement des fractures distales de l'humérus [97] (Fig.23). Elle repose sur l'addition d'une voie de Bryan-Morrey et d'une voie de Kocher. L'abord latéral se déroule entre les muscles anconé et extenseur ulnaire du carpe qui sont séparés. Puis le muscle anconé est détaché de la face postérieure et latérale de l'ulna. La dissection se poursuit en proximal en levant le triceps de l'humérus.

L'abord médial est celui de Bryan-Morrey. Ainsi en rejoignant les incisions, un lambeau comprenant le triceps et l'anconé en continuité peut être levé. Le lambeau est gardé dans une compresse humide pendant l'intervention. La réparation se fait selon la technique du «criss-cross suture» (Fig. 20).

Cet abord est à présent recommandé par de nombreux auteurs [78.97.98] en remplacement des voies transolécrâniennes. Il permet par ailleurs une rééducation immédiate, gage de bons résultats.

## 1.1.1.8- Comparaison des différentes voies d'abord postérieures

Tableau 16- Tableau récapitulatif des différentes voies d'abord postérieures du coude

Voie d'Abord	Avantages	Complications	Commentaires
Trans-tricipitale	Visualisation de l'articulation « bonne »	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragilisation de l'appareil extenseur</li> <li>• Risque de boutonnière</li> </ul>	
Trans-tricipitale + Lambeau aponévrotique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisation de l'articulation « bonne »</li> <li>• Possibilité d'allongement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragilisation de l'appareil extenseur</li> <li>• Rupture tricipitale</li> <li>• Augmentation du risque d'infection</li> </ul>	Décrite initialement pour les rétractions du triceps dans le cadre des luxations chroniques du coude
Bryan-Morrey	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisation de l'articulation « bonne »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture tricipitale et fragilisation de l'appareil extenseur</li> </ul>	Appropriée pour la pose de prothèse totale de coude semicontrainte. La réinsertion trans-osseuse de l'appareil extenseur doit être méticuleuse
Paratricipitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuité du triceps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque d'étirement du nerf ulnaire</li> <li>• Taux d'hématome</li> </ul>	Décrite initialement pour le traitement des fractures supracondyliennes de l'enfant Exposition articulaire Médiocre
Trans-olécrânienne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jour articulaire excellent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pseudarthrose de l'olécrane</li> <li>• Perte de réduction</li> </ul>	L'ostéotomie doit être réalisée en chevron et en position intraarticulaire. Il semblerait que les réparations par plaque de l'olécrane donnent de meilleurs résultats.
TRAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jour articulaire correct</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragilisation de l'appareil extenseur</li> <li>• Rupture tricipitale</li> <li>• Hématome</li> <li>• Ossifications hétérotopiques</li> </ul>	

Dans notre étude la voie d'abord postérieure était la plus utilisée dans 70% des cas avec 43% des cas d'ostéotomie olécraniennne. Pour les autres auteurs, Kaiser a utilisé la voie postérieure avec ostéotomie de l'olécrane pour tous les cas. Bouabid a utilisé la voie postérieure avec ostéotomie de l'olécrane dans 68.8%.Hachimi avait noté une fréquence de 72.72% des cas qui ont bénéficié d'une voie postérieure avec ostéotomie olécraniennne. Ce qui montre l'importance de cette voie dans le traitement des fractures complexes, et l'intérêt de la voie transolécraniennne.

### **1.1.2- Voies d'abord latérale et médiale**

Le patient est installé pour ces voies en décubitus dorsal avec table à bras. Judet associe les deux voies pour traiter les fractures de l'extrémité distale de l'humérus.

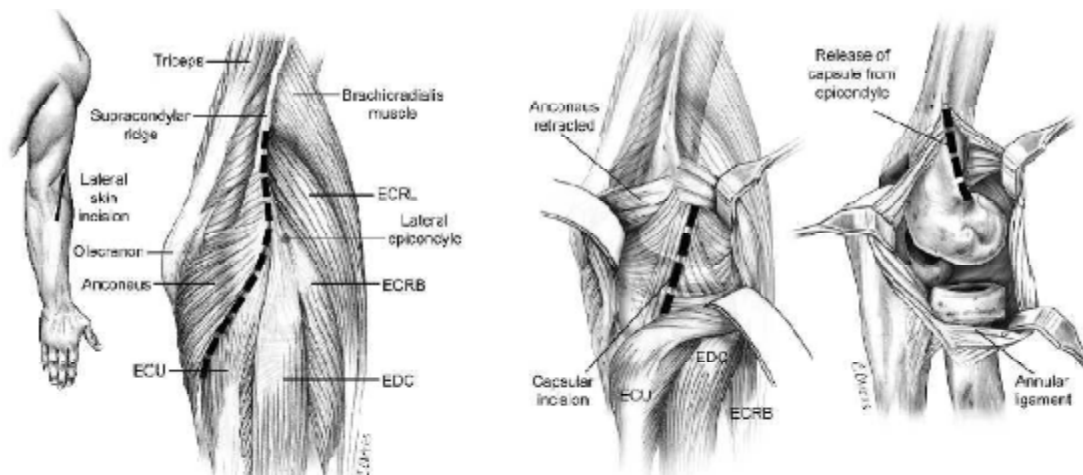
Elle one l'avantage de faciliter le contrôle radiologique peropératoire et permettent aussi d'accéder à l'ensemble des structures du coude sans léser l'appareil extenseur.

#### **1.1.2.1-Voie latérale : Kocher**

Toutes les voies latérales du coude ont en commun la proximité immédiate du nerf radial.

Il est conseillé de mettre l'avant-bras en pronation pour éloigner celui-ci d'environ 1 cm [99].

L'incision débute à la partie proximale (fig.24), environ trois travers de doigt au dessus de l'épicondyle latéral puis croise celui-ci en s'incurvant et longe la face latérale de l'avant-bras, en regard de la tête radiale. L'incision ne doit pas être trop antérieure afin d'éviter la branche profonde du nerf radial.



**Figure 24 – Voie de Kocher.**

L'abord se poursuit selon la voie décrite par Kocher [90]. Le passage se fait dans l'intervalle entre le triceps en arrière et les muscles brachioradial et long extenseur radial du carpe en avant.

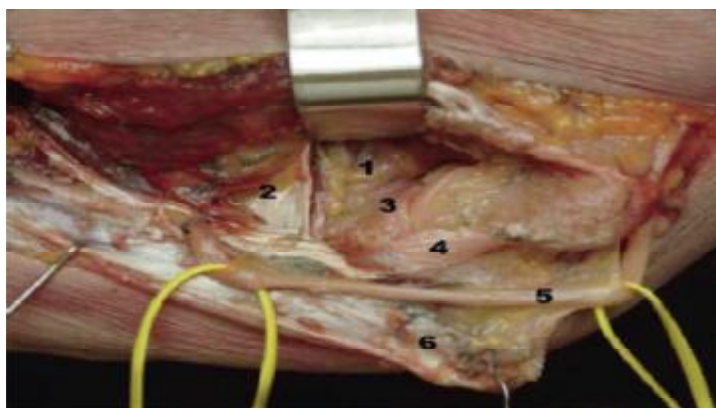
Ceci permet d'exposer la partie latérale de l'humérus. L'exposition peut être poursuivie dans l'espace entre l'anconé et l'extenseur ulnaire du carpe permettant, après avoir écarté l'extenseur commun des doigts vers l'avant, une vision complète de la partie latérale de l'articulation (après capsulotomie et désinsertion du ligament).

L'abord peut être étendu proximale sur le pilier latéral. On peut de plus dégager une fenêtre antérieure en réalisant la désinsertion sous-périostée du brachioradial et du long extenseur du carpe [101]. Cette voie permet de traiter les fractures distales de l'humérus (intéressant au moins le pilier latéral) avec un bon jour articulaire. Cependant, il est impossible de voir la partie médiale de l'articulation et une voie d'abord unique apparaît donc insuffisante pour traiter les fractures articulaires complexes.

En cas de nécessité, une exposition plus étendue reste possible. Il s'agit de la voie de Kocher modifiée par la Mayo Clinic [78] « extensil posterolateral exposure ».

Elle consiste à relever l'appareil extenseur de dehors en dedans, en sectionnant les fibres de Sharpey du sommet de l'olécrane. Le ligament collatéral latéral doit être désinséré et devra donc être réparé en fin d'intervention. Il faut prendre un soin tout particulier à ne pas léser le nerf ulnaire en fin de décollement. Elle correspond à une voie de décollement et translation du triceps, dans le sens opposé à une voie de Bryna-Morrey.

#### 1.1.2.2-Voie médiale : Hotchkiss « over-the-top »



**Figure 25- Voie de Hotchkis**

**(1) capsule antérieure et (2) muscle brachial écartés, visualisation (3) du processus coronoïde et (4) du ligament collatéral médial.(5) nerf ulnaire, (6) muscle fléchisseur ulnaire du carpe.**

Elle est réalisée pour les synthèses isolées de l'épicondyle médial. Elle est aussi recommandée par T. Judet qui l'associe à une voie d'abord latérale dans le traitement des fractures articulaires de l'extrémité distale de l'humérus. Cette voie correspond à celle décrite par Hotchkiss [102] en 1997.

L'incision se fait à la face médiale du bras et de l'avant-bras en passant en arrière de l'épicondyle médial. Le premier temps réalisé est la transposition antérieure du nerf ulnaire.

Ensuite, le repérage de la partie médiale du tendon du triceps et son décollement permettent d'ouvrir la fenêtre postérieure. La fenêtre antérieure est ouverte longitudinalement à la partie moyenne du tendon commun des épicondyliens médiaux. La désinsertion de la moitié antérieure du tendon et la dissection profonde (périostée) du muscle brachial permet un accès à la capsule et à l'articulation huméro-ulnaire antérieure (Fig. 25).

## **1.2 –Moyens d'ostéosynthèse**

### **1.2.1– Embrochage :**

Les broches de Kirschner sont essentiellement destinées à la fixation provisoire des différents fragments avant une synthèse par plaque.

L'inconvénient de l'embrochage est le manque de stabilité du montage et le risque de migration et de déplacement secondaire. Ce qui fait qu'il n'est utilisé que dans certains cas en association avec les autres moyens, vissage ou plaques pour fixer des fragments articulaires de petite taille.

### **1.2.2– Ostéosynthèse par vissage :**

Les vis canulés à compression sans tête notamment les vis d'Herbert largement utilisées dans les fractures parcellaires frontales. Elles ont l'avantage de ne pas être en conflit avec l'articulation et l'ablation de ces vis n'est pas obligatoire dans ce cas.

L'utilisation de vis isolées, transversales ou en triangulation, peut donner de bons résultats. Cependant, elle doit en règle, être évitée en raison du manque de rigidité du montage.

### **1.2.3– Ostéosynthèse par plaques :**

–les plaques en Y renforcées ou plaques « Lambda » : Selon l'équipe de Saragaglia [33] l'ostéosynthèse par plaque « Lambda » donne d'excellents résultats à moyen terme tant en ce qui concerne la stabilité de la fixation par ces plaques que



la récupération fonctionnelle du coude même chez des patients âgés ostéoporotiques. Ce qui a également été démontré par Luegmair et al. [103]. Elle peut être utilisée pour tout type de fracture, de la fracture diaphysaire distale à la fracture de type C de l'AO. Elle s'adapte parfaitement à l'extrémité distale de l'humérus du fait que « ses jambes » sont sécables et qu'elles peuvent être moulées sur l'os en peropératoire. L'absence de verrouillage des vis n'a jamais posé de problème particulier selon ces auteurs [33].

- Les plaques prémoulées type Lecestre constituent toujours un progrès incontestable. Sa rigidité en forme de gouttière bien adaptée à la morphologie de la colonne externe, est supérieure aux plaques non prémoulées type tiers de tube de l'AO. La disposition des trous et leur forme permettent la reconstruction épiphysaire en un seul temps.

- Les plaques dérivées de tube (1/3 tube) : leur grand avantage est l'effet de stabilisation de la rotation. Leur inconvénient est leur faible épaisseur responsable d'une faible rigidité. Le montage de ces plaques se fait en association avec une autre plaque plus rigide.

Récemment ces plaques ont été utilisées pour la fixation de l'ostéotomie olécraniennne lors d'un abord postérieur du coude, permettant une ostéosynthèse plus stable avec moins de complication par rapport à la fixation avec embrochage haubanage [91].

- Les plaques verrouillées à orifices et têtes de vis filetés qui se solidarisent à la plaque : Le caractère divergent des vis dans les trous verrouillés assure une bonne stabilité du montage et une forte résistance aux forces de flexion, de rotation et des contraintes axiales comme avait montré Korner et al. [105] à partir d'un modèle expérimental. Ils ont comparé l'utilisation des plaques verrouillées et non verrouillées dans un montage à 90°. Les plaques verrouillées montrent une

supériorité en termes de rigidité et de résistance aux contraintes. Sur le versant clinique, Kaiser et al. [42] soulignent l'absence de défaillance du matériel verrouillé essentiellement chez les sujets âgés. Cependant, dans une étude intéressante qui compare (de manière rétrospective) l'utilisation des deux systèmes, Berkes et al.[106] ne dégage aucune différence significative en terme de défaillance du matériel, infection ou reprise chirurgicale, ceci sur une cohorte importante de 96 patients. En revanche, pour ce qui est du coût financier des deux systèmes, la balance penche énormément vers les systèmes classiques : le système verrouillé coûte 348 % de plus que le classique.

#### **1.2.4–Le fixateur externe**

Le traitement par fixateur externe articulé ou non par montage huméro-ulnaire ou huméro-radial est possible en fonction du type de fractures et du terrain.

Chaudhary [107] recommande l'utilisation de deux fixateurs externes, un médial et un latéral, permettant une consolidation épiphysaire avec conservation de l'alignement huméral.

L'utilisation d'un fixateur monolatéral est possible, à condition de réaliser une distraction dans l'axe de l'humérus. Le montage doit être huméro-ulnaire, avec prise distale dans la partie proximale de l'ulna, c'est à dire dans la région olécraniennne. Le recours au ligamentotaxis permet de réaliser l'alignement, par traction, de l'épiphyse humérale distale [74].

Les résultats à distance du traitement de ces fractures sont constamment moins bons que celui du traitement de leur équivalent fermé, quel que soit le mode de stabilisation choisi [74].

L'utilisation d'un fixateur articulé est envisageable avec verrouillage total initial, et mobilisation secondaire après cicatrisation des parties molles. Le recours à des fixateurs à centre de rotation fixe ne permet pas d'espérer récupérer la totalité

de la mobilité articulaire du fait d'un effet came lors des 30 derniers degrés d'extension [74.]

### **1.3-Indications**

- Pour les fractures articulaires pures (capitellum, Kocher), Une fixation par un vissage direct antéropostérieur par des vis de type Herbert est préférable, les vis sont alors enfouies dans l'articulation pour éviter tout conflit intra articulaire des vis.

L'utilisation des broches de Kirschner est déconseillée pour risque élevé de migration des broches et de déplacement secondaire [108].

La fixation par un matériel biodégradable en polyglycolide a été rapportée avec des résultats satisfaisants [109,110].

- Pour les fractures supra-condyliennes simples, l'utilisation d'une plaque est indiquée. Dans notre série nous avons utilisé la plaque Lecestre. Les plaques verrouillées n'ont pas été utilisées par indisponibilité.

- Les fractures sus et intercondyliennes et les fractures transcondyliennes imposent une ostéosynthèse par 2 plaques par un montage orthogonal classique à 90° ou par le montage parallèle à 180°. Les études biomécaniques comparant le positionnement à 90° et celui à 180° sont nombreuses. La plupart des auteurs sont en faveur du système parallèle [113-117]. Par contre, Jacobson et al défend la thèse contraire. Shin et al [118] avait mené une étude prospective sur 35 patients et retrouve deux défaillances du matériel (plaque postéro-latérale) contre aucune dans le groupe parallèle mais aucune différence significative sur le résultat final.



**Fig.27 : Différentes configurations d'ostéosyntheses. Les deux premières colonnes présentent un montage perpendiculaire, la dernière colonne un montage parallèle**

-le fixateur externe est réservé aux fracas ouverts, souvent associé à des gestes de couverture par divers lambeaux. Il a toute sa place dans le cadre du "damage control" en attente d'un traitement définitif ou en cas de coude instable après ostéosynthèse [17]. Certaines équipes l'utilisent comme complément d'une ostéosynthèse à minima, essentiellement chez le sujet âgé.

## **2- Les résections osseuses**

L'ablation réglée du capitellum était préconisée par de nombreux auteurs du fait de la simplicité des suites opératoires et difficultés de l'ostéosynthèse [119,120]. Cependant, les résultats médiocres à moyen terme et le risque d'instabilité séquellaire du coude en valgus [121], ont fait que les résections

d'emblée sont réservées actuellement aux fragments de petite taille et/ou comminutifs. La réduction à foyer ouvert donne les meilleurs résultats, à condition d'être anatomique. Pour Dischino et al [122], elle représente le traitement de choix des fractures diagnostiquées tardivement.

-La résection arthroplastie peut s'envisager dans les fractures inter-condyliennes complexes avec comminution articulaire majeure au dessus de toute possibilité de synthèse. Trop serrée, la résection expose à une ankylose. Trop large, à un coude ballant, moins bien toléré.

### **3-Arthroplastie du coude**

#### **3.1-Prothèse totale du coude**

L'objectif d'un patient âgé fracturé est de pouvoir retrouver rapidement un coude indolore et fonctionnel. Mais, les problèmes de l'âge avancé et du terrain ostéoporotique, des comorbidités, et de la comminution articulaire rendent difficile leur prise en charge. L'utilisation d'une prothèse totale de coude pour le traitement de ces fractures a été proposée par Cobb et Morrey en 1997 avec des résultats immédiats satisfaisants [27]. L'hypothèse de cette étude était que la prothèse totale de coude pouvait représenter une solution thérapeutique fiable chez les sujets de plus de 65 ans présentant une fracture articulaire de la palette humérale. Depuis cette étude, de nombreuses séries ont été publiées afin de poser les indications (patient-type, type de fracture) et les résultats à en attendre. Dans notre série aucune prothèse du coude n'a été utilisée.

**3.1.1– Indications des prothèses totales de coude en traumatologie [123]:****Tableau 17 : Indications des prothèses totales de coude en traumatologie**

Indications	Contre indications
<ul style="list-style-type: none"> <li>• fracture non ostéosynthésable</li> <li>• ostéoporose</li> <li>• rhumatisme inflammatoire</li> <li>• patient de plus de 70 ans</li> <li>• sédentaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infection</li> <li>• lésions cutanées</li> <li>• atteinte neurologique</li> <li>• patient non compliant</li> <li>• démence</li> </ul>

**3.1.2– choix de l'implant**

Le cahier de charge [124] d'une prothèse totale du coude comporte :

- la reproduction de l'anatomie et de la physiologie articulaire du coude ;
- la reproduction de l'axe de rotation du coude et l'arc fonctionnel de mobilité ;
- assurer la stabilité articulaire ;
- résister aux contraintes antéropostérieures.

Pour cela il existe différents types de prothèses :

- les prothèses totales sans charnière ;
- les prothèses à charnière ;
- et les prothèses dites "convertibles"

Les prothèses à charnière, semi-contraintes respectent ce cahier de charges.

Trois prothèses de ce type sont disponibles :

- Coonrad–Morrey : Zimmer R, Warsaw, USA
- Latitude : Tornier R , Saint–Ismier, France
- Discovery : Biomet R, Warsaw, USA

La prothèse de Coonrad–Morrey est pour l'instant l'implant de choix pour le traitement des fractures de l'humérus distal du sujet âgé. McKee et al. a montré qu'avec cette prothèse, l'excision des piliers huméraux n'avait pas de conséquence sur la force de l'avant-bras, du poignet et de la main, ni d'effet sur le MEPS [125]. La prothèse peut compenser la perte du capital osseux grâce à la stabilité intrinsèque induite par la charnière.

### **3.2– L'hémiarthroplastie de coude**

Cette option a été proposée récemment. Seules de courtes séries ont été publiées avec de faibles reculs (10 mois) [123]. L'hémiarthroplastie utilisée doit être anatomique. L'indication de cette prothèse ne se conçoit que si les colonnes sont préservées pour assurer la stabilité de la prothèse ou si ces colonnes peuvent être synthésées. La voie d'abord utilisée est habituellement la voie transolécraniennne. Les résultats à court terme semblent favorables, cependant, des complications sont observées comme l'usure de l'olécrane face à la prothèse humérale, la pseudarthrose de l'olécrane, le conflit avec le matériel d'ostéosynthèse nécessaire pour fixer les colonnes, ou l'instabilité prothétique. Cette option reste encore à valider.

## **IV–Rééducation fonctionnelle**

### **1–Après ostéosynthèse**

La rééducation fonctionnelle [126] garde une place fondamentale dans la prise en charge de ce type fracturaire. Elle a pour but de prévenir la raideur et de réintégrer le coude dans le programme moteur du membre supérieur. Ce schéma de rééducation est subdivisé en trois phases :

La première est une immobilisation stricte par attelle postérieure brachioantébrachiale coude fléchi à 90° et en supination, sa durée varie de un à sept

jours et dépend essentiellement de la qualité de l'os, de la solidité supposée du type d'ostéosynthèse et l'importance des phénomènes douloureux.

La seconde phase est une période de mobilisation contrôlée (de j8 à j45). Elle permet d'éviter les adhérences des plans de glissement périarticulaires, générateurs d'une limitation d'amplitude. Jusqu'au 21eme jour, l'attelle plâtrée est retirée uniquement au cours des séances de rééducation, puis portée la nuit pendant trois semaines complémentaires.

La mobilisation est douce et lente. Les prises sont proches du centre articulaire, pour réduire le bras de levier car la fracture n'étant pas consolidée et pour être « à l'écoute de l'articulation ». L'arc de pronosupination est retrouvé sans difficultés ; en revanche, les derniers degrés d'extension et la flexion complète sont les secteurs déficitaires.

La troisième phase est de récupération fonctionnelle (après j45 et s'étend sur une période de 3 à 6 mois ). La fracture étant consolidée. Les techniques passives « plus agressives » peuvent être employées (postures avec poids ou les suspensions). Le renforcement musculaire s'effectue quand le coude est mobile, indolore et stable.

Dans notre série, les fractures dont la mobilisation a été précoce, à savoir toutes nos fractures de type A et B et le sous type C1, ont eu à terme un meilleur résultat fonctionnel du coude. Ce qui montre l'intérêt de la mobilisation précoce qui oblige une ostéosynthèse stable.

## **2- Après arthroplastie**

Pour les prothèses totales du coude le protocole varie. En postopératoire, une attelle antérieure est placée pour garder le coude en extension. Le membre est surélevé pendant 48 h, puis le drain de Redon est enlevé et le patient est autorisé à mobiliser son coude en fonction de la douleur. Une simple écharpe est prescrite. Il n'y a pas de rééducation nécessaire [123].



## **E- EVOLUTION ET COMPLICATIONS**

### **I- Evolution**

La consolidation se fait habituellement en 45 à 60 jours, mais ce délai est souvent majoré, quel que soit le traitement, en cas de fracture ouverte ou de fracture comminutive.

Il ne faut pas retarder la rééducation afin d'éviter la complication majeure de ce type de lésion : la raideur. Tous les auteurs insistent sur la nécessité d'une courte immobilisation et d'une rééducation prolongée en raison de la lenteur de la récupération de la mobilité. Car, le coude est une articulation qui supporte mal l'immobilisation.

### **II- Complications générales**

#### **1- Infectieuses**

La littérature présente un taux d'infection entre 3 et 5 % lors des ostéosynthèses et entre 1 et 10% après prothèses [17]. Dans notre série le taux est comparable avec celui de la littérature. Il est de 4% des cas pour nous. Elhage rapporte une incidence de 9.1%, Saragaglia une incidence moins faible avec 2.7% des cas, Bouabid n'en rapporte aucune. Leur gravité justifie de prendre toutes les précautions afin de diminuer leur fréquence : respecter les délais en cas d'ouverture, effectuer une antibioprophylaxie une heure avant l'incision, utiliser un garrot stérile, changer régulièrement de gants, d'autant que l'intervention est souvent longue, irriguer le champ opératoire.

#### **2- Neurologiques :**

Les atteintes nerveuses varient de 3 à 12%, elles atteignaient 7% lors du symposium de la SOFCOT 2012 dominées par l'atteinte ulnaire [17]. Elhage rapportait un taux de 14.54% de neuropathie ulnaire post opératoire, 18.1% pour la

série de Saragaglia, Kaiser trouve 9.1% Dans notre série nous avons constaté une faible incidence de 2% de neuropathie ulnaire en postopératoire. Car, nous avons l'attitude de repérer le nerf ulnaire dès la voie d'abord et de ne le transposer que lorsqu'un conflit avec le matériel est prévisible.

Les cas de neuropathie ulnaire survenant à distance de l'intervention peuvent être causés par une gêne du matériel posé sur la colonne médiale, un cal vicieux en valgus ou des ossifications hétérotopiques.

Le traitement du facteur favorisant ainsi que la transposition antérieure permettent en règle générale la résolution de l'irritation du nerf ulnaire.

### **3- Ossifications hétérotopiques**

L'incidence des ossifications hétérotopiques après fracture de l'extrémité distale de l'humérus est comprise entre 0 % et 49 % dans la littérature avec des taux de ré-opération entre 10 % et 15 %. Cependant ces taux très importants ne reflètent probablement pas la réalité.

Il existe une confusion dans la définition des ossifications hétérotopiques dans de nombreuses publications mélangeant : les myosites ossifiantes, les ossifications ectopiques, des ossifications hétérotopiques véritables et entraînant une perte de mobilité [16.127.128].

Le véritable taux se rapproche probablement plus des 10 % dans le cadre des fractures humérales basses.

Les facteurs classiques retrouvés sont : les fractures de tête radiale, la durée prolongée de l'intubation, les traumatismes sévères, le délai entre le traumatisme et la chirurgie, le nombre d'opérations, les brûlures, les atteintes spinales [129].

Il faut insister sur l'intérêt du lavage abondant au cours de l'intervention et l'utilisation des anti inflammatoires type indométacine en post opératoire surtout

chez les sujets ayant ces facteurs de risque, même s'il n'y a pas de preuve statistiquement significative.

Concernant nos résultats nous n'avant objectivé aucun cas d'ossification hétérotopique.

#### **4-Raideurs**

L'articulation du coude est une articulation propice aux raideurs [130]. La raideur est donc une complication fréquente.

Une raideur invalidante nécessite un bilan complet avec coupes TDM fines et arthroscanner permettant d'identifier les butées osseuses, les corps étrangers intra-articulaires radio-transparents, et le volume de la cavité articulaire. Au terme de ce bilan, la raideur peut être classée en raideur extrinsèque ou intrinsèque, selon l'existence ou non d'une incongruence articulaire, avec perte de la possibilité de glissement des surfaces articulaires.

Les causes extrinsèques de la raideur sont des adhérences capsulaires antérieures et/ou postérieures, adhérences des muscles triceps ou brachial, une rétraction capsulaire, des butées osseuses intra ou extra-articulaires, une saillie du matériel de synthèse.

Les raideurs peu importantes (moins de 30°) justifient une arthrolyse arthroscopique [131], ou une arthrolyse à minima sans ablation de matériel. Les lésions complexes doivent être traitées par arthrolyse à ciel ouvert [132], avec ablation de matériel, ou prothèse de coude associée à une arthrolyse chez les sujets les plus âgés [133].

Dans notre série on a trouvé 04 cas de raideurs soit 7.8 % des cas, Elhage trouve 23.63% des cas, par contre Saragaglia objective une incidence de 5.4%. Cette variabilité est due à la différence entre les cas, les types de fractures, la prise en charge et la pratique de la rééducation d'une série à l'autre.

### **III- Complications propres aux ostéosynthèses**

#### **1- Pseudarthrose aseptique**

L'incidence est comprise entre 2 % et 10 % et entraîne des douleurs, une instabilité du coude, et au final, une limitation du mouvement et de la fonction [92.127].

Le siège de la pseudarthrose est souvent celui du trait supracondylien et peut associer une fracture du matériel.

Le seul facteur de risque trouvé concerne la qualité de l'ostéosynthèse en terme de rigidité. L'âge, le sexe, la cause du traumatisme ou encore le type de fracture ne sont pas statistiquement mis en cause dans la survenue de pseudarthrose [134]. Cependant, il y a un rapport direct entre la qualité osseuse et la qualité du montage ; l'ostéoporose est obligatoirement à prendre en compte.

Dans un premier temps, le caractère septique de la pseudarthrose doit être éliminé. La prothèse totale de coude est une option thérapeutique intéressante à partir de 60 ans, pour le traitement de ces pseudarthroses.

Notre série rejoint celles des autres auteurs dans les résultats concernant le taux de pseudarthrose. Nous rapportons 1 cas soit 2%, Elhage rapporte une incidence de 3.6%, Saragaglia 2.7% et Bouabid ne rapporte aucun cas.

#### **2 -Les déplacements secondaires**

C'est une complication classique du traitement par ostéosynthèse. Elle survient plus ou moins rapidement selon la qualité du montage. Les taux de déplacements secondaires sont variables dans les séries allant de 2,5 % à 29 % [135.136]. Ces démontages conduisent inexorablement à une immobilisation (au risque de perdre la mobilité du coude) ou à la reprise chirurgicale.

Notre série ne rapporte aucun cas de déplacement secondaire.

### **3- Les fractures du matériel de synthèse**

Ces complications sont devenues plus rares depuis l'utilisation de matériel rigide. L'utilisation de plaque tiers de tube est la principale cause de fracture du matériel avec un taux avoisinant 20 % pour Wildburger et al.[137].

Pourtant cette plaque a été utilisée dans notre série en association avec une plaque Lecestre sans aucune complication de ce genre.

### **4- Les cals vicieux**

Les cals vicieux sont fréquents et probablement sous évalués. Ils peuvent être la conséquence d'un défaut de réduction ou d'un déplacement secondaire. Les cals vicieux sagittaux sont surtout l'apanage des fractures supracondyliennes. La présence d'un cal vicieux constitue un facteur péjoratif pour le développement de l'arthrose post-traumatique. Le caractère extra ou intra articulaire du cal ne change pas le risque d'arthrose. On note que notre série n'objective aucun cas de cal vicieux.

### **5- Autres complications**

La gêne causée par le matériel est fréquente, surtout due à la plaque médiale. Cependant le retrait ne doit pas être trop hâtif afin d'éviter toutes fractures itératives. L'ablation doit être discutée consciencieusement avec le patient en terme de bénéfice/risque.

Les complications à type d'ostéonécrose du condyle, totale ou partielle, sont relativement rares [138]. Pour les éviter, un soin particulier doit être pris pour ne pas endommager les vaisseaux perforants huméraux ainsi que les tissus mous avoisinants. En effet, les muscles profonds tapissant le périoste, possèdent des vaisseaux musculo-périostés qu'il faut dans la mesure du possible respecter [139].

Les instabilités post-traumatiques sont extrêmement rares [140]. Les causes sont difficilement identifiables : lésions ligamentaires survenues au traumatisme et non réparées ou lésions iatrogéniques.

## **IV Complications spécifiques des prothèses**

Il n'existe malheureusement aucune étude spécifique sur les complications des prothèses de coude posées en condition de fracture : les cohortes et le recul ne sont souvent pas suffisants.

L'incidence propre de chaque complication ne peut donc pas être connue. Le spectre des complications des prothèses totales de coude est tout de même bien cerné grâce à des études combinant toutes les indications.

### **1- Descellement aseptique des implants**

Le descellement aseptique est la complication la plus fréquente des prothèses totales de coude. L'incidence varie bien sûr selon l'indication et le niveau d'activité du patient. La littérature note tout de même des taux de descellement supérieur dans les indications post traumatiques, fractures et pseudarthrose par rapport aux indications pour arthrose et arthropathie inflammatoire [141.142.143].

Les prothèses semi-contraintes sont plus à risque de descellement que les prothèses à glissement, principalement utilisées dans les indications non traumatiques. Ce constat explique probablement ces données. Le risque de fracture périprothétique est réel même pour des traumatismes minimes.

### **2- Fractures périprothétiques**

Le taux de fractures périprothétiques a été reporté par O'Driscoll à environ 5 % de l'ensemble des implantations de prothèse [144]. La cause traumatique est la principale. L'ostéoporose, le descellement, le « stress shielding », la mauvaise

technique, et les patients non compliants contribuent au risque de fracture périprothétique.

### **3- Instabilité**

Les prothèses à charnières deviennent instables suite au descellement des implants, à la fracture des implants ou à la faillite mécanique de la charnière.

## **F- RESULTATS FONCTIONNELS**

### **I-Résultats en fonction des séries**

Dans ce tableau nous allons faire une comparaison entre nos résultats fonctionnels et ceux de la littérature.

**Tableau 18 : résultats fonctionnels en fonction des séries**

TFCC	: complexe fibrocartilagineux triangulaire du carpe.	TFCC	: complexe fibrocartilagineux triangulaire du carpe.
Pajarinen [36]	Jupiter	55.6%	44.4%
Roques [150]	Morrey	65%	35%
Feron [149]	Jupiter	72.9%	27.1%
Bouabid	MEPS	57.8%	42.2%
Lahrach	Jupiter	54.17%	45.83
Hachimi	Jupiter	52.17%	47.83
Notre série	MEPS	70.4%	29.6%

Concernant les résultats fonctionnels, la comparaison avec la littérature est difficile car les critères d'évaluation et l'inclusion des types fracturaires sont variables. Dans notre série, nos résultats sont parmi les bons, nous avons obtenu 70.4 % de résultats satisfaisants. Ce qui confirme en accord avec la littérature l'intérêt d'une prise en charge chirurgicale des fractures de la palette humérale dont le pronostic fonctionnel repose sur la restitution anatomique parfaite et les possibilités de mobilisation précoce.



Les résultats moyens et mauvais sont les moins fréquents et représentent 29.6 % dans notre série.

## II-Résultats en fonction des séries de plaques

**Tableau 19 : Résultats en fonction des séries de plaques**

Série	Nombre de cas	Age	Recul/ mois	MEPS moyen	Complications
Saragaglia	75	16-95	115	97	12%
Doornberg [147]	30	13-64	144-360	91	
Schmidt	45	14-87	14	85	36%
Kaiser	16		30.5	84.7	
Sanchez Stello [146]	32	19-90	24	85	29%
Shin [145]	35	18-94		93	22%
Greiner [148]	14	21-83	12	91	25%
Notre série	31	15-70	19.6	83	18.1%

La comparaison de notre série avec les séries de plaques montre que le score MEPS varie entre excellent (90 à 100 points) et bon (75 à 89 points). Malgré un taux de complication qui varie entre 36 % à 12 %, l'ostéosynthèse par plaques reste un choix optimal pour le traitement des fractures de la palette humérale.

# CONCLUSION

Les fractures de la palette humérale sont de plus en plus fréquentes, ceci est en rapport avec l'augmentation des accidents de la voie publique chez le sujet jeune et la fréquence des chutes chez le sujet âgé ostéoporotique.

Le traumatisme survient souvent par mécanisme direct et la forme anatomique la plus décrite est le type de fractures sus et intercondyliennes.

Le diagnostic radiologique repose sur les clichés standards réalisés aux urgences et les clichés en traction réalisés au bloc opératoire. La TDM avec reconstruction multiplanaire peut être envisageable pour les fractures parcellaires ou pour les fractures très comminutives chez le sujet âgé pour une préparation préopératoire adaptée.

Le traitement chirurgical est systématique chez le sujet jeune et de première intention chez le sujet âgé. Le traitement orthopédique est abandonné par tous les chirurgiens orthopédistes, hormis pour certaines fractures non déplacées, ainsi que chez les patients qui présentent un risque opératoire important et une demande fonctionnelle limitée.

Le but du traitement chirurgical est d'assurer une ostéosynthèse stable qui permet une rééducation précoce, seule gage de bons résultats fonctionnels.

L'ostéosynthèse par plaques a montré ses intérêts en termes de stabilité et de résultats fonctionnels pour le traitement des fractures complexes.

Cependant l'ostéosynthèse ne se fait pas sans complication et sans résultats décevants.

Les complications de ces fractures doivent rester présentes à l'esprit du chirurgien : raideur articulaire, pseudarthrose, cal vicieux, ossification périarticulaire et neuropathie cubitale. Les patients doivent en être informés avant l'intervention.

L'utilisation d'une arthroplastie est à présent une option validée qui doit faire entièrement partie de l'arsenal thérapeutique chez le sujet âgé.

# RESUME

## RESUME

Les fractures de la palette humérale sont difficiles à traiter du fait de leur fréquente complexité et de la complexité anatomique de la région du coude. La stabilité et la reconstruction anatomique de la fracture sont essentielles pour autoriser une mobilité précoce.

Notre objectif est d'évaluer les résultats fonctionnels et les complications du traitement chirurgical par ostéosynthèse des fractures de la palette humérale. Il s'agit d'une série continue rétrospective de 51 patients (2009–2014) d'âge moyen 37.7 ans (15ans –75 ans).

Nous avons adopté la classification de l'AO pour classer nos fractures. Tous les patients ont été traités par réduction à ciel ouvert et une ostéosynthèse interne. Nous avons eu recours à la voie d'abord postérieure dans 70%, trans-olécranienne dans 47% des cas. Une évaluation régulière clinique et radiologique avec un minimum de 12 mois après la chirurgie a été préconisée pour tous les patients. Les résultats fonctionnels ont été évalués selon le score de Mayo Clinic.

Le recul moyen était de 18.5 mois (12– 24 mois), les fractures articulaires type C étaient le type de fracture le plus fréquent. Les plus mauvais résultats fonctionnels étaient observés dans ce type de fractures. Nous avons retrouvé deux cas d'infection, deux cas de pseudarthrose, un cas de démontage de l'ostéosynthèse et un cas de dysesthésies dans le territoire du nerf ulnaire. La raideur du coude était la complication la plus fréquente avec 04 cas, dont un cas a bénéficié d'une arthrolyse chirurgicale. A la révision.

Le score de Mayo Clinic moyen était à 86 points (40–100 points) avec une moyenne de score à 83 points pour l'évaluation des fractures traitées par plaques.

Ce qui montre l'intérêt du traitement chirurgical par ostéosynthèse et l'utilisation des plaques comme moyens stables.

## SUMMARY

The Fractures of the humeral palette aren't easy to treat due to the complexity of fractures and the anatomical complexity of the elbow. The stability and the anatomical reconstruction of the fracture are essential to authorize a premature mobility.

The aim of this work is to evaluate functional results and the challenges of treating the fractures of the humeral palette using surgical intervention with open reduction and internal fixation.

This is a rétrospective study of 51 patients (2009–2014) with an average age of 37.7 years old (15–75). To classify the different fractures we used A.O classification. All the cases were treated by surgical intervention using an open reduction with an internal fixation. Every patient got both clinical and radio therapies for a minimum period of 12 months after surgery.

The functional results were evaluated using the Mayo Clinic score. In this particular study, articular fractures type C were the most recurrent type of fractures. The most observed complication were four cases of elbow stiffness, one case of ostéosynthesis removing, one case of ulnar nerve dysesthesia and 2 cases of infection. The surgical treatment provided an encouraging results.

In fact, the Mayo clinic showed a score of 86 (40–100). With a Score in 83 points for the evaluation of fractures handled by plates. What shows the interest of the surgical treatment by internal reduction and the use of plates as stable ways.

## الملخص

تعتبر حالات كسر ريشة العضد صعبة العلاج بسبب الكسور المعقدة بالإضافة إلى التعقيدات التشريحية لمنطقة المرفق

هدفنا هو تقييم النتائج الوظيفية ومضاعفات العلاج الجراحي لهذه الحالات .

وقد شملت الدراسة 51 مريضا ( بين 2009 و 2014 ) تتراوح أعمارهم بين 15 و 17 سنة مع تقييم متوسط عمر الإصابة بهذه الكسور ب 37,7 سنة ، وذلك باعتماد التصنيف AO من أجل تحديد الكسور .

تمت معالجة جميع المرضى المذكورين عبر الجراحة المفتوحة والتقويم الداخلي للكسر ، تبعتها فترة عدم حركة المرفق متوسطها أسبوعان ونصف

كما استفاد جميع المرضى من متابعة سريرية وإشعاعية لا تقل لا تقل عن 12 شهرا بعد

الجراحة ، تم بعدها تحليل النتائج الوظيفية اعتمادا على سلم مايو كلينيك.

بخصوص المضاعفات الجراحية تم تسجيل 4 حالات لتيبس المرفق ، تفكك التثبيت الداخلي عن حالة واحدة ، إصابة العصب الزندي في حالة واحدة وحالتين من التعفن

لقد منح العلاج الجراحي نتائج مقنعة حيث أن متوسط نتائج مايو كلينيك هو 86 نقطة علما

أن المؤشر يتراوح بين 40 و 100 نقطة .

كما أن متوسط مؤشر الحالات التي اعتمدت في علاجها على استعمال الصفائح قد سجل

83 نقطة.

وهذا ما يثبت أهمية التقويم الداخلي لهاته الكسور وخصوصا باستعمال الصفائح الطبية .

# ICONOGRAPHIE





**Fracture sus et intercondylienne complexe traitée par plaque Lecestre et une plaque 1/3 de tube.**



**Fracture comminutive sus et intercondylienne traitée par plaque L ecestre+ plaque vissée 1/3 tube.**



**A-Fracture de l'épitrôchlée associée à une luxation postéro externe du coude.**

**B-Réduction de la luxation.**

**C-Ostéosynthèse de l'épitrôchlée par embrochage.**



**A-Fracture sus et intercondylienne traitée par 2 plaques.**

**B- l'évolution est marquée par la survenue d'une pseudarthrose séptique et le démontage du matériel d'ostéosynthèse.**

**C et D- Réintervention chirurgicale et ostéosynthèse par embrochage.**



**Fracture du condyle médial traitée par vissage.**



**Fracture supracondylienne simple sur un os ostéoporotique qui a suscité une ostéosynthèse par 2 plaques : plaque Lecestre et plaque vissée 1/3 tube.**



**Fracture sus et intercondylienne simple traitée par plaque Lecestre.**

# BIBLIOGRAPHIE



- 1- P. Kamina. Précis d'anatomie clinique : Anatomie générale, organogénèse des membres, membre supérieur, membre inférieur. Maloine, 4 édition, 2005.
- 2- A.I. Kapandji. Le coude. In Physiologie articulaire : schémas commentés de mécanique humaine, pages 76-144. Maloine, 2005.
- 3- Biomécanique fonctionnelle Membres-Tête-Tronc  
Michel DUFOUR | Michel PILLU |  
ELSEVIER / MASSON 2007
- 4- ROUVIERE H : Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle  
Tome III, 1982, 51-60.
- 5- W.D. Regan, S.L. Korinek, B.F. Morrey, and K.N. An. Biomechanical study of ligaments around the elbow joint. Clinical orthopaedics and related research, pages 170-179, 1991.
- 6- G.I. Bain and J.A. Mehta. Anatomy of the elbow joint and surgical approaches. In C.L.J. Baker, K.D. Plancher, and B.F. Morrey, editors, Operative Treatment of Elbow Injuries, pages 1-28. Springer, 2001.
- 7- F.K. Fuss. The ulnar collateral ligament of the human elbow joint. anatomy, function and biomechanics. Journal of anatomy, 175 :203-212, 1991.
- 8- J. Imatani, T. Ogura, Y. Morito, H. Hashizume, and H. Inoue. Anatomic and histologic studies of lateral collateral ligament complex of the elbow joint. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 8 :625-627, 1999.
- 9- B.F. Morrey and K.N. An. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. Clinical orthopaedics and related research, pages 84-90, 1985.
- 10- N. Takigawa, J. Ryu, V.L. Kish, M. Kinoshita, and M. Abe. Functional anatomy of the lateral collateral ligament complex of the elbow : morphology and strain. J Hand Surg Br., 30 :143-147, 2005.

- 12- B.S. Olsen, M.T. Vaesel, J.O. Sojbjerg, P. Helmig, and O. Sneppen. Lateral collateral ligament of the elbow joint : anatomy and kinematics. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 5 :103-112, 1996.
- 13- D. Hannouche and T. Begue. Functional anatomy of the lateral collateral ligament complex of the elbow. *Surgical and radiologic anatomy : SRA.*, 21 :187-191, 1999.
- 14- An KN, Morrey BF, Chao EY. Carrying angle of the human elbow joint. *J. Orthop. Res. Off. Publ. Orthop. Res. Soc.* 1984;1(4):369-378.
- 15- Deland JT, Garg A, Walker PS. Biomechanical basis for elbow hinge-distractor design. *Clin. Orthop.* févr 1987;(215):303-312.
- 16- Alcid JG, Ahmad CS, Lee TQ. Elbow anatomy and structural biomechanics. *Clin. Sports Med.* oct 2004; 23(4):503-517, vii.
- 17- J.-L.Charissoux, P.-S.Marcheix, C. Mabit. *Factures de la palette humérale de l'adulte.* EMC 2015. 14-041-A-10.
18. Chantelot C, Wavreille G, Dos Remedios C, Landejerit B, Fontaine C, Hildebrand H. Intra-articular compressive stress of the elbow joint in extension: an experimental study using Fuji films. *Surg. Radiol. Anat. Sra.* mars 2008;30(2):103-111.
19. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J. Bone Joint Surg. Am.* juill 1981;63(6):872-877.
- 20- Miyake J, Shimada K, Moritomo H, Kataoka T, Murase T, Sugamoto K. Kinematic Changes in Elbow Osteoarthritis: In Vivo and 3-Dimensional Analysis Using Computed Tomographic Data. *J. Hand Surg.* 2 avr 2013;
- 21- Ring D, Jupiter JB, Zilberfarb J. Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid. *J Bone Joint Surg* 2002 ; 84A (4) : 547-51.

- 22- Schneeberger AG, Sadowski MM, Jacob HAC. Coronoïd process and radial head as postero lateral rotatory stabilizers of the elbow. J Bone Joint Surg 2004 ; 86A : 975-82
- 23- Morrey BF. The elbow and its disorders. 3e éd. Philadelphie : Saunders ; 2000. p. 365-420.
- 24- B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. The Elbow and Its Disorders. Elsevier Limited, Oxford, 4 e dition, 2009.
- 25- Adolfsson L, Hammer R. Elbow hemiarthroplasty for acute reconstruction of intraarticular distal humerus fractures; a preliminary report involving 4 patients. Acta Orthop 2006;77:785-7.)
- 26- C.M. Robinson, R.M.F. Hill, N. Jacobs, G. Dall, and C.M. Court-Brown. Adult distal humeral metaphyseal fractures : Epidemiology and results of treatment. Journal of Orthopaedic Trauma, 17 :38-47, 2003.
- 27- T.K. Cobb and Morrey B.F. Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. The Journal of bone and joint surgery American, 79 :826-832,1997.
- 28- S. Kaminen and B.F. Morrey. Distal humeral fractures treated with noncustom total elbow replacement. J Bone Joint Surg Am., 86-A :940-947, 2004.
- 29- Manueddu.C.A; Hoffmeyer.P; Haluzicky.M. Fractures de la palette humérale chez l'adulte : évaluation fonctionnelle et mesures de forces isométriques. Revue de chirurgie orthopédique, 1997, 551-560.
- 30- Elhag.R; Maynou.C; Jugnet.PM. Résultats a long terme du traitement chirurgical des fractures bicondyliennes de l'extrémité distale de l'humérus chez l'adulte. Chirurgie de la main, 2001, 20: 144-54.
- 31- Lahrach k. Résultats du traitement par ostéosynthèse des fractures de la palette humérale à propos de 62 cas. Mémoire de fin d'études. Fes, 2010.

- 32- S. Bouabid, J. Boukhris, D. Benchebba, O. Zaddoug, B. Chafry, B. Chagar. Les fractures de la palette humérale de l'adulte : à propos d'une série consécutive de 45 cas. médecine et armées, 2013, 41, 1, 85-90
- 33- D. Saragaglia, R.-C. Rouchy, N. Mercier. Fractures of the distal humerus operated on using the Lambda® plate: Report of 75 cases at 9.5 years follow-up. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (2013) 99, 707-712
- 34- H. Schmidt-Horlohé, A. Bonk, P. Wilde, L. Becker, R. Hoffmann. Promising results after the treatment of simple and complex distal humerus type C fractures by angular-stable double-plate osteosynthesis. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (2013) 99, 531-541
- 35- Kanthan Theivendran, MRCS\*, Peter J. Duggan, MRCS, Subodh C. Deshmukh, FRCS (Orth). Surgical treatment of complex distal humeral fractures: Functional outcome after internal fixation using precontoured anatomic plates. J Shoulder Elbow Surg (2010) 19, 524-532.
- 36- Pajarinen J; Bjorkenheim M.D. Operative treatment of type C intercondylar fractures of the distal humerus : results after a mean follow up of 2 years in a series of 18 patients. Department of orthopaedics and traumatology, Helsinki, Finland, 2002.
- 37- A.A. Amis and J.H. Miller. The mechanisms of elbow fractures : an investigation using impact tests in vitro. Injury, 26 :163-8., 199.
- 38- S.H. Park, S.J. Kim, B.C. Park, and et al. Three-dimensional osseous micro-architecture of the distal humerus : implications for internal fixation of osteoporotic fracture. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 19 :244-250, 2010.
- 39- C-H. Flouzat Lachaniette, J. Allain . Traumatisme du coude. EMC 2011. 31-018-A-10

- 40- Raiss.M; Hrra.A; Moughil.S; Mahfoud.M; EL Bardouni.A; Oudghiri.M; El Mnaouer.M. Fracture de la palette humérale chez l'adulte : à propos de 63 cas. Lyon chirurgical, 91 /5, 1995, 397-400.
- 41- A.Elkhoyaali. Le traitement chirurgical des fractures de la palette humérale. Expérience du service de l'H.M.I.M.V de Rabat. Thèse pour l'obtention du doctorat en médecine 2006.
- 42- T. Kaiser, A. Brunner, B. Hohendorff, B. Ulmar, and R. Babst. Treatment of supra- and intra-articular fractures of the distal humerus with the lcp distal humerus plate : a 2-year follow-up. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 20 :206-212, 2011.
- 43- HACHIMI Hicham Le traitement chirurgicale des fractures de la palette humerale chez l'adulte (à propos de 33 cas) 2007.
- 44- E.J. Riseborough and E.L. Radin. Intercondylar T fractures of the humerus in the adult. a comparison of operative and non-operative treatment in twenty-nine cases. J Bone Joint Surg Am., 51 :130-141, 1969.
- 45- P. Lecestre, J.Y. Dupont, Jacob A. Lortat, and J.O. Ramadier. Severe fractures of the lower end of the humerus in adults (author's transl). Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur, 65 :11-23, 1979.
- 46- Lecestre P. Les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus chez l'adulte (table ronde). Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur, 66(Suppl 11) :21-50, 1980.
- 47- J.B. Jupiter and D.K. Mehne. Fractures of the distal humerus. Orthopedics, 15 :825-833, 1992.

- 48- J.B. Jupiter. Internal fixation for fracture about the elbow. Operative Techniques in Orthopaedics, 4 :31-48, 1994.
- 49- D. Ring, J.B. Jupiter, and L. Gulotta. Articular fractures of the distal part of the humerus. J Bone Joint Surg Am., 85-A :232-238, 2003.
- 50- M.B. Davies and D. Stanley. A clinically applicable fracture classification for distal humeral fractures. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 15 :602-608, 2006.
- 51- P.A. Davidson, M. Pink, J. Perry, and F.W. Jobe. Functional anatomy of the flexor pronator muscle group in relation to the medial collateral ligament of the elbow. The American journal of sports medicine, 23 :245-250, 1995.
- 52- J.L. Marsh, T.F. Slongo, J. Agel, and al. et. Fracture and dislocation classification compendium - 2007 : Orthopaedic trauma association classification, database and outcomes committee. J Orthop Trauma., 21 :S1-133, 2007.
- 53- A.M. Wainwright, J.R. Williams, and A.J. Carr. Interobserver and intraobserver variation in classification systems for fractures of the distal humerus. The Journal of bone and joint surgery British, 82 :636-642, 2000.
- 54- J.H. Dubberley, K.J. Faber, Macdermid. J.C., S.D. Patterson, and G.J. King. Outcome after open reduction and internal fixation of capitellar and trochlear fractures. J Bone Joint Surg Am., 88 :46-54, 2006.
- 55- Duparc.F; Selva.O; Bocquet.G ; Ahomine.JM. Résultats a long terme du traitement chirurgical des fractures de l'extrémité distal de l'humérus. Pathologie chirurgicale du coude, 1999, p : 103-111.
- 56- McKee MD, Kim J, Kebaish K, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch EH. Functional outcome after open supracondylar fractures of the humerus. The effect of the surgical approach. J Bone Joint Surg Br. 2000;82:646-51.

- 57- KloenP,Helfet DL,Lorich DG, Paul O, Brouwer KM, RingD: Temporary joint-spanning external fixation before internal fixation of open intra articular distal humeral fractures: A staged protocol. *J Shoulder Elbow Surg* 21:1348-1356, 2012
- 58- Sunderland S. Metrical and nonmetrical feathures of the muscular branches of the radial nerve.*J. Comp.Neurol.* 1946;85:93-7.
- 59- Ruan HJ, Liu JJ, Fan CY, Jiang J, Zeng BF: Incidence, management, and prognosis of early ulnar nerve dysfunction in type C fractures of distal humerus. *J Trauma* 67:1397-1401, 2009.
- 60- Worden A, Ilyas AM: Ulnar neuropathy following distal humerus fracture fixation. *OrthopClinNorthAm*43:509-514,2012.
- 61- Lahdidi S. Le traitement chirurgical des fractures de la palette humérale à l'hôpital Mohamed V. Thèse en médecine, Casablanca, N° 61, 2006.
- 62- Raggabi C. Les fractures de la palette humérale chez l'adulte : à propos de 29 cas. Thèse en médecine, Rabat, N° 357, 2003.
- 63- Roongsak Limthongthang,MD, and JesseB,Jupiter,MD. Distal Humerus Fractures. *Oper TechOrthop*23:178-187 C 2013.
- 64- N Sans et J-J Railhac. coude :radiographies standards. *J Radiolo.*2008.89 :633-9.
- 65- Brouwer KM, Bolmers A, Ring D. Quantitative 3-dimensional computed tomography measurement of distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2012 ; 21 : 977-82.
- 66- Brouwer KM, Bolmers A, Ring D. Quantitative 3-dimensional computed tomography measurement of distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2012 ; 21 : 977-82.

- 67- Doornberg J, Lindenhovius A, Kloen P, et al. Two and three-dimensional computed tomography for the classification and management of distal humeral fractures. Evaluation of reliability and diagnostic accuracy. *J Bone Joint Surg Am* 2006 ; 88 : 1795-801.
- 68- R. Watson-Jones. Fractures et lésions articulaires traumatiques. Delachaux and Niestlé, 1957. Adaptation française d'après la 4e édition anglaise par le professeur J. Roussel (avec la collaboration des Drs Pierre Schoumacher et Monique Pernot et de Mlle Marguerite Tressont).
- 69- P Decoulx, M. Ducloux, J. Hespeel, and J. Decoulx. Fractures of the lower extremity of the humerus in adults (152 cases). *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur*, 50 :263-73, 1964.
- 70- R.F. Brown and R.G. Morgan. Intercondylar T-shaped fractures of the humerus. results in ten cases treated by early mobilisation. *The Journal of bone and joint surgery British*, 53 :425-428,1971.
- 71- Zagorski JB, Jennings JJ, Uribe JW. Comminuted intraarticular fractures of the distal humeral condyles surgical vs. nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1986; 202: 197e204.
- 72- Miller AN, Beingessner DM. Intra-articular distal humerus fractures. *Orthop Clin North Am* 2013 ; 44 : 35-45.
- 73- Hausman M, Panozzo A. Treatment of distal humerus fractures in the elderly. *Clin Orthop Relat Res* 2004 ; 425 : 55-63.
- 74- T. Bégué. Articular fractures of the distal humerus. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 100 (2014) S55-S63.
- 75- J.L. Charissoux, C. Mabit, J. Fourastier, and et al. Comminuted intra-articular fractures of the distal humerus in elderly patients. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*, 94 :S36-62, 2008.



- 76- J.L. Charissoux, PS Marcheix, C Mabit. Fractures de l'extrémité distale de l'humérus : techniques chirurgicales. EMC 44-322, 2013 :11p.
- 77- Hoppenfeld S, deBoer P, Buckley R. Surgical exposures in Orthopedics. The anatomic approach. Philadelphia : Wolter Kluwer Ed ; 2009.
- 78- B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. The Elbow and Its Disorders. Elsevier Limited, Oxford, 4 edition, 2009.
- 79- C. Peach and D. Stanley. Surgical approaches to the elbow. Orthopaedics and Trauma, 26 :297-302, 2012.
- 80- Kwee J. Distal humeral fracture : Basic management concepts. <http://pdfsbcom/readonline/596c6447657739365858522b446e526855513d3d-3424930> ; 2006.
- 81- W.C. Campbell. Incision for exposure of the elbow joint. Am J Surg., 15 :65, 1932.
- 82- M. Alonso-Llames. Bilaterotricipital approach to the elbow. its application in the osteosynthesis of supracondylar fractures of the humerus in children. Acta Orthop Scandinav, 43 :479-490, 1972.
- 83- N. Gschwend. Our operative approach to the elbow joint. Arch Orth Traum Surg., 98 :143-146,1981.
- 84- G.W. Van Gorder. Surgical approach in supracondylar "T" fractures of the humerus requiring open reduction. J Bone Joint Surg., 22 :278-292, 1940.
- 85- T.G. Wadsworth. A modified posterolateral approach to the elbow and proximal radioulnar joints. Clinical orthopaedics and related research, pages 151-153, 1979.
- 86- R.B. Laakso, P. Forcada-Calvet, J.R. Ballesteros-Betancourt, M. Llusa-Pérez, and Antuña S.A. Surgical approaches to the elbow. In D. Stanley and I. Trail, editors, Operative Elbow Surgery. Elsevier Health Sciences UK, 2011.

- 87– R.S. Bryan and B.F. Morrey. Extensive posterior exposure of the elbow. a triceps-sparing approach. *Clinical orthopaedics and related research*, pages 188–192, 1982.
- 88– S.W. Wolfe and C.S. Ranawat. The osteo-anconeus flap. an approach for total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.*, 72 :684–688, 1990.
- 89– B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. Approaches for elbow arthroplasty : how to handle the triceps. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 20 :590–596, 2011.
- 90– G.I. Bain and J.A. Mehta. Anatomy of the elbow joint and surgical approaches. In C.L.J. Baker, K.D. Plancher, and B.F. Morrey, editors, *Operative Treatment of Elbow Injuries*, pages 1–28. Springer, 2001.
- 91– K. Schmidt-Horlohe, P. Wilde, A. Bonk, L. Becker, and R. Hoffmann. One-third tubular-hook plate osteosynthesis for olecranon osteotomies in distal humerus type-C fractures : a preliminary report of results and complications. *Injury*, 43 :295–300, 2012.
- 92– J.B. Jupiter, U. Neff, P. Holzach, and M. Allgower. Intercondylar fractures of the humerus. An operative approach. *J Bone Joint Surg Am.*, pages 226–239, 67.
- 93– B.J. Gainor, F. Moussa, and T. Schott. Healing rate of transverse osteotomies of the olecranon used in reconstruction of distal humerus fractures. *Journal of the Southern Orthopaedic Association*, 4 : 263–268, 1995.
- 94– W.T. Gofton, J.C. Macdermid, S.D. Patterson, K.J. Faber, and G.J. King. Functional outcome of ao type c distal humeral fractures. *The Journal of hand surgery*, 28 :294–308, 2003.

- 95- J.B. Jupiter. The surgical management of intraarticular fractures of the distal humerus. In  
B.F Morrey, editor, *The Elbow : Master Techniques in Orthopaedic Surgery*, pages 65–82. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- 96- A.D. Sane, P.W. Dakoure, CB. Dieme, and et al. Olecranon osteotomy in the treatment of distal humeral fractures in adults : anatomical and functional evaluation of the elbow in 14 cases. *Chirurgie de la main.*, 28 :93–98, 2009.
- 97- S.W. O'Driscoll. The triceps–reflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for distal humeral fractures and nonunions. *The Orthopedic clinics of North America*, 31 :91–101, 2000.
- 98- P. Mishra, A. Aggarwal, M. Rajagopalan, I. Dhammi, and A.K. Jain. Critical analysis of tricepsreflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for operative management of intra–articular distal humerus fractures. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 1 :71–80, 2010.
- 99- J.C. Strachan and B.W. Ellis. Vulnerability of the posterior interosseous nerve during radial head resection. *The Journal of bone and joint surgery British*, 53 :320–323, 1971.
- 100- S.A. Grantham, T.R. Norris, and Bush D.C. Isolated fracture of the humeral capitellum.  
*Clinical orthopaedics and related research*, pages 262–269, 1981.
- 101- K. Tsuge, T. Murakami, Y. Yasunaga, and R.R. Kanaujia. Arthroplasty of the elbow. Twenty years' experience of a new approach. *The Journal of bone and joint surgery British*, 69 :116–120, 1987.
- 102- N.G. Kasparyan and R.N. Hotchkiss. Dynamic skeletal fixation in the upper extremity. *Hand clinics*, 13 :643–663, 1997.

- 103– Simonis.R.B; Nunez.V.A; Khaleel.A. Use of the converty infant hip screw in the treatment of nonunion of fractures of the distal humerus. The J.B.J.Surg vol 85, n° 1, p: 74–77, 2003.
- 104– Luegmair M, Timofiev E, Chirpaz–Cerbat JM. Surgical treatmentof AO type C distal humeral fractures: internal fixation with aY–shaped reconstruction (Lambda) plate. J Shoulder Elbow Surg2008;17:113–20.
- 105– J. Korner, G. Diederichs, M. Arzdorf, and et al. A biomechanical evaluation of methods of distal humerus fracture fixation using locking compression plates versus conventional reconstruction plates. J Orthop Trauma, 18 :286–293, 2004.
- 106– M. Berkes, G. Garrigues, J. Solic, and et al. Locking and non–locking constructs achieve similar radiographic and clinical outcomes for internal fixation of intra–articular distal humerus fractures. HSS journal : the musculoskeletal journal of Hospital for Special Surgery, 7 :244–250, 2011.
- 107– Chaudhary S, Patil N, Bagaria V, Harshavardhan NS, Hussain N. Open intercondylar fractures of the distal humerus : Management using a mini–external fixator construct. J Shoulder Elbow Surg 2008 ; 17 : 465–70.
- 108– Fauré P, Canovas F, Bonnel F. Fractures intra–articulaires vraies de l'humérus. In: Mansat M, Morrey BF, editors. Pathologie chirurgicale du coude. Montpellier: Sauramps Médical; 1999. p. 119–27.
- 109– Hirvensalo E, Bostman O, Partio E, Tormala P, Rokkanen P. Fracture of the humeral capitellum fixed with polyglycolide pins. Acta Orthop Scand 1993;64:85–6.
- 110 – Makela EA, Bostman O, Kekomaki M. Biodegradable fixation of distal humeral physeal fractures. Clin Orthop 1992;283:237–43

- 111- Kerem Bilsel · Ata Can Atalar · Mehmet Erdil · Mehmet Elmadag · Cengiz Sen · Mehmet Demirhan Coronal plane fractures of the distal humerus involving the capitellum and trochlea treated with open reduction internal fixation. *Arch Orthop Trauma Surg* (2013) 133:797–804–
- 112- G. Ducrot, F. Bonnomet, P. Adam, and M. Ehlinger. Treatment of distal humerus fractures with LCP DHP locking plates in patients older than 65 years. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*, 2013.
- 113- R. Penzkofer, S. Hungerer, F. Wipf, G. von Oldenburg, and P. Augat. Anatomical plate configuration affects mechanical performance in distal humerus fractures. *Clin Biomech (Bristol,Avon)*, 25 :972–978, 2010.
- 114- M.W. Arnander, A. Reeves, I.A. MacLeod, T.M. Pinto, and A. Khaleel. A biomechanical comparison of plate configuration in distal humerus fractures. *J Orthop Trauma*, 22 :332–336,2008.
- 115- E.H. Schemitsch, A.F. Tencer, and M.B. Henley. Biomechanical evaluation of methods of internal fixation of the distal humerus. *J Orthop Trauma*, 8 :468–475, 1994.
- 116- Schuster, J. Korner, M. Arzdorf, K. Schwieger, G. Diederichs, and B. Linke. Mechanical comparison in cadaver specimens of three different 90-degree double-plate osteosyntheses for simulated c2-type distal humerus fractures with varying bone densities. *J Orthop Trauma*, 22 :113–120, 2008.
- 117- K. Stoffel, S. Cunneen, R. Morgan, R. Nicholls, and G. Stachowiak. Comparative stability of perpendicular versus parallel double-locking plating systems in osteoporotic comminuted distal humerus fractures. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 26 :778–784, 2008.

- 118- S.J. Shin, H.S. Sohn, and N.H. Do. A clinical comparison of two different double plating methods for intraarticular distal humerus fractures. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons* [et al, 19 :2-9, 2010.
- 119- Alvarez E, Patel MR, Nimberg G, Pearlman HS. Fractures of the capitellum humeri. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57-A:1093-6.
- 120- Mittal RL, Mittal RK. Transcondylar fracture distal humerus: a new concept. *J Orthop Trauma* 1995;9:35-8.
- 121- Grantham SA, Norris TR, Bush DC. Isolated fracture of the humeral capitellum. *Clin Orthop* 1981;161:263-9.
- 122- Di Schino M, Allizard M, Dran G, Lorthioir JM, Grimaldi FM, Merrien Y. Les fractures du capitellum de découverte tardive. *Rev Chir Orthop* 1991;77:432-4.
- 123- P. Mansat, N. Bonneville, M. Rongières, P. Bonneville Place de la prothèse totale de coude en traumatologie \_ The role of total elbow arthroplasty in traumatology. *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique* 100S (2014) S139-S144.
- 124- P Mansat N. Bonneville. Prothèse totale du coude en première intention. *EMC* 2010. 44-332.
- 125- McKee MD, Pugh DMW, Richards RR, et al. Effect of humeralcondylar resection on strength and functional outcome after semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:802-7.
- 126- Rééducation De L'appareil Locomoteur, T2 Tome 2 : membre supérieur 2011, Pages 157-179

- 127- G.S. Athwal, S.C. Hoxie, D.M. Rispoli, and S.P. Steinmann. Precontoured parallel plate fixation of ao/ota type c distal humerus fractures. *Journal of orthopaedic trauma*, 23 :575-580, 2009.
- 128- H. Kinik, H. Atalar, and E.Mergen. Management of distal humerus fractures in adults. *Archives of orthopaedic and traumatic surgery Archiv fur orthopadische und Unfall-Chirurgie*, 119 :467- 469, 1999.
- 129- H. 2nd. Hastings and T.J. Graham. The classification and treatment of heterotopic ossification about the elbow and forearm. *Hand clinics*, 10 :417-437, 1994.
- 130- C. Chantelot, C. Fontaine, H. Migaud, F. Remy, D. Chapnikoff, and A. Duquennoy. Retrospective study of 23 arthrolyses of the elbow for post-traumatic stiffness : result predicting factors. *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur*, 85 :823-827, 1999.
- 131- Lindenhovius AL, Jupiter JB. The posttraumatic stiff elbow : a review of the literature. *J Hand Surg [Am]* 2007 ; 32 : 1605-23.
- 132- Judet T. Fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus de l'adulte. *Cahiers d'Enseignement de la Sofcot* 2000 ; 73 : 81-90.
- 133- Mansat P, Morrey BF. Semiconstrained total elbow arthroplasty for ankylosed and stiff elbows. *J Bone Joint Surg Am* 2000 ; 82 : 1260-8.
- 134- A. Ali, H. Douglas, and D. Stanley. Revision surgery for nonunion after early failure of fixation of fractures of the distal humerus. *The Journal of bone and joint surgery British*, 87:1107-1110,2005.
- 135- B.J. Holdsworth and M.M. Mossad. Fractures of the adult distal humerus. elbow function after internal fixation. *The Journal of bone and joint surgery British*, 72 :362-365, 1990.

- 136– J. Sodergard, J. Sandelin, and O. Bostman. Mechanical failures of internal fixation in T and Y fractures of the distal humerus. *The Journal of trauma*, 33 :687-690, 1992.
- 137– R. Wildburger, M. Mahring, and H.P. Hofer. Supraintercondylar fractures of the distal humerus : results of internal fixation. *J Orthop Trauma*, 5 :301-307, 1991.
- 138– J.K. Wiggers and D. Ring. Osteonecrosis after open reduction and internal fixation of a bicolunar fracture of the distal humerus : a report of four cases. *The Journal of hand surgery*, 36 :89-93, 2011.
- 139– G. Wavreille, C. Dos Remedios, C. Chantelot, M. Limousin, and C. Fontaine. Anatomic bases of vascularized elbow joint harvesting to achieve vascularized allograft. *Surgical and radiologic anatomy : SRA*, 28 :498-510, 2006.
- 140– H.T. Lu, T.G. Guitton, J.T. Capo, and D. Ring. Elbow instability associated with bicolunar fracture of the distal humerus : report of three cases. *The Journal of hand surgery*, 35 :1126- 1129, 2010.
- 141– D.R. Gill and Morrey B.F. The Coonrad-Morrey total elbow arthroplasty in patients who have rheumatoid arthritis. a ten to fifteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.*, 80 :1327- 1335, 1998.
- 142– J. Gille, A. Ince, O. Gonzalez, A. Katzer, and J.F. Loehr. Single-stage revision of peri-prosthetic infection following total elbow replacement. *The Journal of bone and joint surgery British*, 88 :1341-1346, 2006.
- 143– L.L. Shi, D. Zurakowski, D.G. Jones, M.J. Koris, and T.S. Thornhill. Semiconstrained primary and revision total elbow arthroplasty with use of the Coonrad-Morrey prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.*, 89 :1467-1475, 2007.



- 144– S.W. O'Driscoll and Morrey B.F. Periprosthetic fractures about the elbow. *The Orthopedic clinics of North America*, 319–325, 1999.
- 145– Shin R, Ring D. The ulnar nerve in elbow trauma. *J Bone Joint Surg* 2007;89:1108–16.
- 146– Sanchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW. Complex distal humeral fractures: internal fixation with a principle based parallel-plate technique. *J Bone Joint Surg* 2008;89A: 961–9.
- 147– Doornberg JN, van Duijn PJ, Linzel D, Ring DC, Zurakowski D, Marti RK, et al. Surgical treatment of intraarticular fractures of the distal part of the humerus. Functional outcome after 12 to 30 years. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1524–32.
- 148– Greiner S, Haas NP, Bail HJ. Outcome after open reduction and angular stable internal fixation for supra-intercondylar fractures of the distal humerus: preliminary results with the LCP Distal Humerus System. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128:723–9.
- 149– Feron J.M; Jacquot.F; Signore T.F. Traitement chirurgical des fractures sus et inter-condyliennes du coude de l'adulte. *Pathologie chirurgicale du coude* 1999, p : 99–102.
- 150– Roques.B. Fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus. *Pathologie chirurgicale du coude* 1999, p : 91–98.