

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



Année 2015

Thèse N° 052/015

**RÉSULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES DE L'EXTÉMITÉ
DISTALE DE L'HUMÉRUS CHEZ LES SUJETS DE PLUS DE 65 ANS
(A Propos de 45 Cas)**

**THESE
PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 17/03/2015**

PAR

Mme. BENLACHHAB ZAINAB

Née le 16 OCTOBRE 1989 à alhoceima

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

EXTRÉMITÉ DISTALE DE L'HUMÉRUS – SUJET AGE – OSTÉOPOROSE – OSTÉOSYNTÈSE – FRACTURES – PLAQUE LECESTRE

JURY

M. BOUTAYEB FAWZI.....PRESIDENT

Professeur de Traumatologie-orthopédie

M. MARZOUKI ZEROUALI AMINERAPPORTEUR

Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

M. LABIB SMAEL JUGES

Professeur agrégé d'Anesthésie Réanimation

PLAN

PLAN -----	1
Chapitre 1 : Introduction -----	10
I. Introduction -----	11
Chapitre 2 : Anatomie du coude -----	13
II. Anatomie du coude -----	14
1- Anatomie descriptive -----	14
1-1 L'extrémité distale de l'humérus -----	14
1-2 Moyens de stabilité -----	18
1-2-1 Capsule articulaire et membrane synoviale -----	18
1-2-2 Structures ligamentaires -----	19
1-2-2.1 Le ligament collatéral médial -----	19
1-2-2.2 Le complexe ligamentaire collatéral latéral -----	21
2- Anatomie fonctionnelle -----	22
2-1 Cinématique -----	23
2-1-1 Mouvement de flexion-extension -----	23
2-1-1.1 Axe de rotation -----	23
2-1-1.2 Valgus physiologique du coude -----	24
2-1-1.3 Amplitude de flexion-extension, facteurs limitatifs et muscles moteurs -----	25
2-1-2 Mouvement de pronation-supination -----	26
2-1-3 Mouvement de latéralité -----	27
2-2 Stabilité du coude -----	28
2-2-1 Stabilité offerte par les structures osseuses -----	28
2-2-1.1 Articulation huméro-ulnaire : Olécrane -----	28
2-2-1.2 Articulation huméro-ulnaire : Coronoïde -----	29
2-2-1.3 Articulation huméro-radiale : Tête radiale -----	29

2-2-2 Stabilité offerte par les tissus mous -----	30
3- Synthèse -----	31
Chapitre 3 : Généralité sur les fractures de l'humérus distal -----	33
III. Les fractures de l'humérus distal-----	34
1- Epidémiologie des fractures de l'humérus distal-----	34
1-1 Données épidémiologiques globale-----	34
1-1-1 Prévalence, incidence et âge moyen -----	34
1-1-2 Recherche du type de traumatisme initial -----	35
1-1-3 Prévalence, incidence et âge moyen chez le sujet ostéoporotique--	35
2- Physiopathologie des fractures de l'humérus distal -----	37
2-1 Etude « In Vitro »-----	37
2-1-1 Fractures supracondyliennes et transcondyliennes -----	37
2-1-2 Fractures intercondyliennes-----	38
2-1-3 Fractures parcellaires articulaires (capitulum) -----	38
2-1-4 Fractures condyliennes -----	38
2-2 Mécanismes de fractures chez le sujet ostéoporotique -----	39
3- Diagnostic des fractures de l'extrémité distale de l'humérus -----	40
3-1 Diagnostic clinique -----	40
3-2 Diagnostic radiologique -----	42
4- Classification des fractures de l'extrémité distale de l'humérus -----	45
4-1 Classification de Riseborough et Radin-----	45
4-2 Classification de la S.O.F.C.O.T de Lecestre -----	47
4-3 Classification de Mehne et Matta-----	49
4-4 Classification de Davies et Stanley-----	50
4-5 Classification de l'AO-OTA -----	51
4-6 Classification des fractures articulaires frontales de Dubberley -----	53

5-	Quelle classification faut-il utiliser ? -----	55
6-	Complications des fractures distales de l'humérus-----	56
6-1	Complications générales -----	56
6-1-1	Infectieuses -----	56
6-1-2	Neurologiques -----	56
6-1-3	Ossifications hétérotopiques -----	57
6-1-4	Raideurs -----	58
6-2	Complications propres aux ostéosynthèses -----	58
6-2-1	Pseudarthrose aseptique -----	58
6-2-2	Les déplacements secondaires -----	58
6-2-3	Les fractures du matériel de synthèse -----	59
6-2-4	Les cals vicieux -----	59
6-2-5	Autres complications -----	59
	Chapitre 4 : Matériels et Méthodes-----	61
I.	Matériels d'étude -----	62
II.	Méthodes d'étude-----	63
III.	Fiche d'exploitation-----	65
	CHAPITRE 5 : RESULTATS-----	70
I.	Etude épidémiologique -----	71
1-	Répartition selon l'âge-----	71
2-	Répartition selon le sexe -----	72
3-	Répartition selon les types d'activité quotidienne-----	73
4-	Répartition selon les antécédents -----	74
5-	Répartition selon le côté dominant-----	74
6-	Répartition selon le côté atteint -----	75
7-	Répartition selon l'étiologie -----	76

II. Etude clinique -----	77
1- Signes fonctionnels -----	77
2- Signes physiques -----	77
2-1 Repère du coude -----	77
2-2 Lésions cutanée -----	77
2-3 Lésions vasculaires -----	77
2-4 Lésions nerveuses -----	77
2-5 Lésions associées -----	77
III. Bilan radiologique -----	78
1- Radiographie standard -----	78
1-1 Trait de la fracture -----	78
1-2 Déplacement -----	78
1-3 Classification -----	78
2- TDM -----	80
IV. TRAITEMENT -----	81
1- Délai d'intervention -----	81
2- Préparation du malade -----	81
2-1 Installation -----	81
2-2 Type d'anesthésie -----	81
2-3 Voie d'abord -----	81
3- Moyens d'ostéosynthèse -----	82
3-1. Pour la facture de la palette humérale -----	82
3-2. Pour l'ostéotomie de l'olécrane -----	82
4- Soins post-opératoires -----	82
5- Consolidation -----	83
6- Rééducation -----	83

V. Evolution -----	83
VI. Complications -----	83
1- Infectieuses-----	83
2- Nerveuses -----	83
3- Raideur du coude -----	83
4- Cal vicieux -----	84
5- Pseudarthrose-----	84
6- Arthrose -----	84
7- Ankylose te instabilité -----	84
VII. Résultats -----	84
1- Critères d'évaluation des résultats fonctionnels -----	84
2- Les résultats radiologiques -----	87
VIII. Cas clinique -----	87
Chapitre 6 : Discussion -----	96
I. Etude épidémiologique -----	97
1- Age -----	97
2- Sexe-----	98
3- Côté atteint-----	98
II. Etude clinique -----	99
1- Le mécanisme-----	99
1-1 Notion sur l'ostéoporose -----	99
1-2 Les étiologies -----	100
2- Type de la fracture -----	100
3- Etude clinique-----	101
3-1 Interrogatoire -----	101
3-2 Examen loco-régional -----	101

3-3	Lésions des parties molles -----	101
3-4	Lésions ostéo-articulaires -----	103
III.	Etude radiologique -----	103
IV.	Traitement -----	106
1-	Traitement orthopédique-----	107
2-	Traitement chirurgical -----	108
2-1	Les voies d'abords -----	108
2-1-1	Voies d'abord postérieures -----	108
2-1-1-1	Installation et incision cutanée -----	108
2-1-1-2	Discision du Triceps : Campbell et Gschwend -----	110
2-1-1-3	Discision du triceps et lambeau aponévrotique en « langue » : Van Gorder -----	112
2-1-1-4	Décollement et translation du triceps : voie de Bryan-Morrey --	114
2-1-1-5	Voie paratricipitale : Alonso-Llames -----	115
2-1-1-6	Voies transolécrâniennes -----	116
2-1-1-7	Voie « TRAP » : Triceps-Reflecting Anconeus Pedicle -----	118
2-1-1-8	Comparaison des différentes voies d'abord postérieures -----	119
2-1-2	Voie d'abord latérale et médiale -----	121
2-1-3	Les résultats fonctionnels -----	122
2-2	Matériel d'ostéosynthèse -----	123
2-2-1	Quel matériel et quelle position choisir ? -----	123
2-2-1-1	Deux plaques parallèles ou deux plaques orthogonales -----	123
2-2-1-2	Plaques à vis verrouillées ou non ? Anatomiques ou non ? -----	125
2-2-2	Quel système d'ostéosynthèse devons-nous choisir ? -----	126
2-3	Résultats fonctionnels -----	127
V.	Complications -----	128

1–	Déplacement-----	129
2–	Infection -----	130
3–	Pseudarthrose-----	131
4–	Cal vicieux -----	131
5–	Neuropathies -----	132
6–	Raideurs -----	132
VI.	Les résultats fonctionnels-----	133
1–	Comparaison avec séries de plaques -----	134
2–	Comparaison avec séries de prothèses de coude -----	135
CONCLUSION -----		137
RESUMES -----		139
BIBLIOGRAPHIES -----		145

Liste des abréviations

AG	: Anesthésie générale
ATCD	: Antécédents
HTA	: Hypertension artérielle
C.H.U	: Centre hospitalier universitaire
Chir	: Chirurgie
FR	: Fracture
HDM	: Histoire de la maladie
Nf.	: Nerf
SOFCOT	: Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique
AO	: Orthopédique Trauma Association
AVP	: Accident de la Voie Publique
SOFCOT	: Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
TDM	: Tomodensitométrie
EVA	: Echelle visuelle analogique
AO-OTA	: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen – Orthopaedic Trauma Association
S.O.O	: Société d'Orthopédie et de Traumatologie de l'Ouest
EDH	: Extrémité distale de l'humérus
MEPS	: Mayo Clinic Elbow Performance Score

Chapitre 1 : Introduction

I. Introduction

Les fractures de l'humérus distal sont souvent des fractures intra-articulaires accompagnées d'une comminution importante. En y ajoutant la complexité anatomique du coude, on comprend aisément pourquoi la prise en charge chirurgicale de ces fractures est un véritable « Casse-tête » pour les orthopédistes [1]. Chez les sujets âgés, la qualité osseuse parfois médiocre vient alourdir la difficulté [2]. Enfin, pour clore le tableau, le coude est une articulation ne supportant que très mal l'immobilisation [3;4].

Les fractures de l'extrémité distale de l'humérus restent des fractures peu fréquentes, représentant 2 % de l'ensemble des fractures de l'adulte [5]. Leurs nombres ne cessent d'augmenter dans les populations âgées et pourraient selon certains auteurs tripler dans les vingt ans à venir [6].

Le caractère relativement rare de ces fractures crée une source de débat quant aux méthodes appropriées de traitement. Le traitement orthopédique, de part ses résultats insatisfaisants [3;7;8], est maintenant abandonné. Les principes traditionnels d'ostéosynthèse à foyer ouvert restent actuellement recommandés par la communauté scientifique, avec quelques modifications techniques Récentes [9;10]. Cependant l'ostéosynthèse ne se fait pas sans complication et sans résultats décevants. Le taux de complications reporté atteint régulièrement 30 % [11;12;13;14;15]. L'ostéosynthèse doit de plus être assez stable pour permettre une rééducation précoce, seule garante d'un bon résultat [16]. Dans le cadre de la traumatologie du sujet âgé, la comminution et la qualité osseuse peuvent rendre la synthèse tout bonnement impossible. Pour ces différentes raisons, certains auteurs plaident pour la mise en place d'une prothèse totale de coude en première Intention [2;5;17;18;19;20;21]. Quelques études vont dans ce sens et montrent que cette

option est viable. Mais cette technique chirurgicale présente elle-aussi des complications et demande des restrictions d'activités.

Le devenir des ostéosynthèses des fractures de l'extrémité distale de l'humérus est à présent bien connu. Cette remarque n'est pas vraie pour les prothèses ; les résultats et le devenir à long terme sont encore à évaluer dans le cadre de leurs utilisations en traumatologie. Enfin très peu d'études [21;22;23;24;25] font une comparaison des deux techniques.

Le but de cette étude est donc d'évaluer et de comparer les résultats fonctionnels à moyen terme des fractures distales de l'humérus traitées, par ostéosynthèses et par arthroplasties dans une population de plus de 65 ans.

Si l'on opte pour une ostéosynthèse, de nombreuses questions sont à résoudre : quelle voie d'abord utiliser ? Quel matériel faut-il employer ?

Dans le cadre des arthroplasties, est-on en droit de proposer cette technique chirurgicale ? Quel en sera le devenir ?

Ces questions permettent de définir une indication optimale à ces fractures en prenant en compte l'état de santé global du patient.

Chapitre 2 : Anatomie du **coude**

II. Anatomie du coude

1- Anatomie descriptive

Le coude est un complexe articulaire ne possédant qu'une seule cavité articulaire mais composé, d'un point de vue morphologique, de trois articulations distinctes. Celles-ci permettent deux fonctions essentielles que sont la flexion-extension et la rotation de l'avant-bras ou pronation-supination. Ce chapitre propose un rappel de notions anatomiques générales principalement sur l'extrémité distale de l'humérus mais aussi, d'éléments nouveaux permettant déjà quelques digressions.

1-1 L'extrémité distale de l'humérus

L'extrémité distale de l'humérus est en continuité directe avec le corps de l'humérus. La partie distale du corps de l'humérus est triangulaire à la coupe et possède donc 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. Ils donnent ainsi la forme caractéristique de l'extrémité distale de l'humérus en fourche à deux branches asymétriques [26].

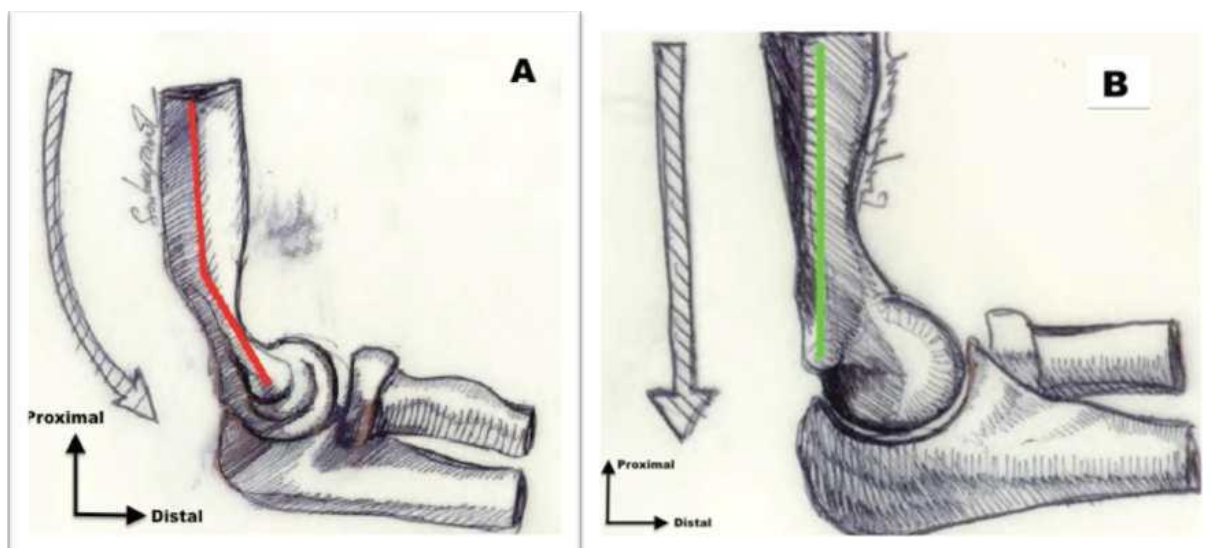


Fig.1 : Dessin de profil du coude [26]

A : Vue de la colonne latérale, déjetée vers l'avant ;

B : Vue de la colonne médiale, rectiligne.

La colonne médiale (crête supracondylienne médiale) est rectiligne et se termine par l'épicondyle médial, très saillant et facilement palpable. L'épicondyle médial et la crête supracondylienne médiale sont le lieu d'insertion des muscles fléchisseurs de l'avant-bras [27]. La colonne latérale (crête supracondylienne latérale) est déjetée vers l'avant, plus épaisse. Elle mène à l'épicondyle latéral après avoir donné insertion au muscle brachio-radial puis au muscle long extenseur du carpe (Fig.1).

L'extrémité distale de l'humérus est aplatie d'avant en arrière et recourbée légèrement en avant [28]. Elle présente deux portions :

- Une portion articulaire appelée condyle huméral ;
- Une portion para-articulaire constituée par les deux épicondyles et par trois fossettes (Fig.2).

En effet, la divergence des colonnes crée une zone de faiblesse centrale constituée par la fosse olécrânienne en arrière et par la fosse radiale et coronoïdienne en avant. Ce sont des zones dépourvues de cartilage où l'épaisseur de l'os est pellucide. Il peut même y exister une perforation olécrânienne.

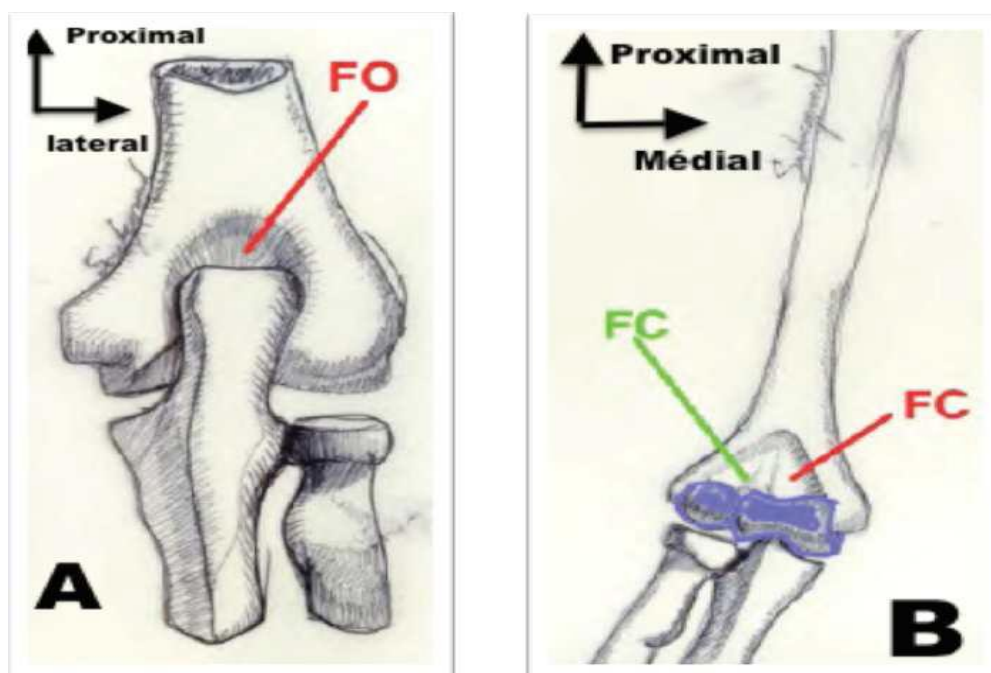


Fig.2 : Dessins de face du coude [27]

A : Vue postérieure avec la fosse olécrânienne (FO) ;

B : Vue antérieure avec les fosses radiales (FC vert) et coronoïdienne (FC rouge).

Le condyle huméral est une saillie articulaire comprenant la trochlée médiale et le capitulum latéral. Entre les deux, on trouve la zone capitulo-trochléaire (Fig.3).

Le capitulum est antérieur et latéral et a la forme d'une demi-sphère quasiment parfaite. Il possède une surface articulaire répondant à la fovéa radiale, exclusivement antérieure et inférieure [29]. La surface est recouverte de cartilage hyalin sur 2 mm d'épaisseur.

La trochlée a une forme de poulie asymétrique répondant à l'incisure trochléaire. Elle est constituée d'un versant médial large et saillant, d'un versant latéral et d'une gorge à trajet hélicoïdal dans un axe antérolatéral à postéromédial. La surface articulaire est recouverte de cartilage sur un arc de cercle de 300° [30].

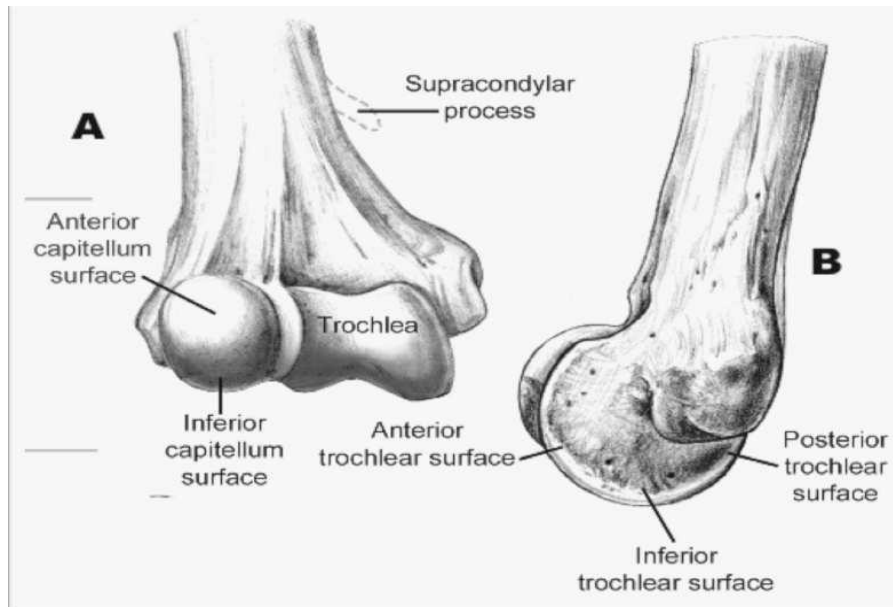


Fig.3 : Vue antérieure A et Profil médial B de l'extrémité distale de l'humérus [29]

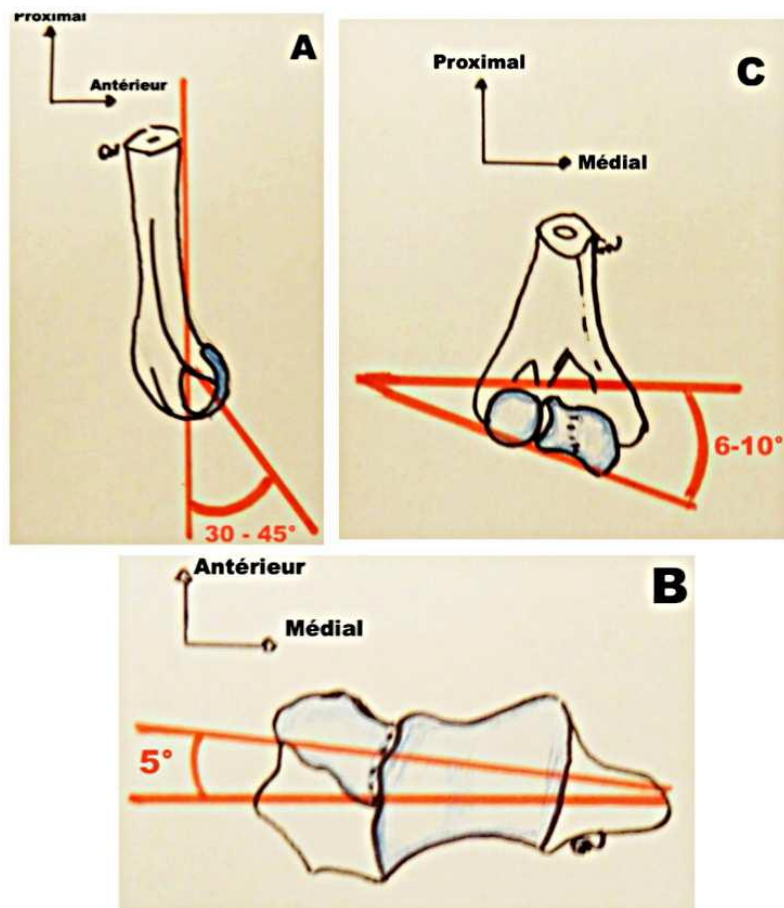


Fig.4 : Orientation angulaire du condyle huméral [32]

A : Angle d'antéversion articulaire ;

B : Plan transversal ;

C : Plan frontal.

La zone capitulotrochléaire correspond à la surface inclinée allant du bord latéral de la trochlée au capitulum. Elle permet l'articulation avec le rebord de la fovéa radiale.

Dans son ensemble, le condyle huméral est déjeté vers l'avant et forme un angle de 30° à 45° [26;31] avec l'axe de la diaphyse. Dans le plan transversal, le condyle huméral est en rotation médiale d'environ 5° [29;31]. La surface articulaire est oblique en haut et en dedans d'environ 6° à 10° [32] par rapport à l'axe biépicondylien (Fig.4).

1-2 Moyens de stabilité

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

- La congruence articulaire (moyen passif de stabilité) ;
- La capsule et les ligaments (moyen passif de stabilité) ;
- Les éléments musculo-tendineux (moyen actif de stabilité).

1-2-1 Capsule articulaire et membrane synoviale

La capsule articulaire forme un manchon fibreux autour de l'articulation du coude. Elle s'insère à proximité du cartilage articulaire, excepté au niveau de la coronoïde, du col du radius, des fosses: coronoïdienne, radiale et olécrânienne. La capsule antérieure est la plus résistante et est tendue en extension. Elle intervient principalement dans la stabilité du coude en traction lorsque le coude est en extension.

La capacité maximale du coude se situe aux alentours de 60° de flexion où elle est de 25 à 30 ml [31].

1-2-2 Structures ligamentaires

1-2-2.1 Le ligament collatéral médial (Fig. 5a et 6b)

Il est composé de 3 faisceaux : antérieur, postérieur et transverse.

Le faisceau antérieur est la partie la plus importante et la plus résistante [43] 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 [29].

Le faisceau postérieur (de Berdinet) 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 [44]. Il mesure 24 mm sur 5-6 mm.

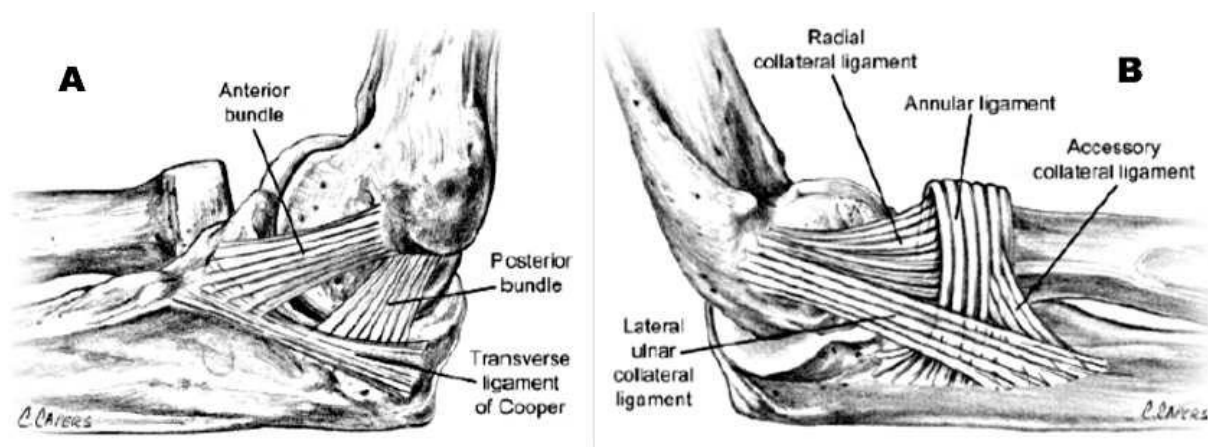


Fig.5 : Les plans ligamentaires médiaux (A) et latéraux (B) du coude en vue de profil

[29]

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.

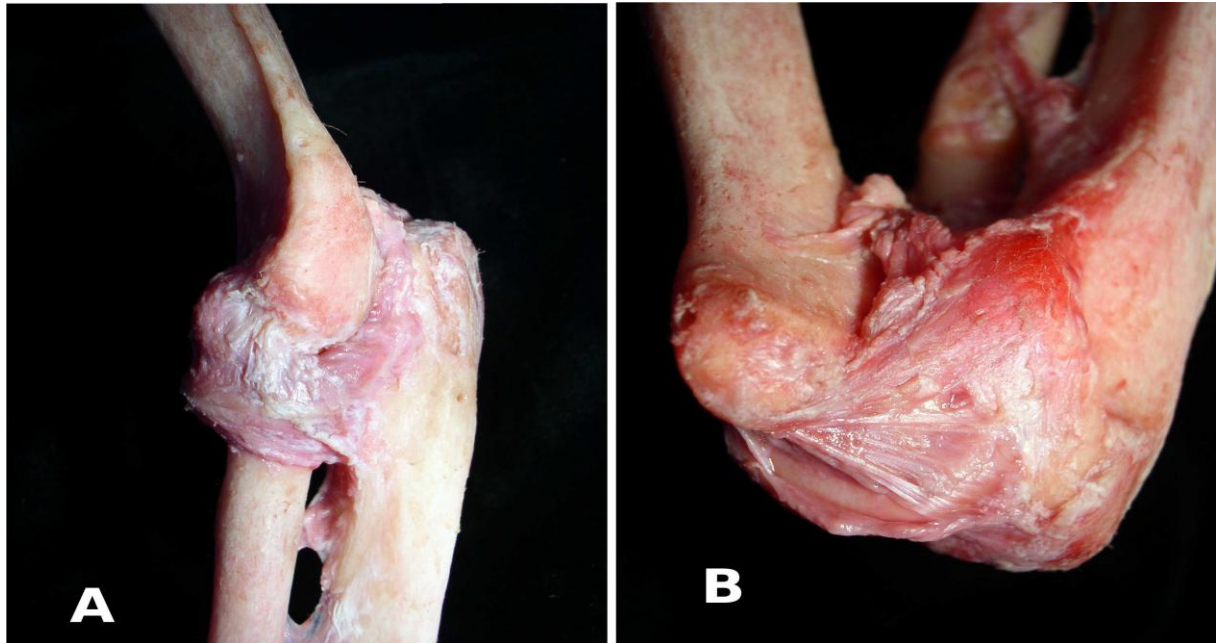


Fig.6 : Photographies du complexe ligamentaire collatéral latéral (A) et ligament collatéral médial (B) – Laboratoire d'anatomie de Lille / Pr C. Fontaine [45]

Ainsi le ligament collatéral médial via ses différentes parties est constamment tendu au cours de la flexion-extension. Le ligament collatéral ulnaire est le principal frein aux contraintes en valgus entre 20° et 120° de flexion. Le faisceau antérieur se tend de l'extension complète à 85° de flexion. Le faisceau postérieur est en tension au delà de 55° de flexion [45]. La congruence articulaire est le stabilisateur principal de ces contraintes en valgus sous 20° de flexion et au dessus de 120° de flexion. La section isolée du ligament collatéral médial provoque une instabilité majeure du

coude en valgus quelque soit le degré de pronation–supination. L’instabilité est d’ailleurs la plus importante aux alentours de 70° de flexion [46;47].

1–2–2.2 Le complexe ligamentaire collatéral latéral (Fig. 5B et 6A)

La description anatomique du plan ligamentaire latéral du coude est moins uniforme que celle du ligament collatéral ulnaire [48]. Cependant, il est admis qu’il soit composé de quatre structures distinctes [49] :

- Le ligament radial collatéral latéral ;
- Le ligament ulnaire collatéral latéral ;
- Le ligament annulaire du radius ;
- Le ligament accessoire collatéral latéral.

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 [50].

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 [51]. Une première partie s’insère sur l’épicondyle latéral et va jusqu’au ligament annulaire où ses fibres se confondent avec lui [52;53]. 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 postéro-latéral 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. O'Driscoll a démontré que sa lésion développait à elle seule une instabilité rotatoire postéro-latérale [54].

2– Anatomie fonctionnelle

Le coude est l'articulation du membre supérieur permettant la jonction mécanique entre le bras et l'avant-bras. La main, extrémité active, peut donc grâce au coude, être portée plus ou moins loin du corps. Cette articulation est nécessaire dans nos activités quotidiennes qu'elles soient professionnelles ou de loisirs. Il faut donc que le coude soit à la fois mobile et stable. Mais l'articulation du coude rentre aussi en jeu dans des fonctions essentielles comme l'alimentation. En effet, la flexion du coude permet de porter la main à la bouche. On voit donc rapidement l'implication que peut avoir cette articulation sur le niveau de dépendance des patients traumatisés du coude.

La connaissance de l'anatomie fonctionnelle du coude est donc un pré requis capital pour le choix d'un traitement optimal.

2-1 Cinématique

2-1-1 Mouvement de flexion-extension

2-1-1.1 Axe de rotation

D'une manière basique, l'articulation du coude peut être considérée comme un système de charnière. Cependant, Morrey [59] dans une étude déjà ancienne, prouve que le modèle de la charnière n'est pas entièrement juste.

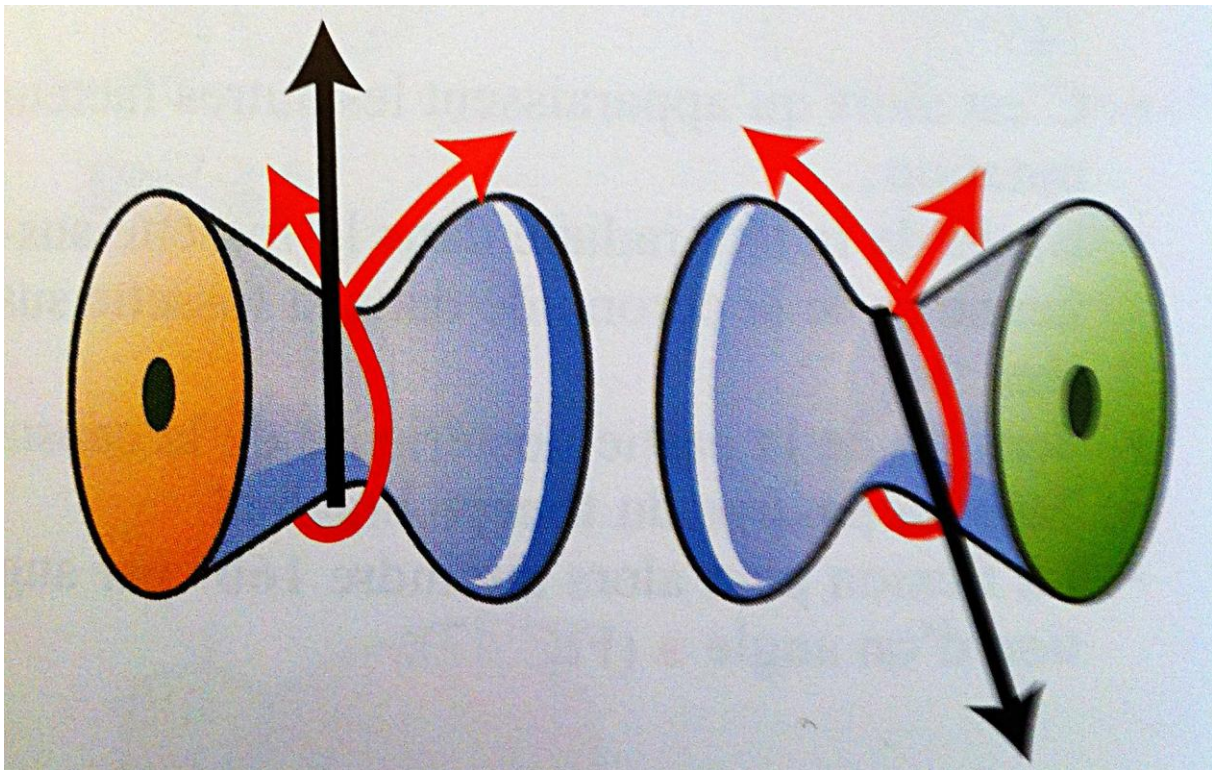


Fig.7 : Vue schématique de la trochlée et de l'axe hélicoïdal de flexion-extension

[26]

La première vue est antérieure et montre une gorge verticale.

Le deuxième schéma est une vue postérieure. Il montre une gorge oblique en bas et en dehors.

La flexion n'est pas un mouvement linéaire (comme dans une charnière) mais un mouvement plus complexe de type hélicoïdal [60]. Celui-ci est attribué à l'obliquité de la gorge de la trochlée (Fig.7). L'axe instantané de rotation varie selon la position de flexion-extension du coude (Fig.8). L'axe de rotation moyen peut

donc être calculé : il est de $12,7^\circ$ dans un plan frontal et de $4,6^\circ$ dans le plan horizontal. Dans les deux plans, les axes moyens sont situés à proximité d'une ligne joignant le centre de la trochlée et du capitulum [61]. On considère donc que l'axe de rotation est une ligne passant au centre de la trochlée. Il faut tout de même garder à l'esprit que les variations inter et intra-individuelles sont importantes.

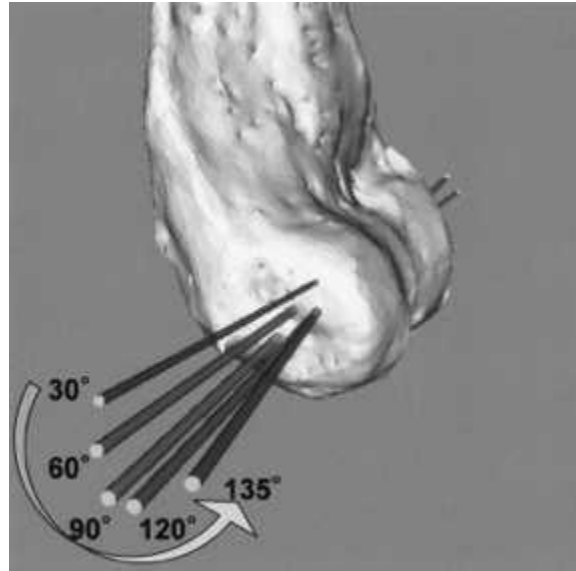


Fig.8 : Le point de l'axe de rotation moyen sur le condyle latéral se présente un mouvement anti-horaire. Il se déplace d'abord vers l'avant entre 0° et 60° puis revient en arrière. [62]

2-1-1.2 Valgus physiologique du coude

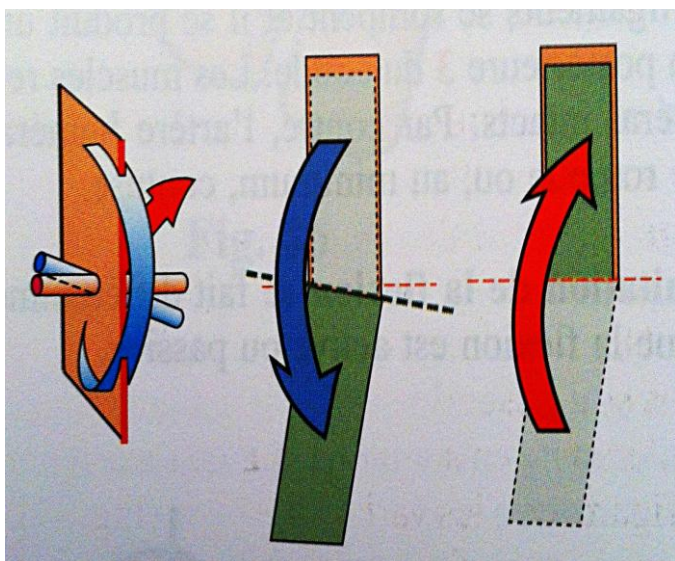
La bascule de la trochlée en valgus ainsi que l'obliquité de la gorge de la trochlée sont responsables de ce que les anglais appellent le « carrying angle » [63] et que nous connaissons sous le terme de « cubitus valgus » ou « valgus physiologique » (Fig.9 et 10). En effet, cette géométrie particulière entraîne, lorsque l'avant-bras est en extension et supination, un angle moyen (axe du bras et axe de l'avant-bras) de $6,5^\circ$ [$0-14^\circ$] chez l'homme et de 13° chez la femme [$4-20^\circ$]. [64;65]

2-1-1.3 Amplitude de flexion-extension, facteurs limitatifs et muscles moteurs

La position de référence pour la mesure des amplitudes est la suivante : axe de l'avant-bras dans le prolongement de l'axe du bras. La position de référence correspond donc à l'extension complète. Cependant, chez les femmes et les enfants, la laxité ligamentaire permet une extension minimale de 5° à 10° . L'amplitude de flexion active est de 140° à 145° . La flexion passive va jusqu'à 160° . La limitation de l'extension est déterminée par :



Fig.9 : Dessin de l'angle de valgus physiologique en position de flexion et d'extension [26].



Dans l'extension, la partie postérieure de la gorge de la trochlée est en rapport avec l'incisure trochléaire. L'avant-bras est donc oblique en bas et en dehors (angle de valgus physiologique)
En flexion, c'est la partie antérieure de la gorge qui impose la direction de l'avant bras. La gorge est verticale, l'avant-bras se projette donc exactement devant le bras.

Fig.10 : Schéma explicatif du valgus physiologique. [26]

- 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 est bloquée :

- 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 brachial.

Brièvement, les muscles moteurs de la flexion sont :

- Le muscle brachial ;
- Le muscle biceps brachial ;
- Le muscle brachioradial ;
- Accessoires : muscle fléchisseur radial du carpe et le muscle rond pronateur.

Concernant l'extension, le muscle principal est le triceps brachial.

2-1-2 Mouvement de 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.

Ce mouvement doit être étudié avec le coude fléchi à 90° afin d'éliminer toute participation rotatoire de l'épaule.

La position fonctionnelle correspond donc à un coude fixé et fléchi à 90°, main située dans un plan vertical, parallèle au plan sagittal (pouce vers le haut). Les amplitudes de référence sont les suivantes :

- Pronation : 85° ;
- Supination : 90°.

2-1-3 Mouvement de latéralité

Le coude permet aussi des mouvements de latéralité dans le plan frontal ainsi que des mouvements de rotation axiale. O'Driscoll, dans une étude [66] déjà ancienne, retrouvait des valeurs de $2,7^\circ \pm 1,5^\circ$ de laxité en varus- valgus et de $4,4^\circ \pm 1,7^\circ$ de rotation ulnaire ($Mv-v = 1,2 \text{ Nm}$). Cependant, des études [67;68] plus récentes, prouvent que les valeurs des mouvements de latéralité varient selon les positions de pronation-supination et de flexion-extension de l'avant bras.

La laxité est la plus importante avec le coude proche de 20° de flexion ($Mv-v = 2,2 \text{ Nm}$, correspondant au poids de l'avant-bras) [68]. La laxité décroît de 50% à partir d'une flexion de 100° ($Mv-v = 0,5 \text{ Nm}$) [60] (Fig.11).

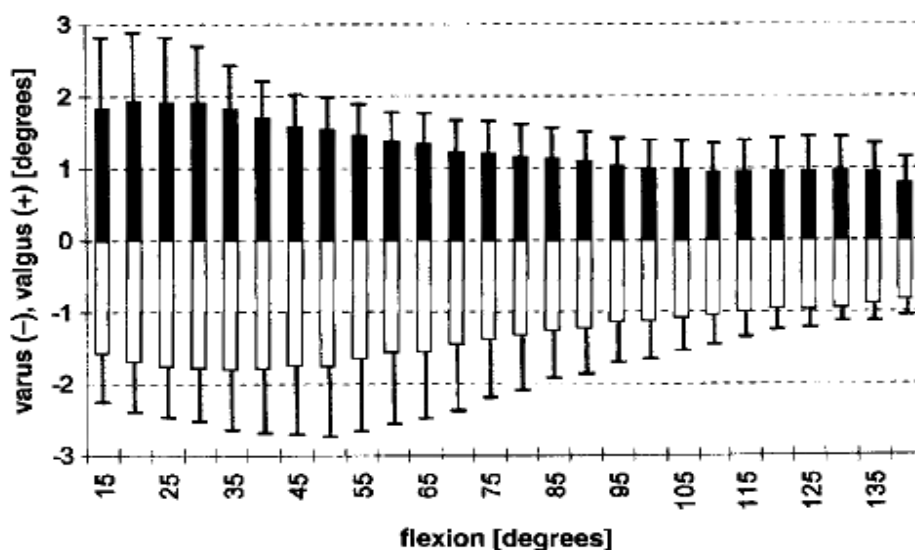


Fig.11 : Déviation en valgus et varus pendant la flexion du coude lors de l'application d'une force de moment $Mv-v = 0,5 \text{ Nm}$ [60].

Entre 15° et 40° de flexion, la laxité en varus–valgus se situe aux alentours de 5°. A partir de 100° de flexion, celle-ci a diminué de moitié.

2-2 Stabilité du coude

Le coude est l'une des articulations les plus congruentes et donc l'une des plus stable. Ce constat est le résultat de la résistance aux contraintes des structures capsulo–ligamentaires et osseuses.

2-2-1 Stabilité offerte par les structures osseuses

2-2-1.1 Articulation huméro–ulnaire : Olécrane

L'olécrane a un rôle fondamental dans la stabilité du coude. An et al. [70], dans une série de résection séquentielle de l'olécrane (25%, 50%, 75% et 100%) ont démontré qu'il existait une relation entre le niveau de résection de l'olécrane et le déplacement du coude en varus–valgus.

Ils concluent que 50% de l'olécrane peut être réséqué sans risque d'instabilité.

Une étude plus récente (sur coudes cadavériques intacts), conduite par Bell et al. [71], présente des mesures plus fines. Les auteurs confirment la relation entre résection et augmentation des mouvements de latéralité (Fig.12A). Ils montrent que la stabilité du coude lors de la flexion, avant–bras en pronation est maintenue jusqu'à 75 % de résection. Par contre, il existe deux caps importants quand l'avant–bras est en supination : entre 37,5 % et 50 % et au delà de 75% de résection (Fig.12B). La résection peut donc se faire jusqu'à 75 % avec une stabilité « raisonnable » (de 70 % par rapport à un coude intact). Au delà de 75 % de résection de l'olécrane, la chute abrupte de la stabilité est expliquée par la section (conjointe) du faisceau antérieur du ligament collatéral médial, stabilisateur essentiel du coude.

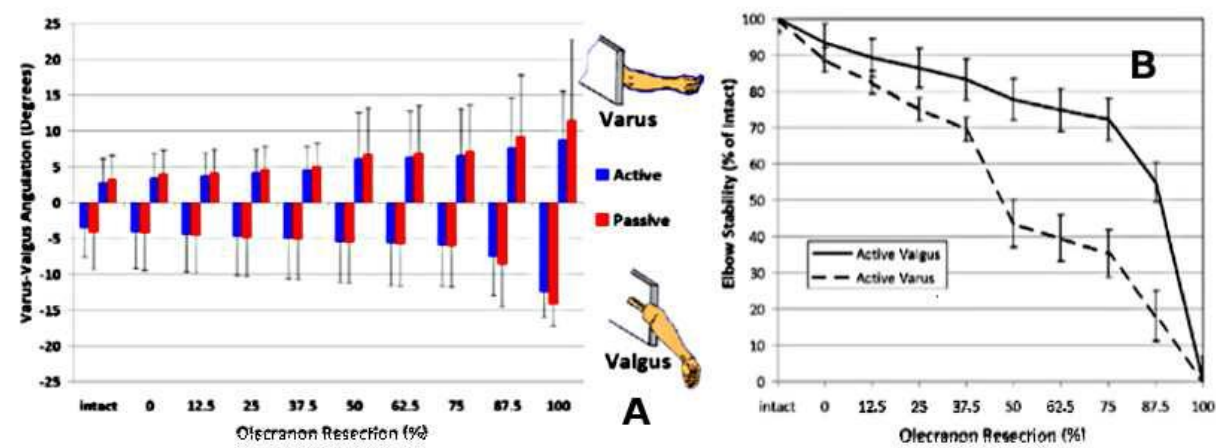


Fig.12 : d'après Bell et al. [71]

A : Angle de varus-valgus moyen lors des mouvements passif et actif de flexion, avant-bras en pronation ou supination. On peut noter l'augmentation progressive des mouvements de latéralité avec l'augmentation de la résection.

B : Stabilité du coude par rapport au coude intact (exprimée en pourcentage) pour chaque étape de résection de l'olécrane.

2-2-1.2 Articulation huméro-ulnaire : Coronoïde

Les données cliniques le prouvent bien : la coronoïde a un rôle majeur dans la stabilité du coude par sa fonction de butée empêchant le déplacement postérieur de l'avant-bras. En effet, les muscles fléchisseurs (brachial et biceps) et extenseurs (triceps) produisent lors de la contraction une force dont une composante vectorielle est orientée vers l'arrière (Fig.13).

Une étude de résection de coronoïde a aussi été réalisée. Celle-ci démontre que la plus grande stabilité est obtenue en flexion et qu'au moins 50% de la coronoïde est nécessaire pour conserver une articulation huméro-ulnaire stable en extension [72]. En cas de lésion associée de la tête radiale, le niveau de coronoïde nécessaire est de plus de 70 % pour maintenir l'articulation congruente [73].

2-2-1.3 Articulation huméro-radiale : Tête radiale

Le rôle de la tête radiale dans la stabilité aux contraintes en valgus a longtemps été surestimé.

Le principal frein aux contraintes en valgus est le ligament collatéral médial.

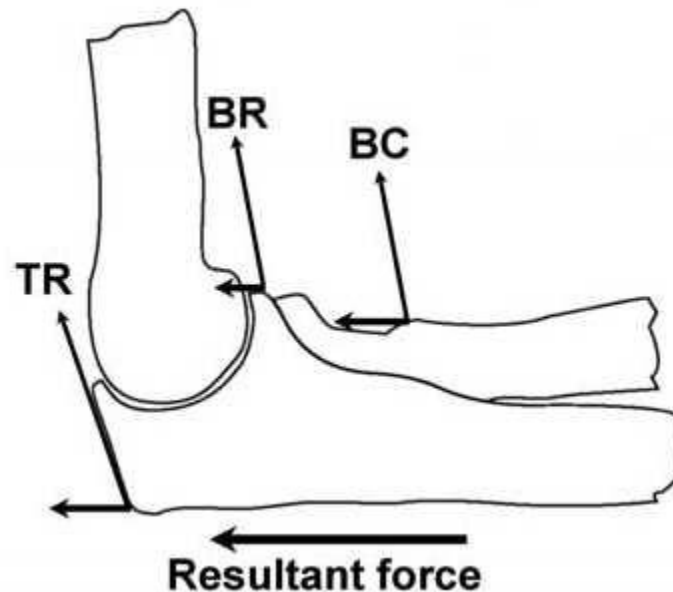


Fig.13 : Quand le coude se fléchit ou s'étend, les muscles moteurs majeurs (TR : Triceps, BR : Brachial, BC : Biceps) produisent une force postérieure, expliquant les luxations postérieures lorsque la coronoïde est lésée. [72]

La tête radiale n'offre aucun frein supplémentaire aux contraintes lorsque ce ligament est intact. Si le ligament est incompetent, la tête radiale n'est de toute façon pas suffisante pour contenir seule les contraintes en valgus. On considère donc que la tête radiale est un stabilisateur secondaire [43;74] du coude aux contraintes en valgus. La tête radiale permet aussi d'éviter le déplacement postérieur de l'avant-bras ; rôle de butée qu'elle partage avec la coronoïde.

2-2-2 Stabilité offerte par les tissus mous

Les données concernant les structures capsulo-ligamentaires ont déjà été discutées dans la première partie sur l'anatomie descriptive : je renvoie donc au chapitre: « Moyens de stabilité du coude ».

Il ne faut pas oublier, bien sûr, les structures musculaires, au nombre de 15, croisant le coude et qui par leurs contractions créent des forces de compression

stabilisatrice. Les muscles ont donc un vrai rôle de stabilisateur « actif » du coude [75;76].

3– Synthèse

- Le complexe articulaire du coude est composé de trois articulations : huméro-ulnaire, huméro radiale et radio-ulnaire proximale. Il permet deux types de mouvements la flexion extension et la pronation-supination.
- L'arc de mobilité fonctionnel du coude est de 30° à 130° en flexion-extension et de 50° en pronation et supination. Ces mobilités permettent la plupart des gestes de la vie quotidienne.
- L'axe de rotation en flexion-extension est situé au centre de la trochlée et au centre du capitulum sur une vue latérale.
- Le coude change constamment de centre de rotation au cours de la flexion-extension et ne peut donc être considéré comme une simple charnière.
- Le valgus physiologique du coude est défini par l'angle formé entre l'axe anatomique de l'ulna et de l'humérus. Il est compris entre 10° et 15° de valgus.
- Le stabilisateur primaire au stress en valgus est le faisceau antérieur du ligament collatéral médial. La tête radiale n'est qu'un stabilisateur secondaire. Le principal stabilisateur en varus est l'articulation huméro-ulnaire. Le ligament collatéral latéral empêche l'instabilité rotatoire postérolatérale du coude.
- Le fléchisseur principal du coude est le muscle brachial, l'extenseur principal le triceps brachial. Le muscle anconé est un stabilisateur actif du coude.

- Les forces sur l'articulation du coude résultantes à l'action des muscles péri-articulaires peuvent être de trois fois le poids du corps lors d'activités quotidiennes.

Chapitre 3 : Généralité sur les fractures de l'humérus distal

III. Les fractures de l'humérus distal

1- Epidémiologie des fractures de l'humérus distal

1-1 Données épidémiologiques globale

1-1-1 Prévalence, incidence et âge moyen

Les fractures de l'humérus distal restent relativement rares chez l'adulte, représentant environ 2 % de l'ensemble des fractures³¹ et environ 30 % de l'ensemble des fractures intéressant l'humérus [84]. L'étude du registre national Ecossais nous apporte des données épidémiologiques très intéressantes [85] par l'importance de la population étudiée (595 000 personnes). L'incidence globale retrouvée des fractures de l'humérus distal est de 5.7/100000/an avec une distribution bimodale : le premier pic d'incidence se situe chez l'homme de 12 à 19 ans, le deuxième pic se retrouve chez la femme de plus de 80 ans (Fig.14).

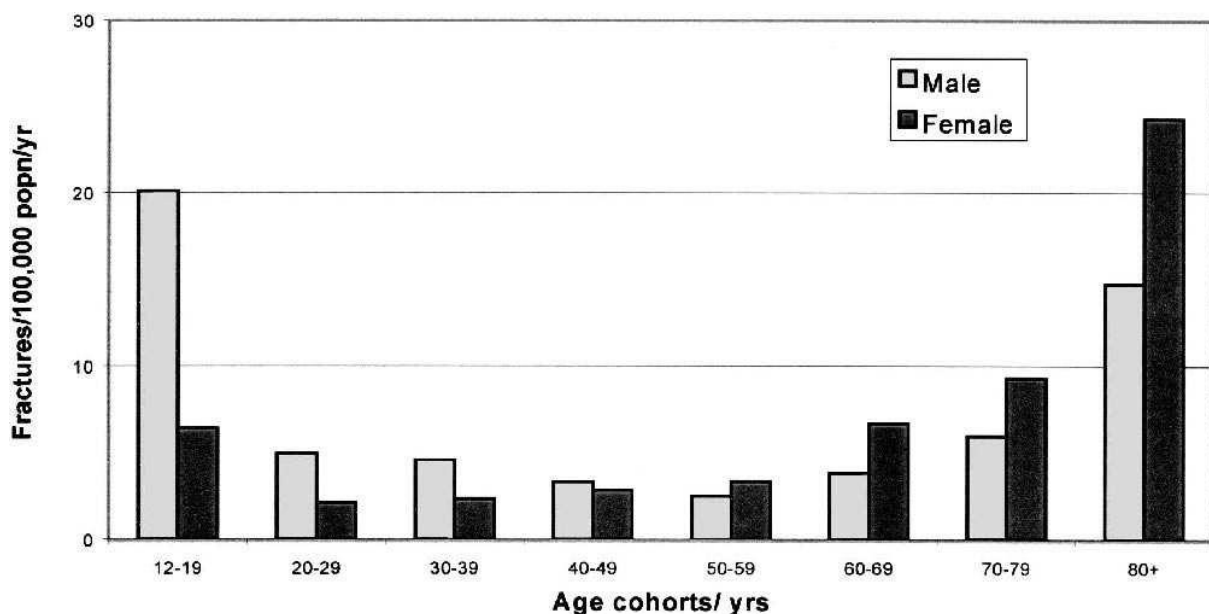


Fig.14 : Tableau d'incidence des fractures de l'humérus distal selon l'âge et le sexe
[85]

Il est trouvé un âge moyen de fracture de 36.8 ans [12-87] chez l'homme et de 59.7 ans [13-99] chez la femme.

1-1-2 Recherche du type de traumatisme initial

La chute simple est le traumatisme initial le plus fréquemment trouvé chez le sujet « entre deux âges » et « âgé » avec un âge moyen de 57 ans. Le ratio homme/femme est de 0,6 pour 1. Le sujet jeune se distingue par le type de traumatisme : accidents de la route, accidents sportifs, chute à haute énergie, . . . et par la prédominance du sexe masculin [85].

1-1-3 Prévalence, incidence et âge moyen chez le sujet ostéoporotique

Les informations épidémiologiques concernant les fractures de l'humérus distal sont rares et ce d'autant plus chez le sujet âgé. La proportion de fractures de l'humérus distal représente environ 5 % des fractures ostéoporotiques chez le patient de plus de 60 ans. Cette proportion décroît à environ 2 % à partir de 80 ans [86;87]. Les données du registre hospitalier national finlandais sont disponibles et une étude prend en compte les données spécifiques concernant les fractures de l'humérus distal chez la femme âgée⁶. Les auteurs de cette étude ont choisi comme critères d'inclusion : les fractures à basse énergie survenant chez les femmes de plus de 60 ans, admises pour traitement dans un centre hospitalier, entre les années 1970 et 2007. Le nombre annuel de fractures de l'humérus distal ainsi que l'incidence (ajustée à l'âge des femmes) augmente de 15.5 % par an entre les années 1970 et 1998. Les incidences respectives sont de 12/100 000/an (en 1979) et 34/100 000/an (en 1998). Ces chiffres diminuent jusqu'à atteindre une incidence de 25/100 000/an en 2007 (Fig.15A). Le point crucial est représenté par les prévisions faites pour 2030. Elles prévoient un nombre de fractures de l'humérus distal chez la femme de plus de 60 ans trois fois plus important qu'en 2007 (Fig.15B).

L'âge moyen de survenue des fractures dans cette population est croissant sur les 30 dernières années.

Ces prévisions sont intéressantes à garder en mémoire. Nous devons savoir que les fractures ostéoporotiques sont une cause fréquente et importante d'augmentation des coûts médicaux et d'invalidité dans les pays développés [88]. Pour exemple, le coût des fractures ostéoporotiques était estimé aux Etats-Unis à 17 milliards de dollars par an en 2001 (pour comparaison, le déficit de la sécurité sociale française en 2012 s'élève à 17 milliards de dollars) et à 4 à 6 millions de journées d'hospitalisation en 1995. [89]

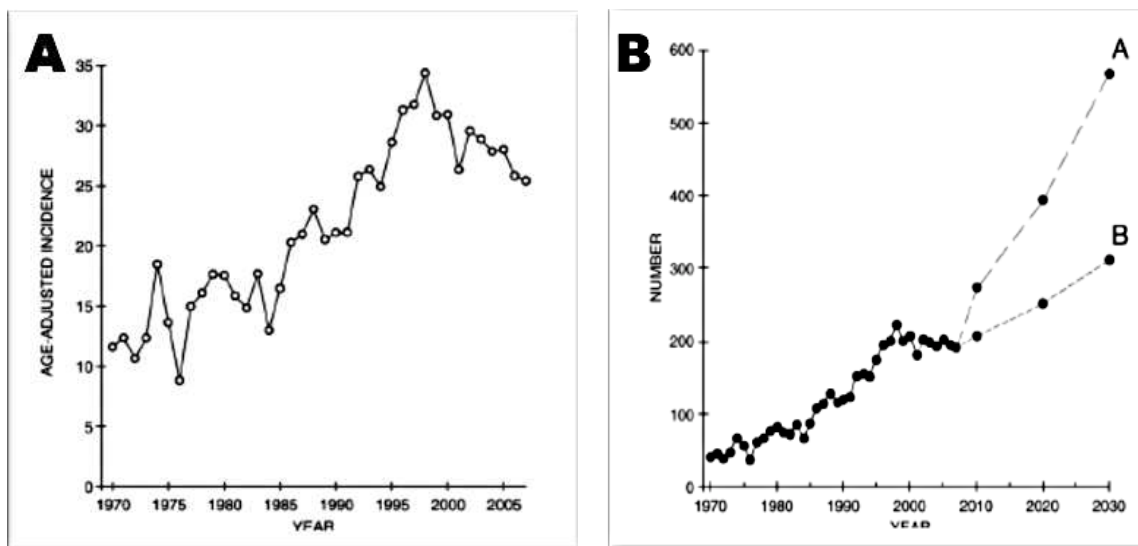


Fig. 15 : Palvanen et al. [6]

A : Incidence ajustée à l'âge des fractures de l'humérus distal à basse énergie chez la femme de plus de 60 ans entre 1970 et 2007 en Finlande.

B : Données prévisionnelles du nombre de fractures de l'humérus distal dans la même population, en prenant en compte (ligne A) une croissance comparable aux années 1970 - 2007 (ligne B) une incidence stabilisée au niveau de l'année 2007.

Quelques autres chiffres viennent de Suisse. Pendant l'année 2007, la durée moyenne de séjour pour une fracture ostéoporotique était de 11 jours pour un coût total de 310 millions d'euros [90]. Les fractures ostéoporotiques sont donc un réel enjeu de santé publique au vu des coûts faramineux qu'elles engendrent. Parmi ces fractures, celles de l'humérus distal (surtout si leur nombre croît d'un facteur 3) représenteront une part du budget alloué à la santé non négligeable.

2– Physiopathologie des fractures de l'humérus distal

2-1 Etude « In Vitro »

La littérature médicale traitant du mécanisme de la survenue de fractures de l'humérus distal est relativement pauvre et les hypothèses sont variées. Malheureusement le chirurgien a un intérêt tout particulier à la connaissance de la physiopathologie. Elle lui permet d'orienter l'interrogatoire du patient et la demande d'examens complémentaires. Une étude cadavérique offre cependant des pistes intéressantes à la compréhension de ces fractures [91] ainsi qu'un schéma explicatif.

2-1-1 Fractures supracondyliennes et transcondyliennes

Les fractures supracondyliennes en extension résultent le plus souvent d'un impact direct sur un coude fléchi entre 40° et 60°. Le fragment distal est alors déplacé en postérieur. Le trait est oblique, postérieur en proximal et antérieur en distal.

Les impacts indirects (chute sur la main) avec des contraintes passant par l'ulna et le radius, entraînent des fractures des os de l'avant-bras, bien que ce mécanisme fût longtemps retenu comme la cause des fractures supracondyliennes.

Les fractures en flexion et les fractures transcondyliennes se retrouvent elles-aussi dans le cadre des chocs directs. Le coude est fléchi entre 115° et 145° et

l'impact a lieu à la partie la plus proximale de l'humérus. Le choc produit des contraintes de direction antéro-postérieure, rompant l'humérus en deux fragments.

2-1-2 Fractures intercondyliennes

Les contraintes sont transmises par la partie proximale de l'ulna dans une direction postéroantérieure sur un coude, là aussi, fléchi entre 115° et 135°. Elles résultent de l'enfoncement longitudinal de l'incisure trochléaire dans la gorge de la trochlée [31;91]. Le mécanisme de contrainte axiale, coude en extension, où l'apophyse coronoïde vient séparer le condyle, n'apparaît pas comme la cause la plus fréquente dans les études « in-vitro ».

2-1-3 Fractures parcellaires articulaires (capitulum)

Différents mécanismes sont décrits pour expliquer ces fractures. Elles peuvent résulter d'une chute sur la main avant-bras tendu où la tête radiale joue le rôle d'un piston sur le condyle.

Un traumatisme direct sur le coude peut aussi en être la cause : la tête radiale poussant le condyle vers l'arrière, le coude fléchi proche de 90° [92].

2-1-4 Fractures condyliennes

Un large éventail de mécanismes est trouvé dans la littérature (Fig16) : des avulsions ligamentaires, des impacts directs, ou encore des mécanismes de billot intéressant l'olécrane, l'apophyse coronoïde ou la tête radiale.

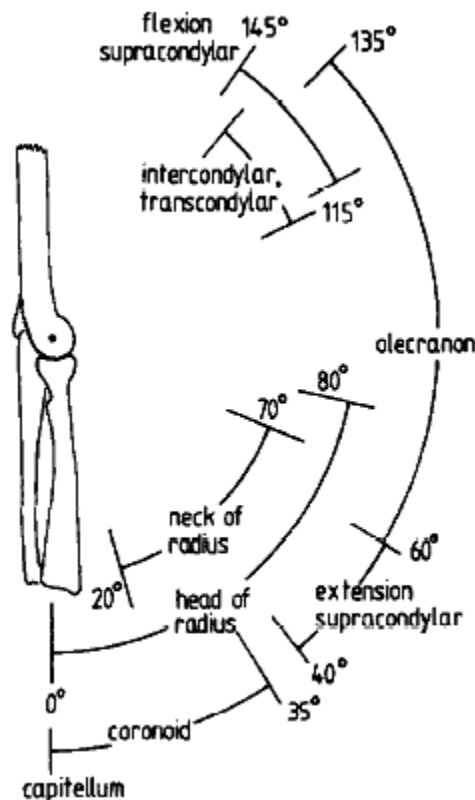


Fig. 16 : Lésions selon l'arc de mobilité du coude trouvées expérimentalement [91]

2-2 Mécanismes de fractures chez le sujet ostéoporotique

Les fractures ostéoporotiques résultent de chutes simples avec une cinétique faible. Les forces transmises ne devraient cependant pas être suffisantes pour causer une fracture. La qualité osseuse ne permet pas de supporter ces contraintes même de faible énergie. Aucune étude ne s'intéresse spécifiquement aux fractures de l'extrémité distale de l'humérus. Elles englobent l'ensemble des fractures du coude.

Le patient type présentant une fracture de fragilité du coude est (les chiffres entre parenthèses donnent les résultats d'une étude portant sur 65 patients ostéoporotiques ayant présenté une fracture [93]) :

- Une femme (86 %) ;
- Indépendante dans ses activités quotidiennes ou présentant quelques difficultés mais sans nécessité d'une aide extérieure (83 %) ;

- Avec un Mini Mental Statut (MMS) normal (85 %) ;
- Une vision diminuée (83 %) ;
- Ayant déjà présenté une fracture dans 75 % des cas.

Le sens de la chute n'a que peu d'importance dans la survenue de la fracture. La chute « fracturaire » qu'elle survienne en avant (26 %), en arrière (17 %) ou sur le côté (40 %), présente systématiquement un impact direct au niveau du coude. De plus, il est observé chez la majorité de ces patients un hématome récent au niveau du point d'impact.

3– Diagnostic des fractures de l'extrémité distale de l'humérus

3-1 Diagnostic clinique

Deux cas de figure peuvent se présenter :

- Soit il s'agit d'un monotraumatisme : le patient arrive au service d'accueil des urgences par ses propres moyens ou en véhicule léger ;
- Soit il s'agit d'un polytraumatisme : l'examen du coude viendra après la prise en charge des lésions vitales souvent associées.

Le premier cas reste heureusement le plus fréquent dans les fractures de l'humérus distal chez le sujet âgé. Il faudra tout même réaliser un examen médical complet chez ces patients aux antécédents souvent lourds et polymédiqués. Une évaluation rapide du niveau d'autonomie est nécessaire chez ces patients et pourra orienter le choix du traitement.

L'interrogatoire s'attachera à retrouver le mécanisme du traumatisme ainsi que les circonstances de survenue. Il faudra s'attarder sur le terrain particulier du patient : l'âge du patient, les antécédents (fracturaires), les allergies connues, les traitements en cours (notamment anticoagulants), la validation de la vaccination antitétanique. Une mesure de la douleur par l'échelle visuelle analogique (EVA) sur un coude immobilisé devra avoir lieu au plus vite.

L'inspection du coude recherche une déformation évidente, une augmentation de volume liée à de l'œdème ou un hématome. 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.

La palpation doit être douce et prudente. Une douleur exquise peut être recherchée à la palpation des reliefs osseux. Bien souvent, l'œdème gêne la palpation des repères classiques que sont les épicondyles et l'olécrane. Ils doivent être alignés en extension réalisant la ligne de Hunter et forment le triangle de Nélaton en flexion (Fig.17). L'impotence fonctionnelle en flexion- extension est notée (en prenant compte de la douleur). Les points d'insertion ligamentaire et la tête radiale sont aussi, palpés en réalisant des mouvements de pronation-supination.

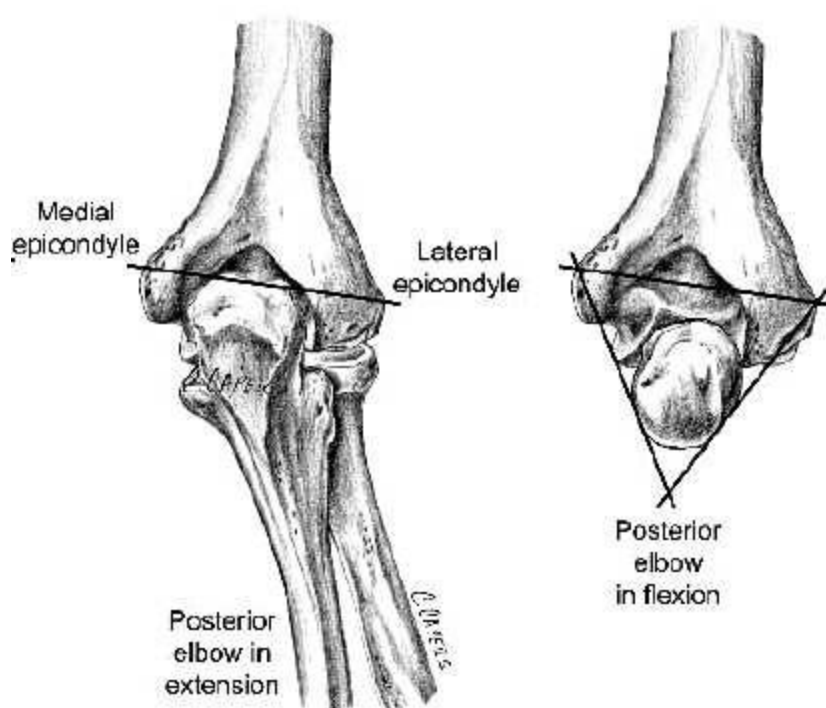


Fig.17 : Ligne de Hunter et triangle de Nélaton [29]

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.

Dans le cadre des fractures de l'humérus distal, il peut être trouvé : un coup de hache postérieur, un élargissement antéro-postérieur du coude, une saillie du segment proximal au niveau du pli de flexion, un avant-bras semblant plus court ainsi qu'une ecchymose locale.

3-2 Diagnostic radiologique

En première intention, un cliché de radiographie standard avec deux incidences orthogonales (face et profil) sera réalisé (fig.18). Ce bilan permet déjà de se poser plusieurs questions :

- Existe-t-il un traumatisme évident : fractures, luxation ?
- Les liserés graisseux sont-ils normaux ? Le signe du voile (liseré antérieur) signe une hémarthrose (Fig.19).
- La ligne passant par l'axe du radius et par le capitulum croise-t-elle la tête radiale ?
- La ligne humérale antérieure est-elle normale ? Au moins un tiers du capitulum doit être situé en avant d'une ligne suivant la corticale antérieure de l'humérus.

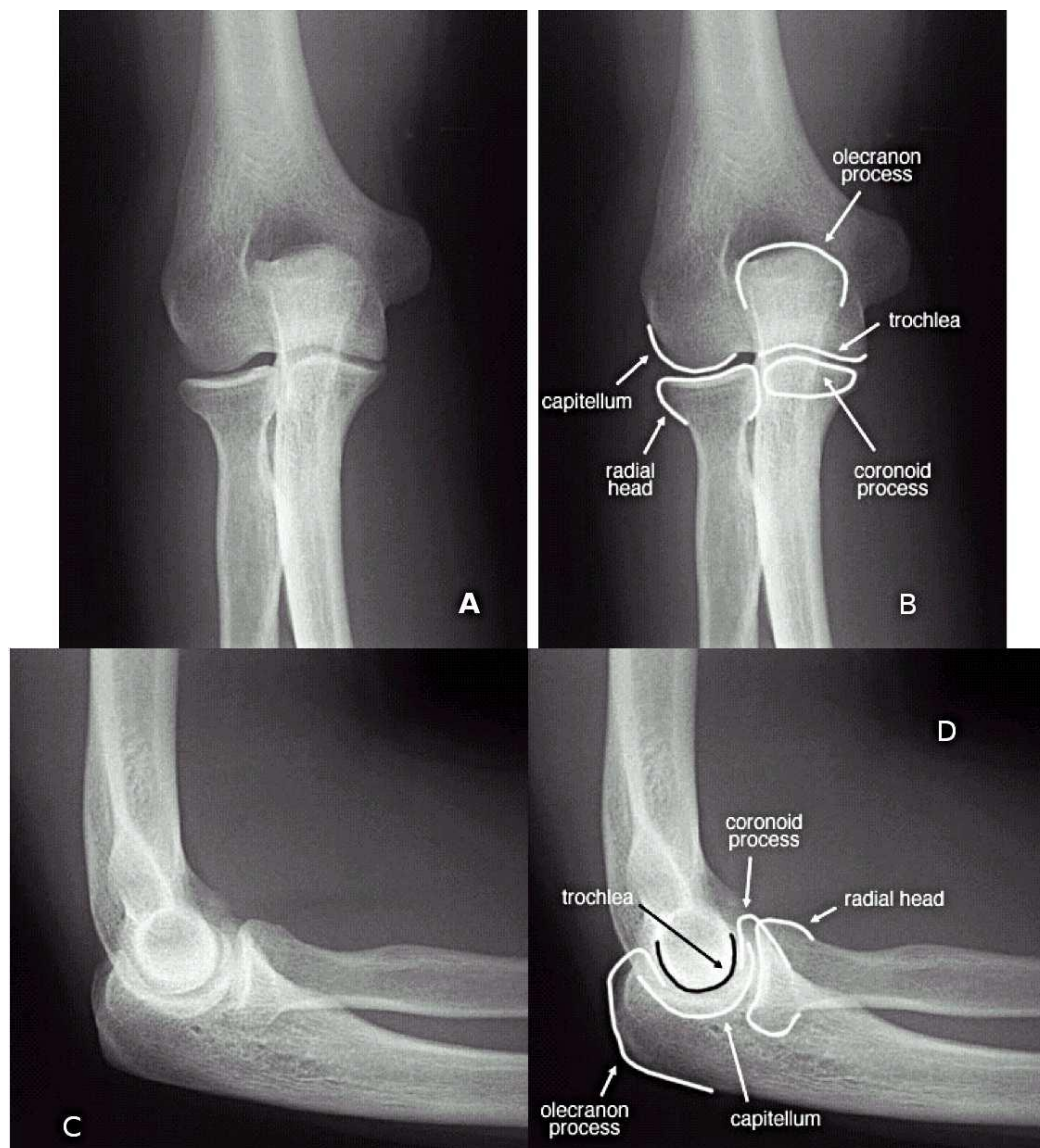


Fig.18 : Radiographie standard du coude de face et de profil – Radiographies normales [29]

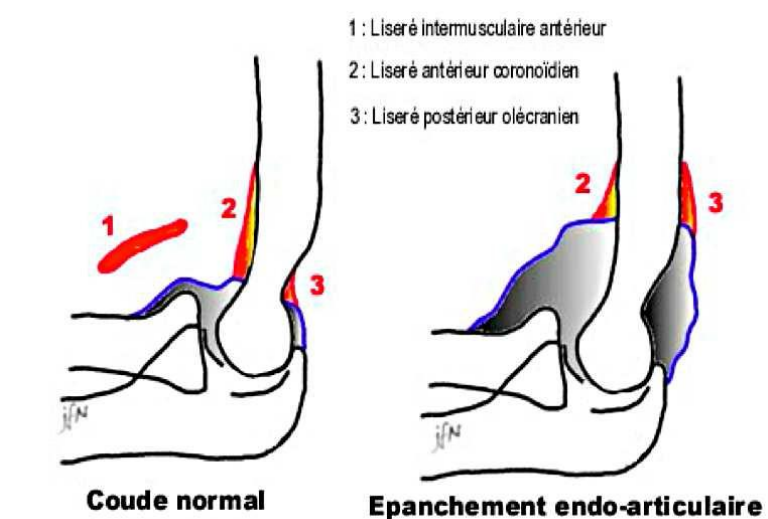


Fig.19 : Liseré graisseux du coude [29]

Malheureusement les clichés réalisés aux urgences sont souvent de qualité médiocre : immobilisation dans une gouttière plus ou moins radio-transparente, extension limitée par la douleur, incidences non strictes. Ces radiographies permettent cependant un premier bilan lésionnel.

En cas de doute et de non concordance entre la radiographie et l'examen clinique, il sera utile de pratiquer une tomodensitométrie du coude avec reconstruction 3D (Fig.20). Celle-ci s'avère d'ailleurs absolument nécessaire dans le cadre des fractures parcellaires du condyle. Il sera, dans tous les cas, obligatoire de réaliser des clichés de bonne qualité au bloc opératoire, sous anesthésie et d'y associer un cliché en traction permettant l'étude optimale du trait de fracture et de la comminution articulaire.



Fig.20 : Tomodensitométrie avec reconstruction 3D d'une fracture articulaire parcellaire à trait frontal Dubberley 2a [29]

Au terme de ce bilan, il doit être possible :

- De préciser le type de fracture ;
- L'existence de lésions associées ;
- Et de déterminer la stratégie thérapeutique optimale.

4– Classification des fractures de l'extrémité distale de l'humérus

Les systèmes de classification ont un objectif commun : permettre une aide efficace au choix thérapeutique. Ils ont aussi comme rôle d'être un outil d'évaluation bien utile aux publications scientifiques.

Plusieurs critères apparaissent nécessaires dans une classification des fractures. Celle-ci doit être compréhensible, transmissible, reproductible, limitée à une région anatomique spécifique, et doit inclure l'ensemble des types lésionnels.

L'humérus distal est, comme nous l'avons déjà vu, une région anatomique complexe aussi bien en terme de description qu'en terme de traitement des fractures. De plus, le traitement de ces fractures a considérablement changé en trente ans, passant de l'abstention thérapeutique à des techniques chirurgicales de réduction à ciel ouvert voir à des arthroplasties. Ces modifications thérapeutiques ont entraîné la création de nombreuses classifications, essentiellement descriptives en fonction du type et du niveau des traits de fracture ainsi que du degré de comminution. Toutes les classifications des fractures de l'extrémité distale de l'humérus sont établies à partir de radiographie standard [95].

4-1 Classification de Riseborough et Radin (1969) [8]

Cette classification [8] ne s'intéresse qu'aux fractures articulaires, intercondyliennes en T. Elle décrit quatre types de fractures (Fig.21) :

Type 1 : Fractures avec fragments non déplacés (l'existence de cette fracture est d'ailleurs controversée dans l'article princeps).

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 des fragments.

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

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 [8].

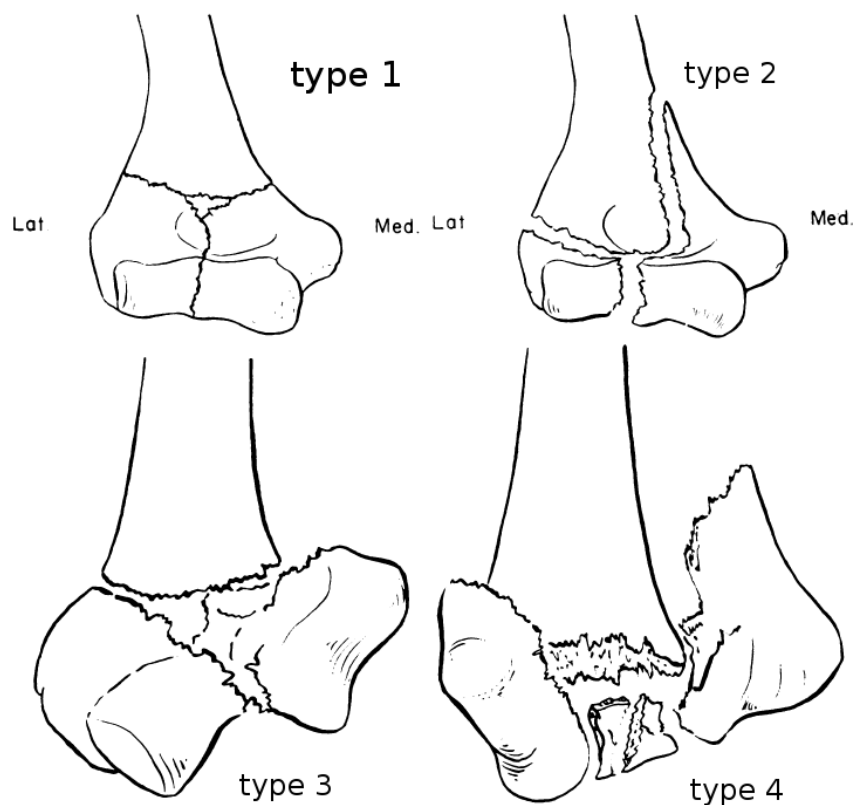


Fig.21 : Classification de Riseborough et Radin [8]. Cette classification prend en compte uniquement les fractures intercondyliennes

4-2 Classification de la S.O.F.C.O.T de Leicester (1979) [96 ;97]

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 [96;97]. Elle est la première à distinguer les fractures totales des fractures parcellaires.

Les fractures totales comprennent (Fig. 22) :

- 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.

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.23) :

* Les fractures parcellaires à trait sagittal sont multiples :

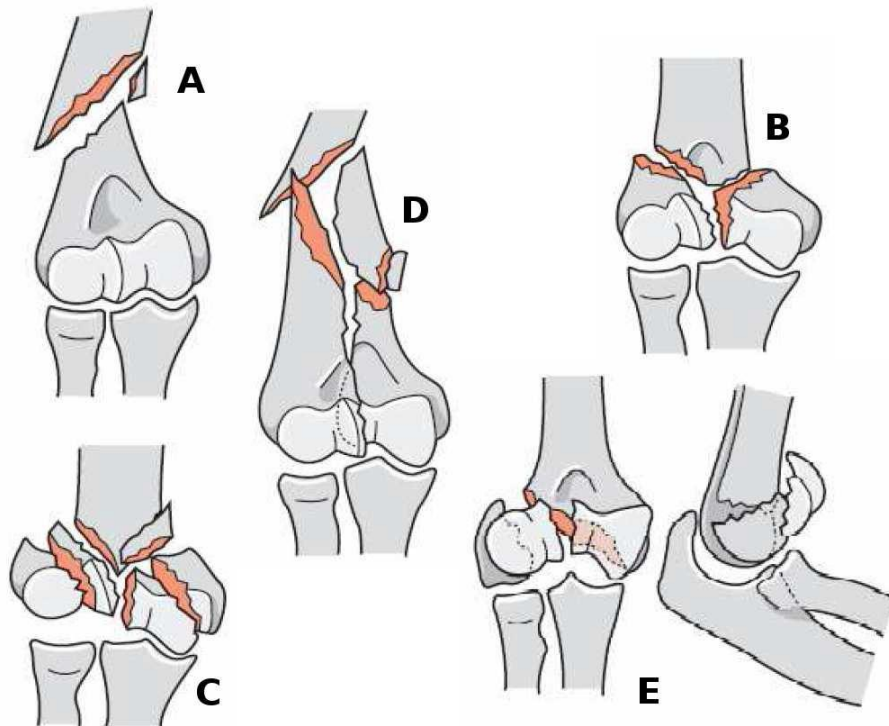


Fig.22 : Classification de la S.O.F.C.O.T – Fractures totales

A : Fracture supracondylienne

B : Fracture sus et intercondylienne simple

C : Fracture sus et intercondylienne comminutive

D : Fracture diaphyso-épiphysaire

E : Fracture diacolumnaire distale

- 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 est clairement séduisante. Elle offre une description compréhensible et complète de tous les types fracturaires dont les fractures diaphyso-épiphysaires et les fractures diacolumnaires (que l'on ne retrouve pas dans les autres classifications). Elle permet aussi la classification des lésions selon le pronostic et l'indication opératoire. Elle pêche cependant par sa traduction difficile (principalement anglaise) qui fait qu'elle n'est utilisée qu'en France et qu'elle ne sert pas aux communications scientifiques internationales.

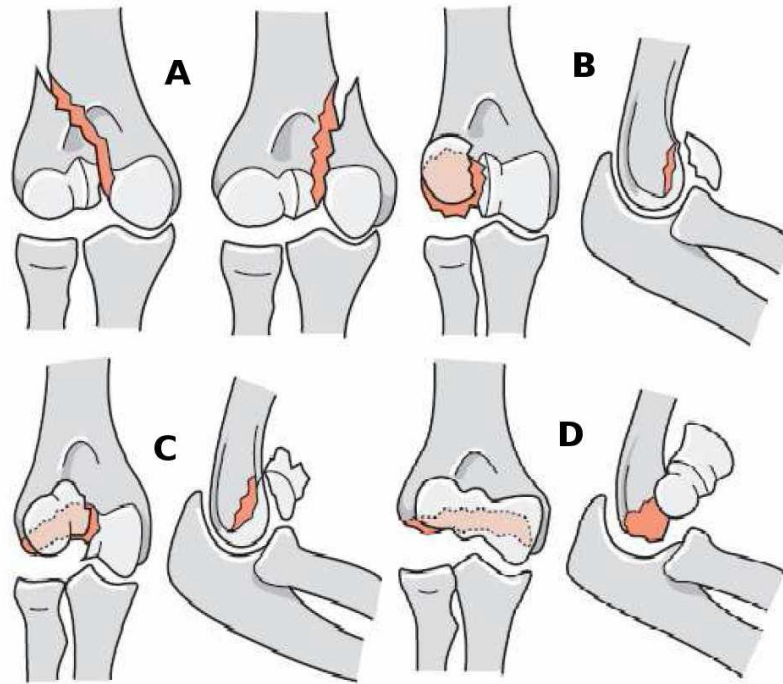


Fig.23 : Classification de la S.O.F.C.O.T – Fractures parcellaires

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

4-3 Classification de Mehne et Matta (1992) [98 ;99]

Cette classification a été rapportée par Jupiter et Mehne [98;99] 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 _ et avec la hauteur de celui-ci. Cette classification distingue donc 22 types différents (Fig.24).

Cette classification 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 [100]. Ces fractures sont importantes à concevoir car elles présentent une difficulté diagnostique et technique.

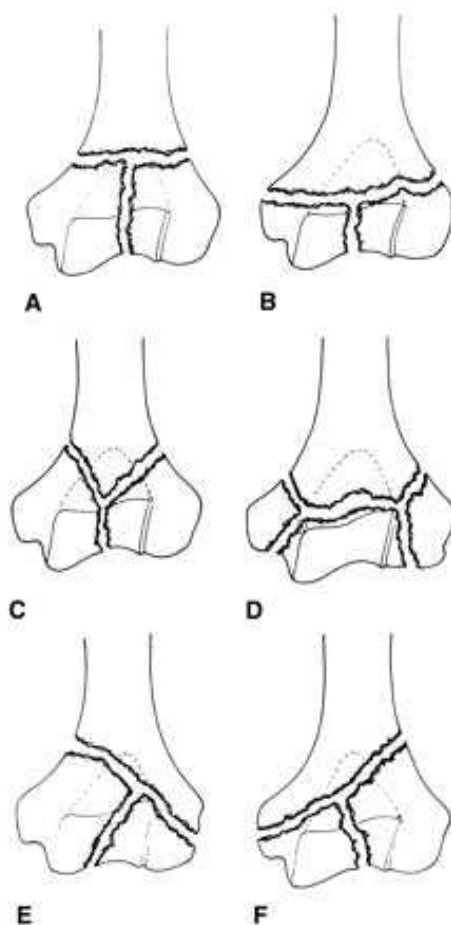


Fig.24 : Classification de Mehne et Matta [98].

A : T haut, **B** : T bas, **C** : Y, **D** : H,

E : Lambda à trait médial, **F** Lambda à trait latéral

4-4 Classification de Davies et Stanley (2006) [101]

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 [101] (Fig.25).

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 préexistante 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.

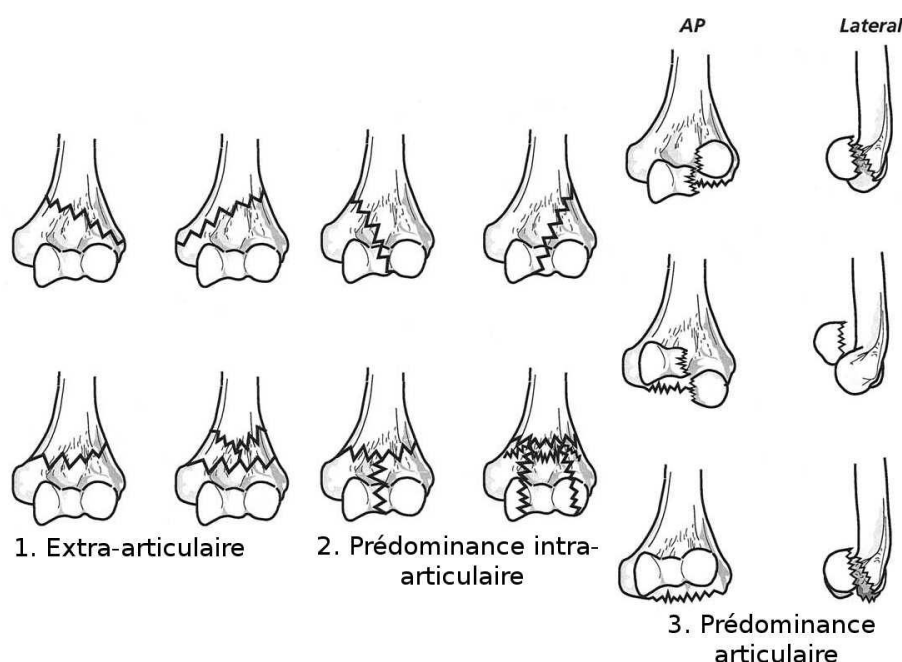


Fig.25 : Classification de Davies et Stanley [101]

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 intra et inter-observateur.

4-5 Classification de l'AO-OTA (2007) [102]

La dernière classification de l'AO-OTA78 [102] (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen – Orthopaedic Trauma Association) est une modification de la première classification proposée par l'AO-OTA il y a 25 ans. La classification initiale provient du mélange de celle de l'AO datant de 1987 [103] avec celle de l'AOT datant de 1983 [104]. Elle reprend les principes classiques des classifications de l'AO avec un système alphanumérique :

- **A** : Extra-articulaire ;
- **B** : Partielle ;
- **C** : Articulaire.

Ces trois types sont eux mêmes divisés en 3 groupes (1, 2 et 3) selon le trait de fracture et la comminution. Ces groupes sont aussi divisés en nombreux sous-groupes. Ceci permet d'aboutir à 61 types de fractures différentes (Fig. 26).

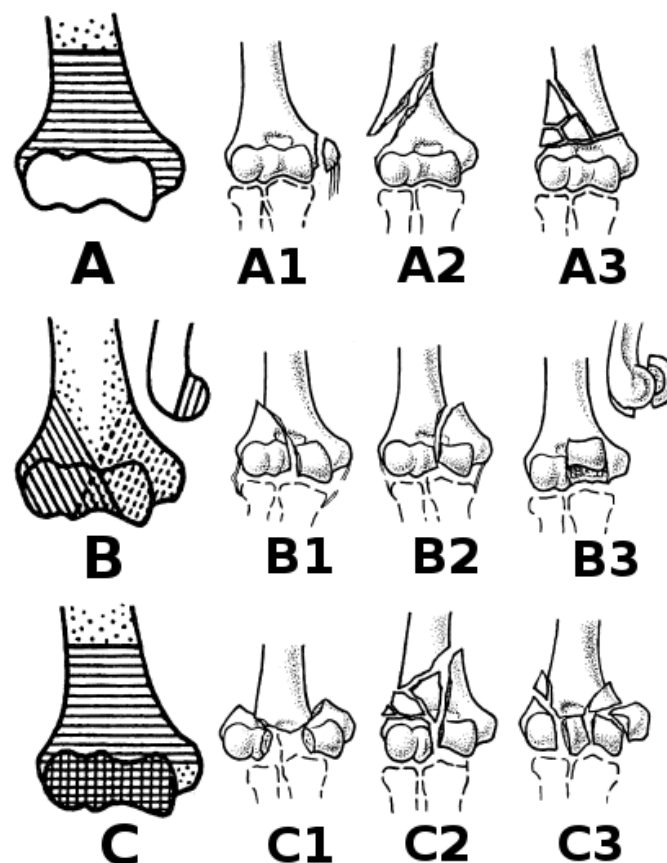


Fig.26 : Classification de l'AO-OTA [102]

Cette classification a l'avantage d'être exhaustive et d'avoir une bonne reproductibilité [105].

Cependant, elle reste difficile d'utilisation dans la pratique courante. Un reproche peut lui être fait : celui de mélanger, dans des familles identiques, des fractures à la thérapeutique et au pronostic complètement différents (fracture de type B). Elle reste cependant « La classification » des publications scientifiques.

4-6 Classification des fractures articulaires frontales de Dubberley (2006)

[106]

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 [106].

Elle décrit l'ensemble des types de fractures, en prenant en compte la part de comminution postérieure du condyle latéral (Fig.27), ce que ne faisait pas la classification de la SOFCOT.

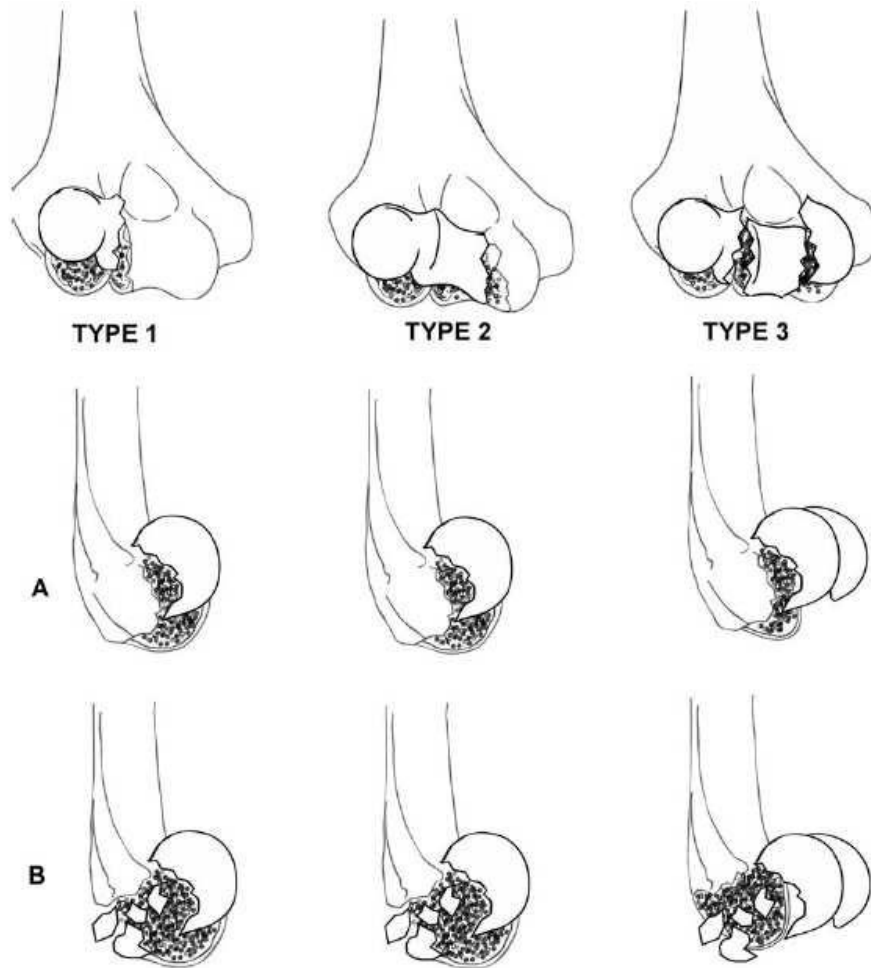


Fig.27 : Classification des fractures frontales articulaires selon Duberley [106]

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

Le type 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.

Cette classification guide, selon les auteurs, le traitement. Les types 1 et 2 peuvent bénéficier d'une voie d'abord latérale de Kocher avec une fixation par vis

canulées. Le type 3 requiert une voie d'abord postérieure (ostéotomie olécrânienne pour les auteurs) afin d'avoir un meilleur jour sur l'articulation. Dans tous les cas, les sous-types B doivent bénéficier d'un apport osseux afin de contrer la comminution et donc une fixation rigide par plaque. La classification de Dubberley permet aussi une vision pronostique : les types 1 présentent de meilleurs résultats que les types 3 d'autant plus s'il existe une comminution postérieure.

5– Quelle classification faut-il utiliser ?

Le nombre important de classifications des fractures distales de l'humérus met bien en évidence qu'une classification idéale guidant la thérapeutique, étant pronostic et permettant les publications, n'existe probablement pas encore ! En tout cas, les classifications les plus utilisées dans la littérature médicale sont celle de l'AO-OTA et celle de Dubberley. La classification de la SOFCOT qui paraît si didactique n'est malheureusement utilisée qu'en France.

	Utilisation clinique	Publication
Riseborough et Radin	+	+
SOFCOT	+++	+
AO-OTA	+	+++
Jupiter et Mehne	++	++
Davies et Stanley	++	+
Dubberley	+++	++

Tableau 1 : Critères de choix parmi les différentes classifications [95]

Les correspondances entre les classifications sont difficiles à établir au vu de la complexité de certaines fractures. Wainwright et al. ont d'ailleurs réalisé une étude comparative [105] (intra et interobservateur) des classifications les plus utilisées dans la littérature anglo-saxonne. La reproductibilité de la classification de Riseborough et Radin était jugée faible. De plus, la moitié des fractures n'y était pas classable. Concernant les classifications de l'AO-OTA (avec les sous-groupes) et Jupiter et Mehne, la reproductibilité était « acceptable ». Pour la classification de l'AO-OTA sans les sous-groupes, la note de reproductibilité diminuait vers « modérée ». Il faut donc rester prudent quant à la valeur que l'on peut donner à une classification.

6– Complications des fractures distales de l'humérus

6-1 Complications générales

6-1-1 Infectieuses

La littérature présente un taux d'infection entre 0 % et 12 % [32]. Les infections le plus souvent relatées sont des infections superficielles (Ratio de 6/123). Toutefois, le coude reste une articulation « superficielle » du fait de la proximité du tissu sous-cutané à l'articulation. Il ne faut donc pas hésiter à prélever et à laver en cas de doute.

6-1-2 Neurologiques

Les complications neurologiques intéressent en premier lieu le nerf ulnaire suivi par les atteintes du nerf radial (2 % à 7 %) [32].

L'incidence post-opératoire de lésions du nerf ulnaire est rapportée entre 0 % et 51 % avec une moyenne à 12 % des fractures [85]. Ce chiffre doit être modéré car aucune des études ne traitent avec précision les atteintes pré-existantes (dans le cadre d'une compression ulnaire au coude), les atteintes liées au traumatisme, les atteintes iatrogéniques ainsi que les atteintes à distance de l'intervention. Une étude

[149] s'attache à rechercher les facteurs pronostiques de lésions ulnaires. La survenue d'une fracture bicolumnaire plutôt qu'une fracture frontale est le seul facteur significatif de risque de lésion ulnaire. L'attitude chirurgicale vis à vis du nerf ne modifie pas le risque de paralysie.

Si l'atteinte ulnaire ne présente aucun signe de récupération à quatre semaines, il est conseillé de réaliser un électromyogramme pour typer la lésion et apprécier la récupération.

Les cas de paralysie 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.

6-1-3 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 [7;150;151]. 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 [152].

6-1-4 Raideurs

L'articulation du coude est une articulation propice aux raideurs [153]. La définition de raideur varie selon les auteurs. Elles sont liées aux rétractions capsulo-ligamentaires, aux dégâts cartilagineux, aux comblements des fosses sus-articulaires ainsi qu'à l'adhérence du triceps à la face postérieure de l'humérus. Le seul moyen de les éviter est la mobilisation précoce du coude après chirurgie.

L'arthrolyse chirurgicale peut être envisagée après 6 mois de rééducation bien conduite et en cas de gêne avec un arc de mobilité < 100°.

6-2 Complications propres aux ostéosynthèses

6-2-1 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 [125;150]. 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 termes 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 [148]. 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.

6-2-2 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% [154;155]. Ces démontages conduisent inexorablement à une immobilisation (au risque de perdre la mobilité du coude) ou à la reprise chirurgicale.

6-2-3 Les fractures du matériel de synthèse

Ces complications sont devenues plus rares depuis l'utilisation de matériel rigide. L'utilisation de plaque tierce de tube est la principale cause de fracture du matériel avec un taux avoisinant 20 % pour Wildburger et al.[156].

6-2-4 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.

6-2-5 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. Le délai recommandé est d'un an. Les plaques anatomiques à vis verrouillées en titane posent le problème de leur ablation. 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 [58]. 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 [157].

Les instabilités post-traumatiques sont extrêmement rares [158]. Les causes sont difficilement identifiables : lésions ligamentaires survenues au traumatisme et non réparées ou lésions iatrogéniques.

Chapitre 4 : Matériels et **Méthodes**

I. Matériels d'étude

- Notre travail concerne une étude prospective de 45 cas de fractures de l'extrémité distale de l'humérus traitées chirurgicalement et suivie au Service de chirurgie orthopédique et traumatologie (A) CHU Hassan II Fès Maroc sur une période de 9 ans du janvier 2004 jusqu'au janvier 2013 avec un recul moyen de 66 mois (15–80mois).
- Les critères d'inclusion étaient :
 - la survenue d'une fracture de l'extrémité distale de l'humérus ;
 - Non pathologique ;
 - chez des patients de plus de 65 ans ;
 - De type A2 A3 C1 C2 C3 de la classification l'AO.
- On a écarté de notre étude les fractures de l'extrémité distale de l'humérus chez les patients de moins de 65 ans, les types A1 B1 B2 B3 de la classification l'AO, ceux qui ont eu un traitement orthopédique, et les patients ayant un dossier médical considéré incomplet pour les impératifs de l'étude.
- L'exploitation a été suivie par une étude casuistique traitant la répartition selon l'âge, le sexe et le mécanisme du traumatisme. Ainsi qu'une étude anatomopathologie selon le côté lésionnel, siège et trait de fracture.
- L'objectif de l'étude est d'évaluer et analyser les résultats fonctionnels ainsi que les complications après un traitement chirurgical conservateur par plaque vissé de type lecestre prémoulée chez les patients de plus de 65ans.

II. Méthodes d'étude

Pour mener cette étude, nous avons élaboré une fiche comportant les critères suivants :

- ✓ L'identité, l'âge, le sexe et la profession du patient ;
- ✓ L'étiologie et le mécanisme du traumatisme ;
- ✓ Le côté atteint au cours du traumatisme ;
- ✓ Les critères cliniques à savoir :
 - Attitude du traumatisé du membre supérieur
 - Douleur
 - Impotence fonctionnelle
 - Déformation
 - Ouverture cutanée
 - Atteinte vasculaire
 - Atteinte nerveuse
- ✓ Les bilans radiologiques réalisés :
 - Radiographie de face
 - Radiographie de profil
 - Autre incidences
- ✓ Le terrain ostéoporotique a été évalué sur les radiographies pré-opératoires, par l'étude de la trame osseuse : déminéralisation homogène sans signe d'ostéolyse.
- ✓ Une série d'antécédents est relevée :
 - Rhumatisme inflammatoire
 - Arthrose de coude pré-existante
 - Antécédent de fracture ostéoporotique
 - Corticothérapie au long cours

- Alcoolisme chronique
- Tabagisme non sevré
- Pathologie neuro-psychiatrique
- ✓ Type de fracture : Dans notre étude, la classification qui a été adoptée est celle de l'AO.
- ✓ Traitement adopté : En dépit des différentes modalités thérapeutiques existantes à savoir le traitement orthopédique, médical et fonctionnel, on s'est focalisé dans notre étude sur les techniques et les modalités du traitement chirurgical.

III. Fiche d'exploitation

- Nom et prénom :
- Age : Sexe : M ☐ F ☐
- Adresse
- Date d'entrée : Date de sortie :
- Profession :
- Côté dominant : Droit ☐ Gauche ☐
- Autonomie : Oui ☐ Non ☐
- Motif de consultation :
- o Signes fonctionnels :
 - Douleur : Oui ☐ Non ☐
 - Impotence fonctionnelle : Non ☐ Partielle ☐ Totale ☐
 - Paresthésie : Oui ☐ Non ☐
 - Autres :
- Types d'activité quotidienne :
- o Travail lourd : Oui ☐ Non ☐
 - o Travail modéré : Oui ☐ Non ☐
 - o Travail léger : Oui ☐ Non ☐
 - o Sédentaire : Oui ☐ Non ☐
 - o Semi-grabataire : Oui ☐ Non ☐
 - o Grabataire : Oui ☐ Non ☐
- ATCD :
- o Co-morbidité :
 - HTA ☐
 - Diabète ☐
 - Dyslipidémie ☐

- Cardiopathie ☐
- Néphropathie ☐
- Obésité ☐

○ Ostéoporose :

- Connue lors d'une ostéodensitométrie:
- Fracture pathologique :

○ ATCD Fr de la hanche : Oui ☐ Non ☐

○ ATCD Fr du poignet : Oui ☐ Non ☐

– HDM :

○ Etiologies :

- Chute ☐
- AVP ☐
- 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 : GCS : TA : T°C :
- Examen locomoteur du bras atteint :
 - Inspection :
 - Attitude du malade :
 - Œdème :
 - Déformation :
 - Ouverture cutanée :
 - Signes inflammatoires :
 - 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 :
 - Fractures extra-articulaires (type A)
 - A1 : Fractures épicondyle médial ☐
 - A2 : Fractures supra-condylienne simple ☐
 - A3 : Fractures supra-condylienne communitive ☐

- Fractures unicondylienne (type B)
 - B1 : Fractures du condyle médial (incluant la trochlée) ☐
 - B2 : Fractures du condyle latéral (incluant le capitellum) ☐
 - B3 : Fractures tangentielles (incluant la trochlée ou le capitellum) ☐
- Fractures sus et intercondyliennes (type C)
 - C1 : Fracture en «Y» ou en «T» ☐
 - C2 : comminution supracondylienne ☐
 - C3 : comminution articulaire et/ou tassement ☐
- Scanner :
 - D2 :
 - Coupe sagittale :
 - Coupe transversale :
 - D3 :
- Traitement :
 - Installation : AG :
 - Voie d'abord :
 - Type d'ostéosynthèse :
 - Etat du cartilage :
 - Geste opératoire :
 - Délais opératoire :
 - Complications per-opératoire :
 - Atteinte du nerf ulnaire :
 - Atteinte du nerf médian :
 - Atteinte du nerf radial :

- Durée d'immobilisation :
 - Attelle ☐
 - Bandage ☐
- ATB + Antalgique :
- Autres traitements médicaux :
- Suivi :
 - Délais d'hospitalisation :
 - Consolidation :
 - Septique ☐
 - Aseptique ☐
 - Complications postopératoires :
 - Infection ☐
 - Pseudoarthrose ☐
 - Démontage :
 - Fracture de la plaque ou de vis ☐
 - Migration de vis ☐
 - Dysesthésie du nerf ulnaire ☐
 - Cal vicieux ☐
 - Raideur ☐
 - Arthrose du coude ☐
 - Ankylose ☐
 - Instabilité ☐

CHAPITRE 5 : RESULTATS

I. Etude épidémiologique

1- Répartition selon l'âge

- ✓ L'âge de nos patients variait entre 65 et 99 ans ;
- ✓ L'âge moyen de survenue de la fracture humérale est de 82 ans.

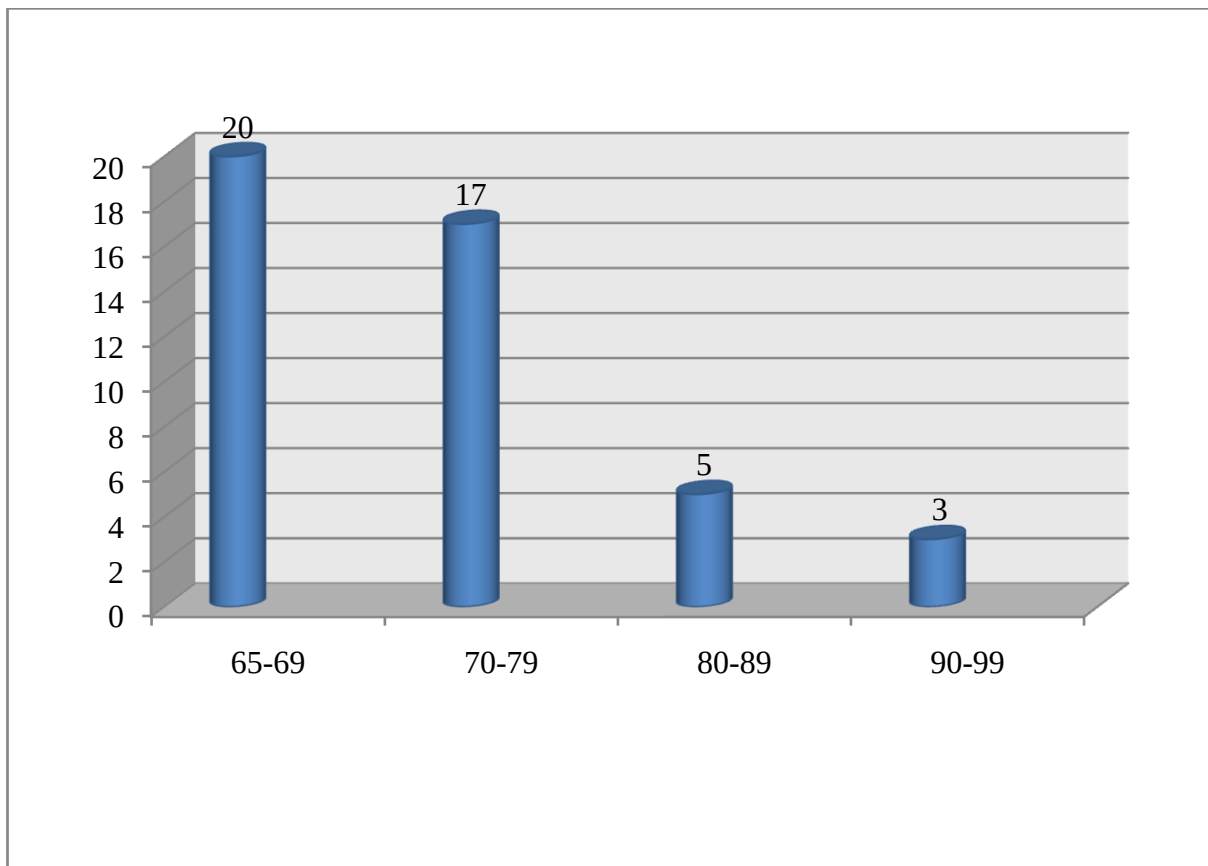


Fig.1 : Répartition des fractures selon l'âge

On note que le taux de fractures est plus élevé chez les patients entre 65 – 79 ans avec 44% entre 65–69 ans et 37% entre 70–79 ans.

2- Répartition selon le sexe

L'étude comprend 33 femmes (73%) pour 12 hommes (27%) soit un sex-ratio homme- femme de 1 /2.75. la prédominance féminine est significative.

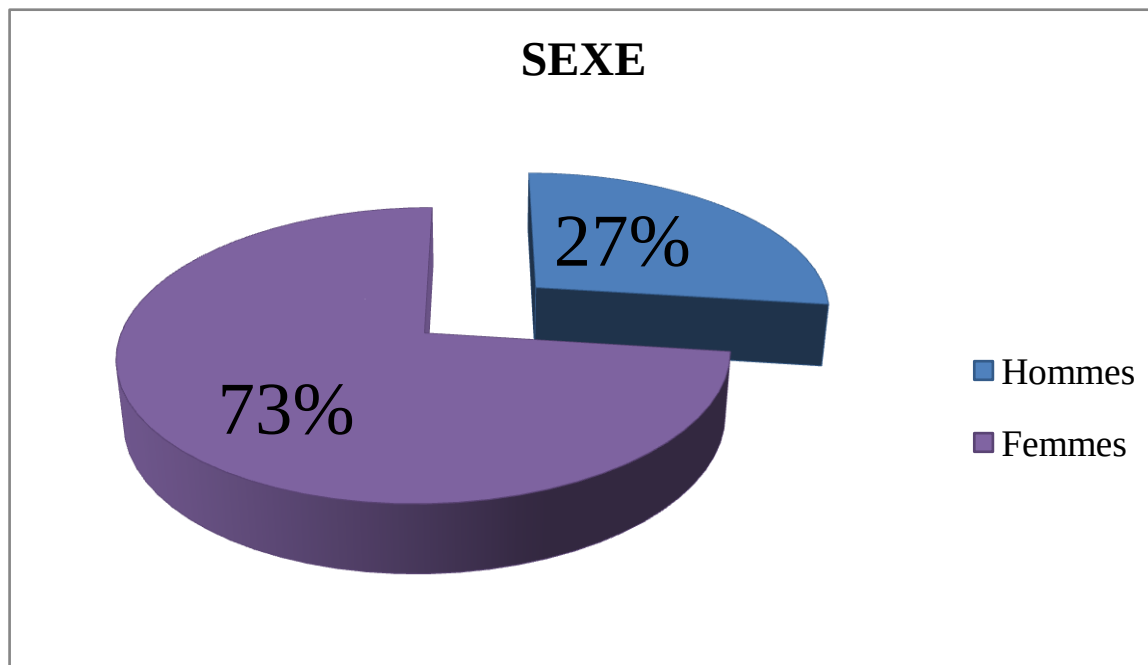


Fig.2 : Répartition selon le sexe

3- Répartition selon les types d'activité quotidienne

On constate une prédominance pour les patients semi-sédentaire soit 44% de la population et 27% pour les patients sédentaire.

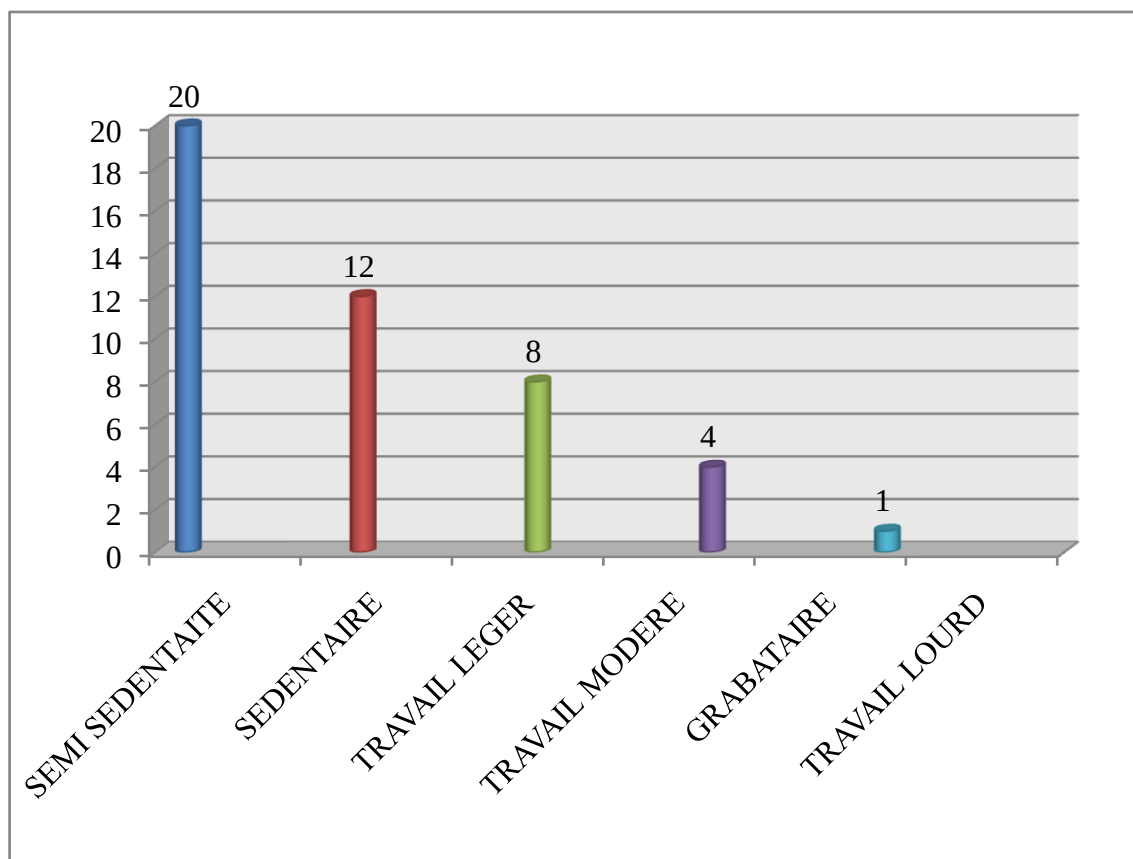


Fig.3 : Répartition selon les types d'activité quotidienne

4- Répartition selon les antécédents

Dans notre série, on note que la majorité des patients ont des antécédents de co-morbidité de type : HTA, dyslipidémie, cardiopathie et obésité, alors que seulement le un tiers présentent une ostéoporose confirmée.

Tableau de co-morbidité

Diabète	HTA	Dyslipidémie	Cardiopathie	Néphropathie	Ostéoporose
12	12	6	2	–	14
24%	24%	13	4%	–	33

5- Répartition selon le côté dominant

On note que tous les patients de notre série sont droitiers de latéralité.

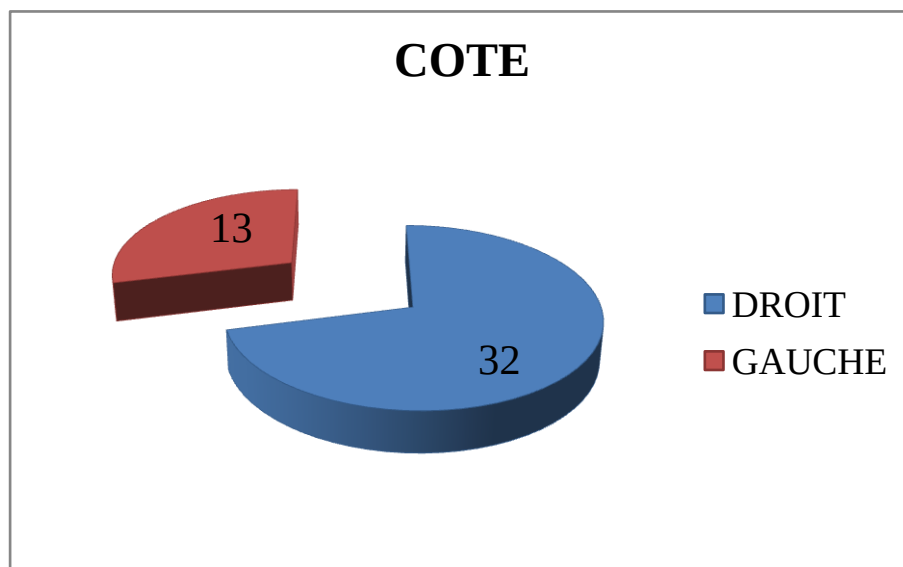


Fig.4 : Répartition selon le côté dominant

6- Répartition selon le côté atteint

L'analyse des données montre que le côté dominant est fréquemment plus atteint que le côté non dominant.

- ✓ Dans 30 cas, le côté droit est atteint, soit un pourcentage de 67%.
- ✓ Dans 15 cas, le côté gauche est atteint, soit un pourcentage de 33%.

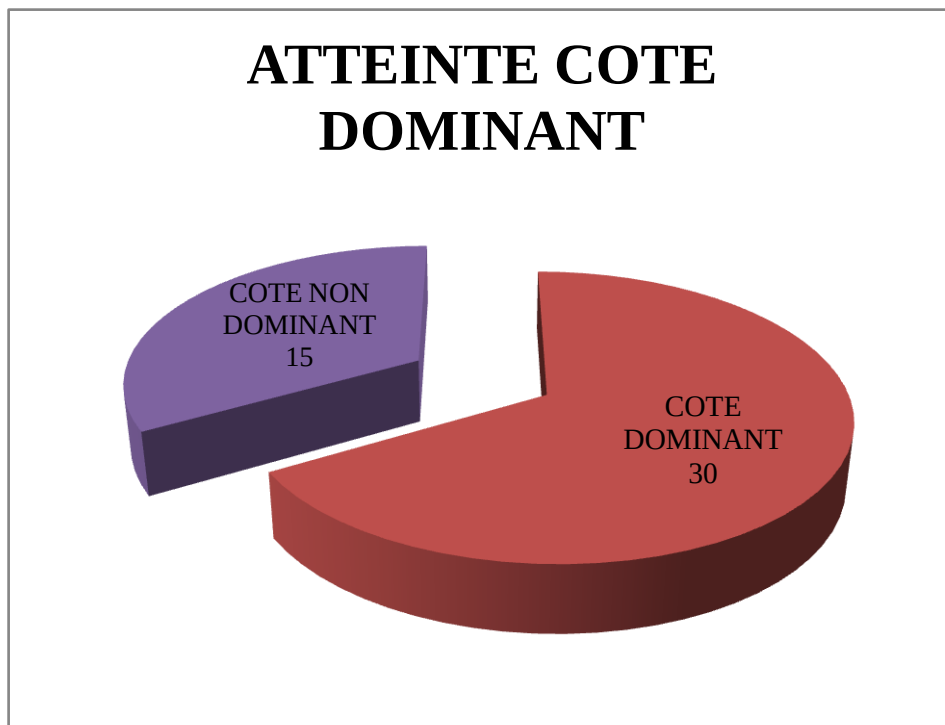


Fig.5 : Répartition selon le côté atteint

7- Répartition selon l'étiologie

On constate que les chutes restent de loin la cause la plus fréquente des fractures de la palette humérale.

- ✓ 30 cas de chute soit 67% ;
- ✓ 10 cas par AVP soit 23% ;
- ✓ 5 cas par d'autres moyens soit 10%.

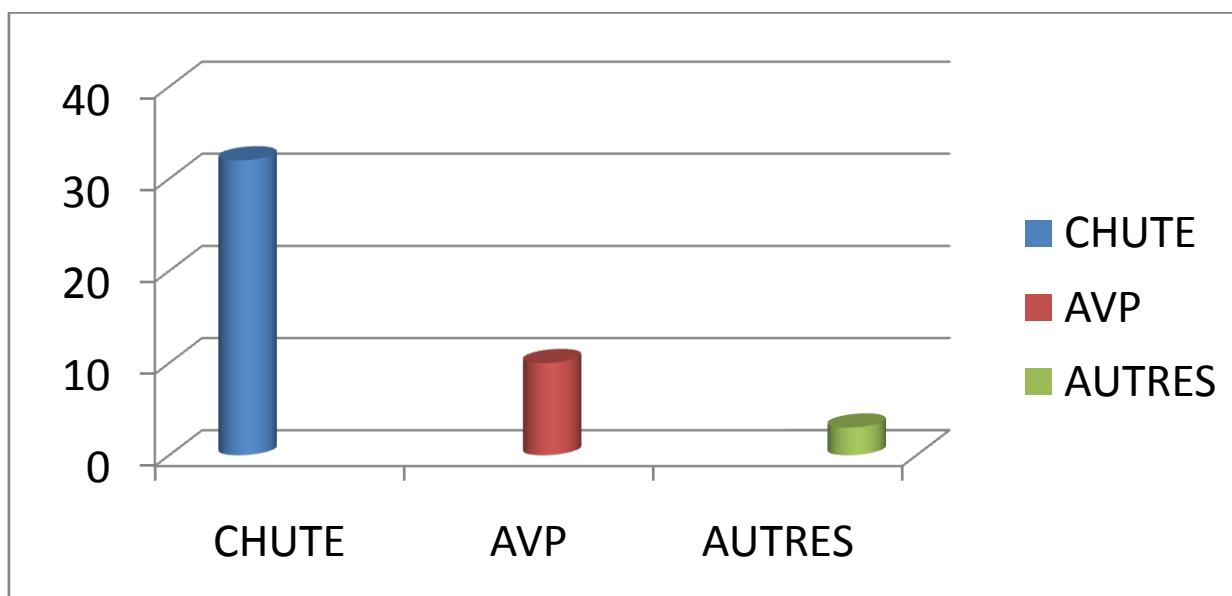


Fig.6 : Répartition selon l'étiologie

II. Etude clinique

1– Signes fonctionnels

Le malade se présente dans l'attitude du traumatisé du membre supérieur avec coude en semi-flexion à 90°.

2– Signes physiques

2-1 Repère du coude

sont souvent de recherche difficile à cause de l'infiltration oedémateuse. On retrouve leur conservation dans tous les cas.

2-2 Lésions cutanée

L'ouverture cutanée a été classée selon la classification de CAUCHOIX et DUPARC. Elle a été notée chez 4 patients (9%) :

- Type I : 4 cas une simple ouverture cutanée (sutureable).

2-3 Lésions vasculaires

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

2-4 Lésions nerveuses

Nous avons relevé 5 cas dans notre série de paresthésie du territoire du nerf ulnaire.

2-5 Lésions associées

Elles étaient retrouvées chez 18 patients (40%) :

- ✓ Lésions du membre homolatéral

Ces lésions étaient notées chez 10 patients :

- Fracture de l'avant bras : 2 cas
- Fracture du poignet : 4 cas
- Fracture du métacarpe : 4 cas
- Poly fracturés : 6 cas

✓ Lésions à distance

Elles étaient notées chez 2 patients :

○ Traumatisme crânio-facial : 2 cas.

III. Bilan radiologique

1– Radiographie standard

La radiographie standard permet, outre de faire le diagnostic, d'éliminer une luxation.

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 Trait de la fracture

Peut être simple ou complexe (pluri fragmentaire), représente un facteur pronostique important, on a recensé 19 cas de fracture simple soit (42%) et 26 cas de fracture complexe soit (58%).

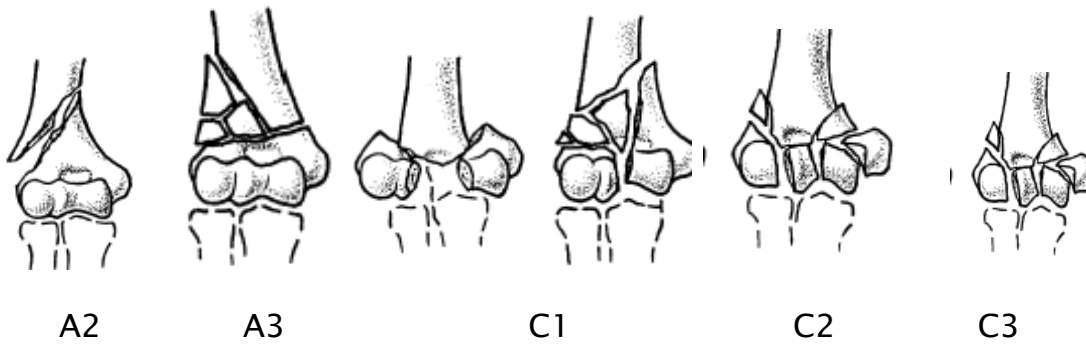
1-2 Déplacement

Fréquemment retrouvé du fait de l'insertion du muscle triceps sur le sommet, dans notre série toutes les fractures étaient déplacées.

1-3 Classification

Parmi toutes les classifications, nous avons opté pour celle de l'AO qui paraît la plus simple ; elle comprend 3 types selon le siège du trait de fracture :

- Type A : fracture supracondylienne communitive (11 cas) (A2 et A3) ;
- Type B : EXCLUS ;
- Type C : fracture sus et intercondylienne en Y ou en T (15 cas).



Fracture de l'extrémité distale de l'humérus type C1 face

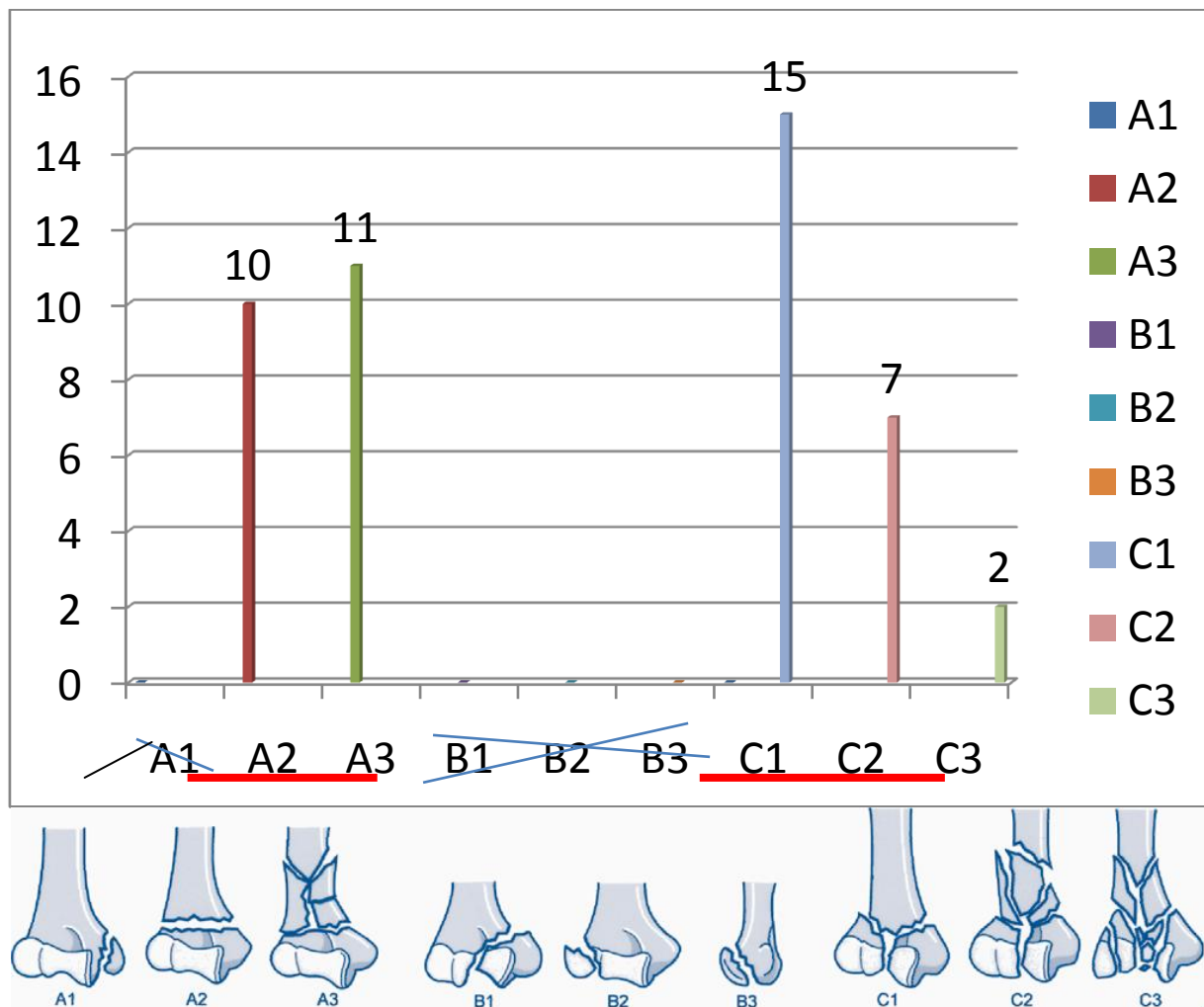


Fig.7 : Répartition des lésions selon le type

On note que les fractures type C1 restent les plus fréquent dans notre série avec 15 cas soit (34%), suivie par les fractures type A3 avec 11 cas soit (25%).

2- TDM

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

IV. TRAITEMENT

Tous les patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical. Le matériel d'ostéosynthèse 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° ou par vissage).

1- Délai d'intervention

Dans notre série, le délai était en moyenne de 2 jours avec un minimum de 1 jour et un maximum de 5 jours.

2- Préparation du malade

2-1 Installation

L'intervention a été menée en décubitus latéral chez tous les patients. Dans tous les cas, le bras repose sur un support, l'avant bras pendant librement à la verticale. 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 qui ont tous refusés l'anesthésie locorégional.

2-3 Voie d'abord

La voie postérieure transolécranienne a été utilisée chez tous les patients, elle permet une bonne exposition des lésions, leur réduction et leur fixation.

3– Moyens d'ostéosynthèse

Sur les 45 cas traités chirurgicalement, le montage se répartit comme suit :

3-1. Pour la facture de la palette humérale

Matériel d'ostéosynthèse	Nombre de cas	Pourcentage
Plaque lecestre seule	10	22.22%
Plaque lecestre + plaque vissé	26	57.78%
Plaque lecestre + vissage	9	20%

Type de fracture	Type d'ostéosynthèse	Nombre de cas
A2	Plaque lecestre seule +/- vissage	10
A3		9
C1	Plaque lecestre + plaque vissé 1 /3tube montage 90°	15
C2		7
C3		2

3-2. Pour l'ostéotomie de l'olécrane

Tous les patients ont bénéficiés d'une ostéosynthèse type embrochage plus un haubanage.

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.

5– Consolidation

On note dans notre série un taux de consolidation très satisfaisant à 95.5% soit 43 cas pour les fractures de la palette humérale et 100% de consolidation pour l'olcérane.

6– Rééducation

Une rééducation est débutée progressivement après une immobilisation systématique chez tous nos patients pendant 3 semaines en moyenne vue l'âge avancé et le montage précaire.

V. Evolution

Nous avons pu suivre tous les malades, le recul allait de 18 à 80 mois avec une moyenne de 66 mois.

VI. Complications

1– Infectieuses

Dans notre série nous avons observé 2 cas d'infection superficielle.

2– Nerveuses

3 cas de paresthésie du nerf ulnaire, qui peuvent être expliqué par la neurolyse extensive.

3– Raideur du coude

Dans notre série on a trouvé 12 cas de raideurs soit 26.66 % des cas dont 4 cas ont bénéficié d'une arthrolyse chirurgicale, 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 l'absence de rééducation.

4- Cal vicieux

On note dans notre série 10 cas de cal vicieux soit 22.22% des cas, ceci est dû à un défaut de la réduction des fractures complexes, ainsi que la difficulté de retrouver les repères osseux.

5- Pseudarthrose

On note la présence de 2 cas de pseudarthrose soit 4.44%, expliqué par le démontage du matériel, ostéoporose, et un défaut d'ostéosynthèse.

6- Arthrose

L'arthrose post traumatique est la rançon tardive de toute fracture articulaire imparfaitement réduite, dans notre série on a constaté 8 cas d'arthrose du coude.

7- Ankylose et instabilité

Nous n'avons noté aucun cas dans notre série.

VII. Résultats

1- Critères d'évaluation des résultats fonctionnels

Les résultats ont été appréciés selon Le score fonctionnel MEPS (Mayo Clinic Elbow Performance Score) 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).

Fonctions	Points
Douleur (45points)	
absente	45
légère	30
Modéré	15
sévère	0
Arc de mobilité (20 points)	
>100°	20
Entre 100–50°	15
<50°	5
Stabilité (10 points)	
stable	10
Modérément stable	5
instable	0
Activité quotidienne (25points)	
Se peigner	5
Main/bouche	5
toilette	5
Mettre une chemise	5
Mettre des chaussures	5

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

- **Résultats**

Tableau I : Résultats fonctionnels.

Résultats	Nombre de cas	pourcentage
Excellent	8	17%
Bon	17	38%
Moyen	15	34%
Mauvais	5	11%
Total	45	100%

55%

Ainsi que plus 55% des patients ont eu des résultats satisfaisants.

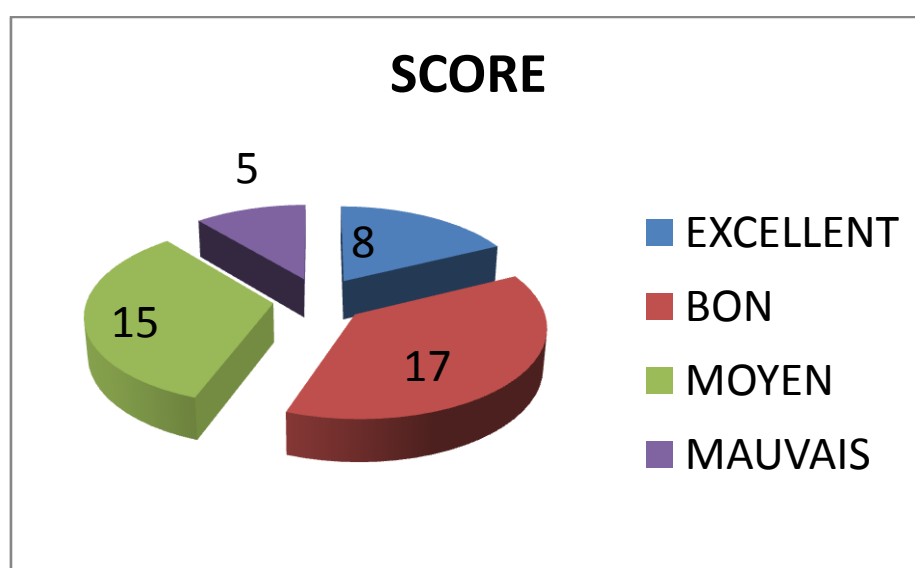


Tableau II : Résultats en fonction du type de fracture.

Résultats / Type de Fracture	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
A2 n:10	7	3		
A3 n: 11	1	10		
C1 n: 15		3	12	
C2 n: 07		1	3	3
C3 n: 02				2

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, la difficulté lors de la réduction et de l'ostéosynthèse ainsi que l'absence de rééducation.

2- Les résultats radiologiques

Les résultats radiologiques montrent un taux de 100% de consolidation de l'olécrane et 95.5% 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 satisfaisante.

VIII. Cas clinique

1- Cas clinique n°1 :

Patiente âgée de 72 ans, ayant comme ATCD une cardiopathie et une ostéoporose confirmée par une fracture du radius distale.

La patiente a consulté aux urgences pour douleur et impotence fonctionnelle du membre supérieur.

Les circonstances du traumatisme est une chute de sa hauteur occasionnant chez elle une fracture de la palette humérale.

La patiente a bénéficié d'un traitement chirurgical par voie trans-olécranienne, une ostéosynthèse par plaque lecestre + vissage pour fracture externe distale de l'humérus type A3





En postopératoire, et après une immobilisation de 3 semaines, une rééducation progressive était entamée.

Les résultats fonctionnels de cette patiente sont satisfaisants.

2- Cas clinique n°2 :

Patient âgé de 66 ans sans ATCD pathologique notable.

Le patient est admis aux urgences pour AVP occasionnant chez lui des fractures multiples.

Le patient a bénéficié d'un traitement chirurgical par voie trans-olécranienne, une ostéosynthèse par plaque lecestre au niveau du pilier externe +une plaque 1/3 tube au niveau du pilier interne avec un montage de 90° pour une fracture sus et intercondylienne type C2





En postopératoire, et après une immobilisation de 3 semaines, une rééducation progressive était entamée.

Les résultats fonctionnels de ce patients sont moyens (extension et flexion non complète).

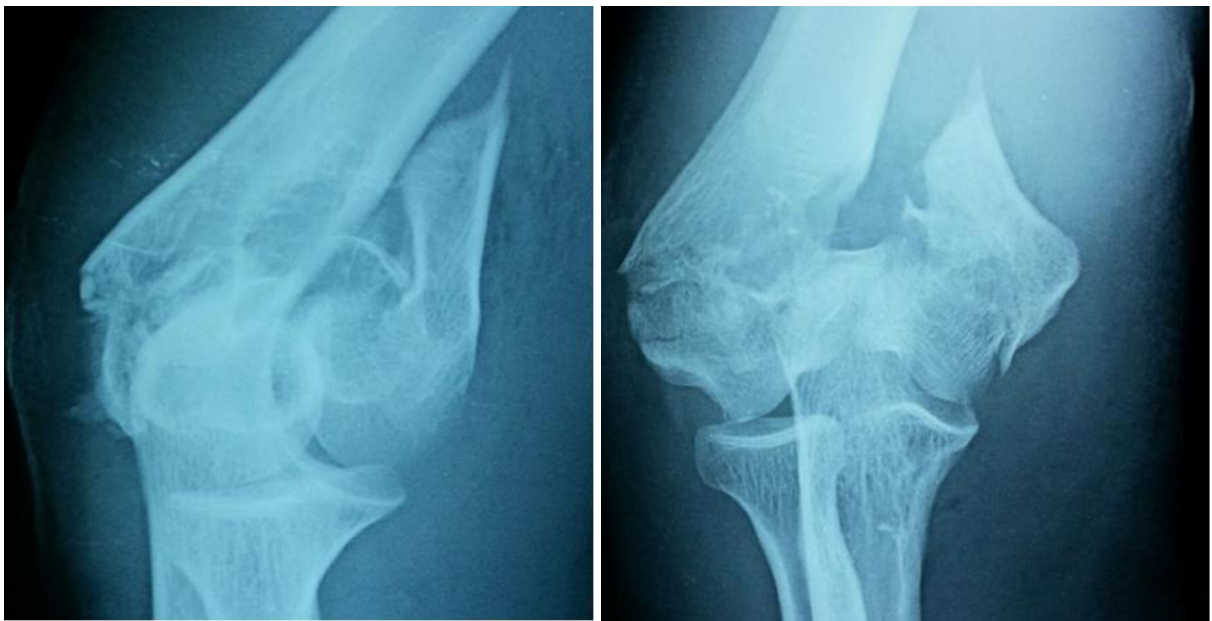
3- Cas clinique n°3 :

Patiente âgée de 77 ans, ayant comme ATCD un diabète et HTA sous traitement médical.

La patiente a consulté aux urgences pour douleur et impotence fonctionnelle du membre supérieur.

Les circonstances du traumatisme est une chute de sa hauteur occasionnant chez elle une fracture de la palette humérale.

La patiente a bénéficié d'un traitement chirurgical par voie trans-olécranienne, une ostéosynthèse par plaque lecestre au niveau du pilier externe + une plaque 1/3 tube au niveau du pilier interne avec un montage 90° pour une fracture sus et intercondylienne type C1





En postopératoire, et après une immobilisation de 3 semaines, une rééducation progressive était entamée.

Les résultats fonctionnels de cette patiente sont satisfaisants.

4- Cas clinique n°4 :

Patiente de 81 ans, ayant comme ATCD la maladie de parkinson, une cardiopathie, diabétique sous traitement et une ostéoporose confirmée par ostéodensitométrie.

La patiente a consulté aux urgences pour douleur et impotence fonctionnelle du membre supérieur.

Les circonstances du traumatisme est une chute de sa hauteur occasionnant chez elle une fracture de la palette humérale.

La patiente a bénéficié d'un traitement chirurgical par voie trans-olécranienne, une ostéosynthèse par plaque lecestre + plaque vissée avec un montage de 90°,



En postopératoire, et après une immobilisation de 3 semaines, une rééducation progressive était entamée.

La patiente a présenté une pseudarthrose nécessitant une reprise chirurgicale.



Chapitre 6 : Discussion

I. Etude épidémiologique

Les fractures de l'extrémité distale de l'humérus représentent 1 à 2 % [30] de l'ensemble des fractures de l'adulte. L'incidence de ces fractures dans une population de femme de plus de 60 ans est reportée à 25/100 000 par an [6].

La répartition de ces fractures est bimodale avec un pic chez le jeune homme entre 12 et 19 ans et un deuxième pic chez la femme âgée de plus de 80 ans [84]. C'est cette tranche de la population qui nous intéresse ici. Les données épidémiologiques de notre série rejoignent celles de la littérature. En effet, l'étude multicentrique réalisée par la Société d'Orthopédie et de Traumatologie de l'Ouest (S.O.O.) en 2007 trouve un âge moyen de 80 ans et une nette prédominance féminine (80%) [23].

1- Age

Tableau I : Extrêmes et moyenne d'âge selon la littérature.

Auteurs	Nombre de cas	Extrêmes d'âge	Age moyen
Ducrot [33]	20	65-93	80
Serrano-mateo [34]	26	65-89	76.8
Saragaglia [35]	74	65-95	80
Huang [69]	23	65-85	75
Sofcot [132]	87	65-93	79
Notre série	45	65-99	82

On constate que l'âge moyen de notre série est comparable avec les autres séries internationales.

2– Sexe

Tableau II : Répartition du sexe selon la littérature.

Auteurs	Nombre de cas	Homme (%)	Femme (%)
Serrano-mateo [34]	26	17%	83%
Clavert [36]	53	21%	79%
Saragalia[35]	74	40%	60%
Notre série	45	27%	73%

Notre étude corrobore avec la plupart des séries qui notent une nette prédominance féminine.

3– Côté atteint

Tableau III : Répartition du côté atteint selon la littérature.

Auteurs	Nombre de cas	Droit%	Gauche%
Obert [37]	87	33%	67%
Clavert [36]	45	30%	60%
Ducrot [33]	53	29%	61%
Notre série	45	72%	28%

A l'inverse de notre série ; Toutes les séries montrent la prédominance de l'atteinte du côté gauche, ceci s'explique par le fait que l'individu se protège le plus souvent avec son membre supérieur gauche.

II. Etude clinique

1- Le mécanisme

1-1 Notion sur l'ostéoporose

Dans une étude [93] sur le mécanisme de survenue des fractures ostéoporotiques, Palvanen et al. retrouvent un taux très élevé (97 %) de simple chute. Nos résultats relatent un taux de 67 %. Cependant la population étudiée dans notre cas n'est pas entièrement ostéoporotique. En effet, seulement 33 % d'entre eux ont déjà présenté une fracture rentrant dans le cadre des fractures ostéoporotiques ou présentent une ostéodensitométrie anormale. Nous percevons bien par ces chiffres importants le problème que représente l'ostéoporose.

L'ostéoporose est vraiment devenue une « épidémie silencieuse », croissante et représentant environ 150 000 fractures en France en 2007 [159]. Une femme sur deux et un homme sur cinq de plus de 50 ans auront une fracture liée à l'ostéoporose au cours de leur vie. Concernant spécifiquement les fractures de l'extrémité distale de l'humérus, leurs taux auront triplé en 2030 [6]. Cette évolution s'inscrit dans le cadre global de progression des fractures du sujet âgé [160]. Le coût des fractures ostéoporotiques dans la zone euro représentera 76 milliards d'euros en 2050. Il s'agit donc d'un véritable enjeu de santé publique et le chirurgien orthopédique a un rôle réel à jouer. Le meilleur signe prédictif de faire une fracture ostéoporotique est le fait d'en avoir déjà présentée une [159]. Le chirurgien est donc en première ligne pour la prévention des fractures. Je pense que son rôle est double :

- Celui d'identifier et d'évaluer les fractures dites de fragilité ;
- Celui de référer le patient dans un circuit de soins adapté, à défaut de le prendre en charge directement.

1-2 Les étiologies

Tableau IV : Répartition des étiologies selon la littérature.

Auteurs	Nombre de cas	Etiologies %		
		Chute	AVP	Autres
Guillaume [38]	61	86.9%	13.1%	–
Doursounian[39]	52	77%	–	–
Hachimi [40]	33	78%	12%	10%
Notre série	45	67%	23%	10%

En comparant les données des différentes études, on constate que les chutes restent la cause la plus fréquente des fractures de la palette humérale, ce qui est en accord avec les résultats de notre série.

2- Type de la fracture

Auteurs	Nombre de cas	Type A	Type B	Type C
Clavert[36]	53	24.52%	26.41%	49%
Serrano-mateo[34]	68	11.76%	–	88.23%
Saragaglia[35]	53	16%	8%	47%
Notre série	45	46%	–	54%

On constate que dans toutes les séries étudiées les fractures sus et intercondyliennes (type C) sont les plus fréquentes des fractures de la palette humérale, suivies par les fractures supra-condylienne (type A).

Aussi, nos résultats sont en accord avec ceux décrits par les différentes séries.

3– Etude clinique

3–1 Interrogatoire

Tous les patients ont été vus dans le cadre des urgences ou l'interrogatoire a été mené pour préciser l'horaire du traumatisme, son mécanisme, la nature de l'agent vulnérant, l'heure du dernier repas, les antécédents du patient et les signes fonctionnels.

3–2 Examen loco-régional

➤ Inspection

L'inspection objective souvent :

- Un gros coude tuméfié par l'œdème ;
- Une déformation des repères: chez tous nos patients, il était impossible de la détecter, le coude étant oedématié ;
- Les lésions cutanées : sous forme d'ecchymoses, hématomes ou des plaies aggravant le pronostic par le risque de survenue d'une ostéoarthrite.

➤ Palpation

La palpation révèle souvent une douleur à la pression douce du coude, une dépression inter-fragmentaire si la fracture est déplacée ou une menace de la peau par le fragment proximal. Elle vérifie les repères anatomiques du coude en flexion qui forment dans le cas normal un triangle isocèle de NELATON.

3–3 Lésions des parties molles

Ces lésions peuvent être dues soit au déplacement des fragments osseux soit au traumatisme direct par l'agent traumatisant.

➤ Lésions cutanées :

Auteurs	Nombre de cas	Taux d'ouverture cutanée			Total %
		Type 1	Type 2	Type 3	
Nédellec [41]	42	9	2	1	19.7%
Bégué [42]	52	5	1	–	11.5%
Lahdidi [55]	50	4	–	–	8%
Notre série	45	2	–	–	4.44%

L'ouverture cutanée retentit sur le pronostic de ces fractures en les exposant au risque infectieux. La majorité des auteurs notent une grande fréquence des types I incluant notre série.

➤ Lésions vasculaires :

L'incidence des lésions vasculaires est difficile à juger dans la littérature internationale. Aucun cas n'a été noté dans notre série. Mais l'examen vasculaire reste systématique en cas de traumatisme du coude, pour rechercher une lésion de l'artère humérale.

➤ Lésions nerveuses :

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. La prévalence moyenne des lésions nerveuses dans les fractures de l'extrémité distale de l'humérus peut être évaluée en compilant les résultats de nombreux articles [85]. Elle s'approche de 12,3 % [0–50,9 %] de lésions transitoires et de 5,4 % [0–15 %] de lésions permanentes. Notre série présente des prévalences comparables : 11 % pré-opératoire, 6.7 % de nouvelles lésions en post-opératoire immédiate soit une incidence globale de 17,7 %. La prévalence de lésions permanentes est comparable à celle dans la littérature.

Le faible nombre de cas ne permet malheureusement pas de tirer des conclusions statistiques. Mais probablement les lésions persistantes sont le résultat de véritable lésion du nerf lors du traumatisme : axonotmésis ou neurotmésis. Les lésions pré-opératoires du nerf ulnaire doivent peut être faire l'objet d'une inspection systématique. Les lésions survenues en post-opératoire immédiat récupèrent plus facilement. Elles sont probablement plus liées à la compression par le garrot pneumatique, la manipulation et la dévascularisation lors de la neurolyse ou lors de la transposition antérieure et correspondent à des cas de neurapraxie.

Le deuxième point intéressant est le taux d'atteinte radiale lors du traumatisme. Aucune donnée n'est disponible sur l'incidence des lésions du nerf radial lors du traumatisme. La littérature relate surtout les taux importants de lésions ulnaires.

3-4 Lésions ostéo-articulaires

Les lésions étagées du même membre compliquent souvent le traitement et les suites opératoires, entravant ainsi la rééducation. Elles représentent 16% pour Lahdidi [55], 14% pour Ring [56] et 38% pour Raggabi [57]. Dans notre série, elles représentent 40%.

On note que nos résultats rejoignent les séries nationales dans la fréquence élevé de l'association des fractures de la palette humérale à d'autres fractures.

III. Etude radiologique

Le bilan radiologique standard avec coude de face et de profil est suffisant dans les fractures totales [58]. Le cliché de face doit permettre de voir l'EDH de face, ce qui est difficile du fait de la position antalgique. L'importance de la douleur et le déplacement des fragments font qu'il est souvent insuffisant pour identifier tous les fragments osseux, l'importance de la comminution, et permettre la planification opératoire. La position du coude en demi-flexion, gêne la réalisation d'une TDM.

Nous préférons les clichés en traction au bloc opératoire sous anesthésie générale, qui permettent d'aligner les fragments et procurent une bonne vision de l'humérus distal (fig.1).

La TDM est utile dans les fractures parcellaires et aussi très distales, en raison de la superposition des divers fragments, qui ne permet pas une analyse exacte de la fracture.

Les reconstructions 3D [77] montrent la morphologie et la position des fragments et aident au choix de la voie d'abord (fig.2).

Brouwer [77,78] 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 [79], 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.

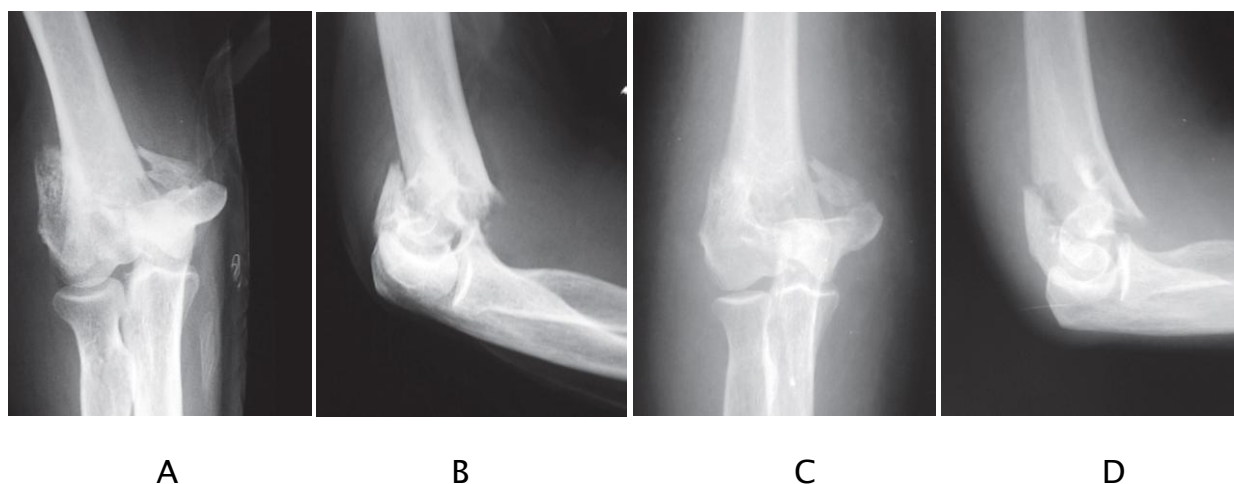


Fig.1: Fracture complète sus-et intercondylienne de l'humérus distal type C

- A. Bilan radiologique de face.
- B. Bilan de profil.
- C. Cliché en traction de face.
- D. Cliché en traction de profil.



Fig.2 : Bilan radiologique et reconstruction 3D d'une fracture type C.

Dans notre série, des radiographies de face et de profil ont été réalisés systématiquement chez tous les patients, la TDM n'a été demandée pour aucun malade.

L'analyse des clichés de notre série montre :

- 15 patients soit 34%, présente une fracture sus et intercondylienne en Y ou en T.
- 11 patients soit 25% présente une fracture supracondylienne communitive.



Fracture sus et intercondylienne type C2

IV. Traitement

Les fractures de l'extrémité distale de l'humérus sont parmi les fractures de l'adulte les plus complexes à prendre en charge. La complexité anatomique de l'épiphyse, la proximité des nerfs (radial et ulnaire), la grande variété des formes de fractures ont longtemps fait préférer le traitement orthopédique « bag of bones » [107] au traitement chirurgical. Watson-Jones [108] a défendu le concept de réduction par manœuvre externe suivi d'une immobilisation plâtrée, Riseborough [8] celui d'une réduction à l'aide d'une traction transolécrânienne. Decoulx et al. [109] a utilisé la technique de traction continue selon Leveuf et Godart (Fig.3). Certains prônent même une rééducation immédiate [110] permettant selon eux un remodelage de la surface articulaire. Cependant, les progrès du matériel d'ostéosynthèse ont permis de proposer aux patients des techniques chirurgicales permettant une rééducation précoce, gage de bons résultats [16]. A cette condition, le traitement chirurgical a fait la preuve de sa supériorité [96].

1- Traitement orthopédique

La littérature (à présent ancienne) nous permet d'évaluer les résultats du traitement orthopédique. Les résultats de ces traitements sont décevants allant de 18 % de patients satisfaits pour Zagorski et al. [161] jusqu'à 68 % pour Riseborough et Radin [8], notamment dans les fractures supra-condyliennes. Le traitement orthopédique donne des résultats constamment médiocre [96] dans les fractures sus et intercondylienne. Il faut y ajouter l'inconfort de l'immobilisation parfois longue (six à douze semaines). Cependant, compte tenu du vieillissement de la population, il est important de conserver ce traitement en mémoire et de ne pas le considérer comme un abandon thérapeutique [23].

Il peut paraître licite de proposer un traitement orthopédique chez des patients très âgés avec des contre-indications anesthésiques dont les besoins fonctionnels sont très limités.

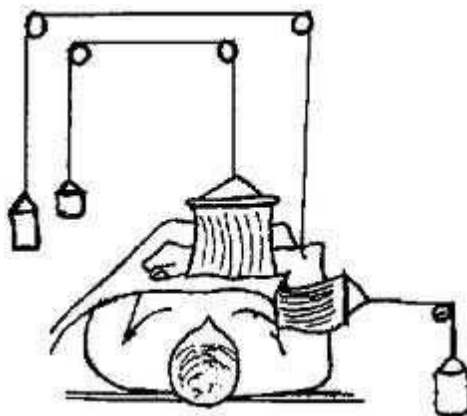


Fig.3 : Traction continue selon Leveuf et Godard : traction du bras au zénith, avant bras fléchi à 90°, poids entre 2 et 4 kg

2– Traitement chirurgical

2-1 Les voies d'abords

2-1-1 Voies d'abord postérieures

Les voies d'abord postérieures décrites sont nombreuses dans la littérature. Elles découlent toutes d'une réflexion vis à vis de l'appareil extenseur et de sa réparation, qui doit incontestablement être dépassé pour accéder à l'articulation.

Les voies d'abord postérieures présentent des avantages certains :

- Le respect des nerfs sous cutanés ;
- Une meilleure visualisation des surfaces articulaires ;
- Tous les gestes techniques apparaissent possibles par cette approche. ce qui lui vaut la qualification de voie d'abord universelle (universal approach [31;111]) par les auteurs de langues anglaises. Une citation d'O'Driscoll : « the front door of the elbow is the back »

Les voies d'abord postérieures peuvent être classées 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.

2-1-1-1 Installation et incision cutanée

L'installation (Fig. 4A) qui nous paraît être 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. 4B) 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. 4C) 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.

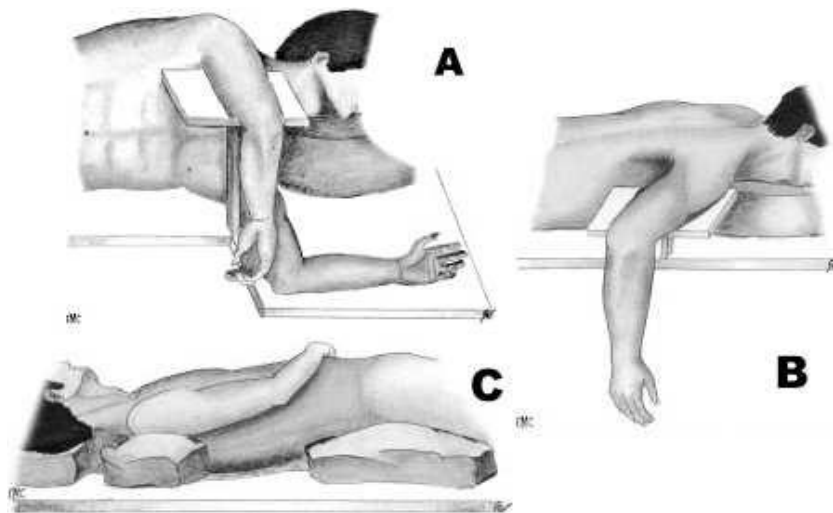


Fig.4 : Différentes installations possibles [112]

A : Décubitus latéral,

B : Décubitus ventral,

C : Décubitus dorsal.

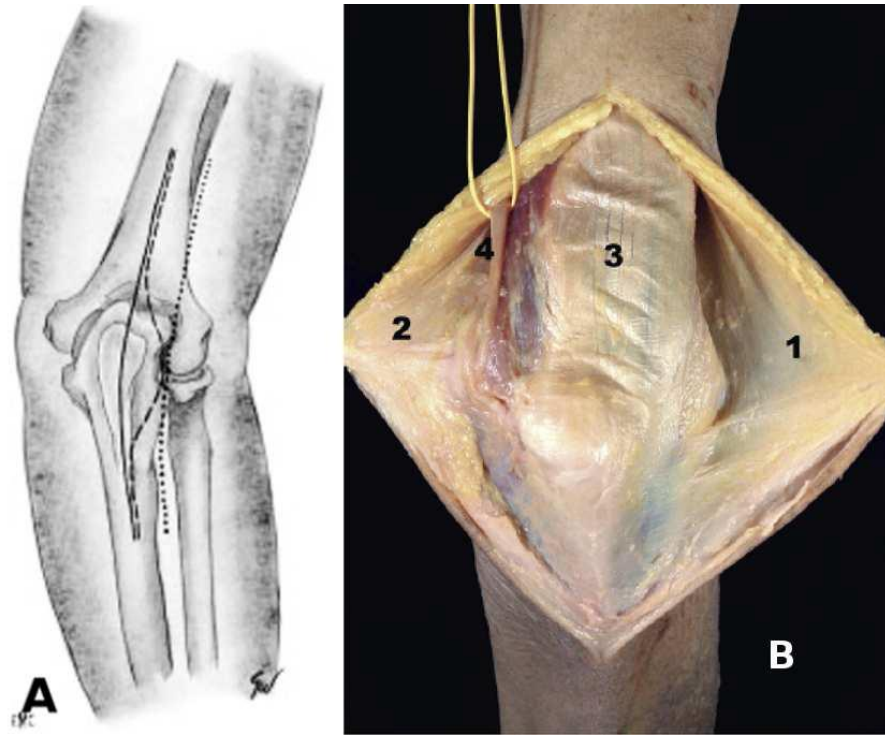


Fig.5 : A [112]) : Incisions cutanées postérieures.

B [113] : Extension latérale et médiale.

- 1 : Lambeau fascio-cutané latéral,
- 2 : Lambeau fascio-cutané médial,
- 3 : Muscle triceps brachial,
- 4 : Nerf ulnaire.

La plupart des incisions cutanées sont longitudinales (Fig.5). L'incision doit être directe comme préconisée par Langenbeck dès 1872 et doit contourner l'olécrane par sa partie latérale, évitant ainsi des douleurs cicatricielles lorsque le coude est posé sur une table. Cependant Smith [114] propose de contourner l'olécrane par sa partie médiale, permettant ainsi une meilleure cicatrisation ; nous n'en avons malheureusement pas l'expérience. L'abord doit se faire sur environ 8 cm proximal et 6 cm distal en partant de l'articulation.

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. A présent, nous avons un jour suffisant sur le triceps et il est possible de choisir la manière de le traverser.

2-1-1-2 Discision du Triceps : Campbell et Gschwend

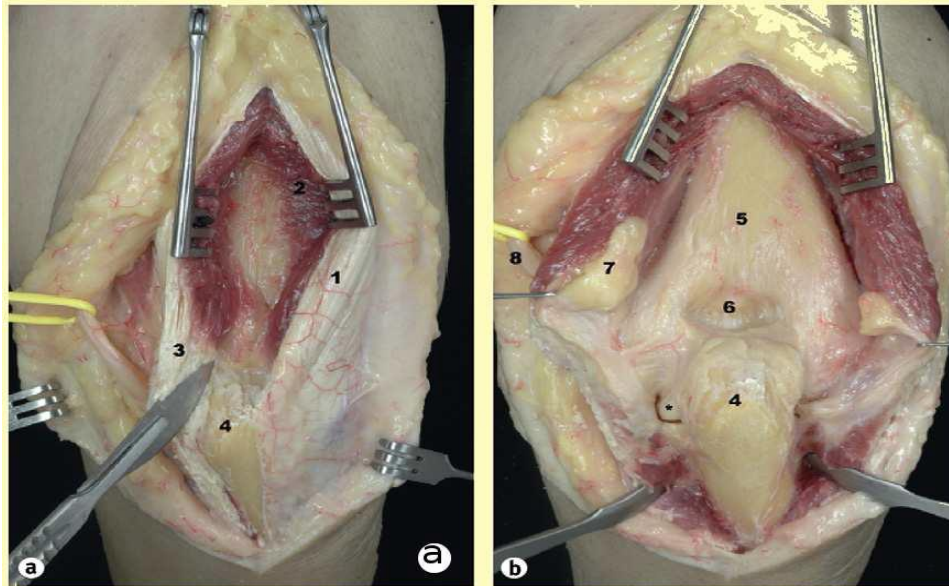


Fig.6 : Voie d'abord trans-tricipitale [115]

a : 1 – l'aponévrose est divisée longitudinalement, 2 – chef médial du triceps, 3 – tendon tricipital, 4 – sommet de l'olécrane.

b : 7 – le coussinet graisseux de la fosse olécrânienne est laissé solidaire du triceps pour limiter le risque d'adhérence.

Campbell [116] a décrit cette voie d'abord en 1932. Celle-ci avait déjà été proposée par Langenbeck en 1864 [117]. 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.6). Une modification a été apportée par Gschwend [118] 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.

2-1-1-3 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 [119] puis Wadsworth [120].

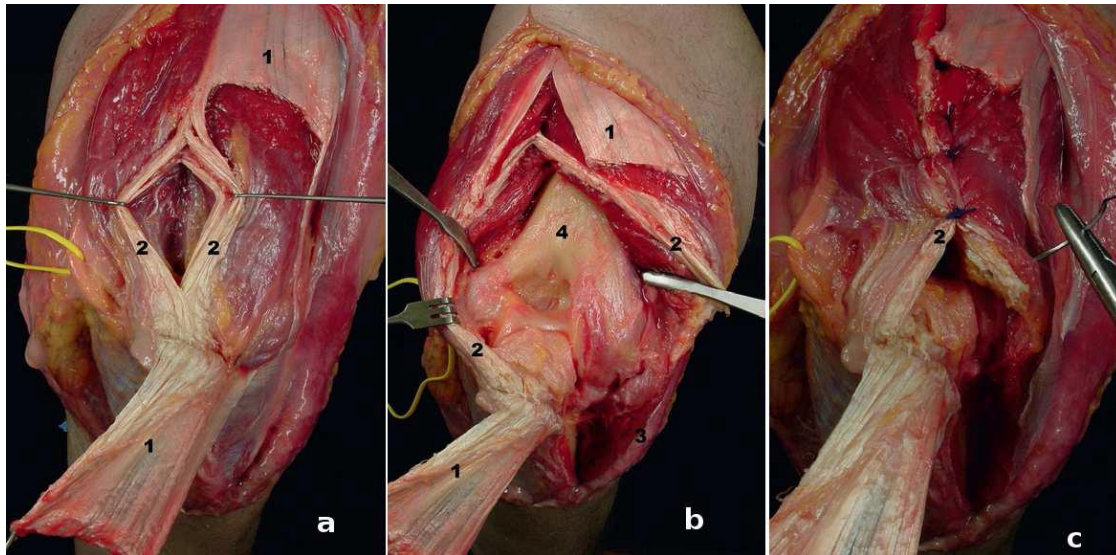


Fig.7: Lambeau en U renversé selon Van Gorder [115]

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. 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 intra-musculaire (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 (Fig.7).

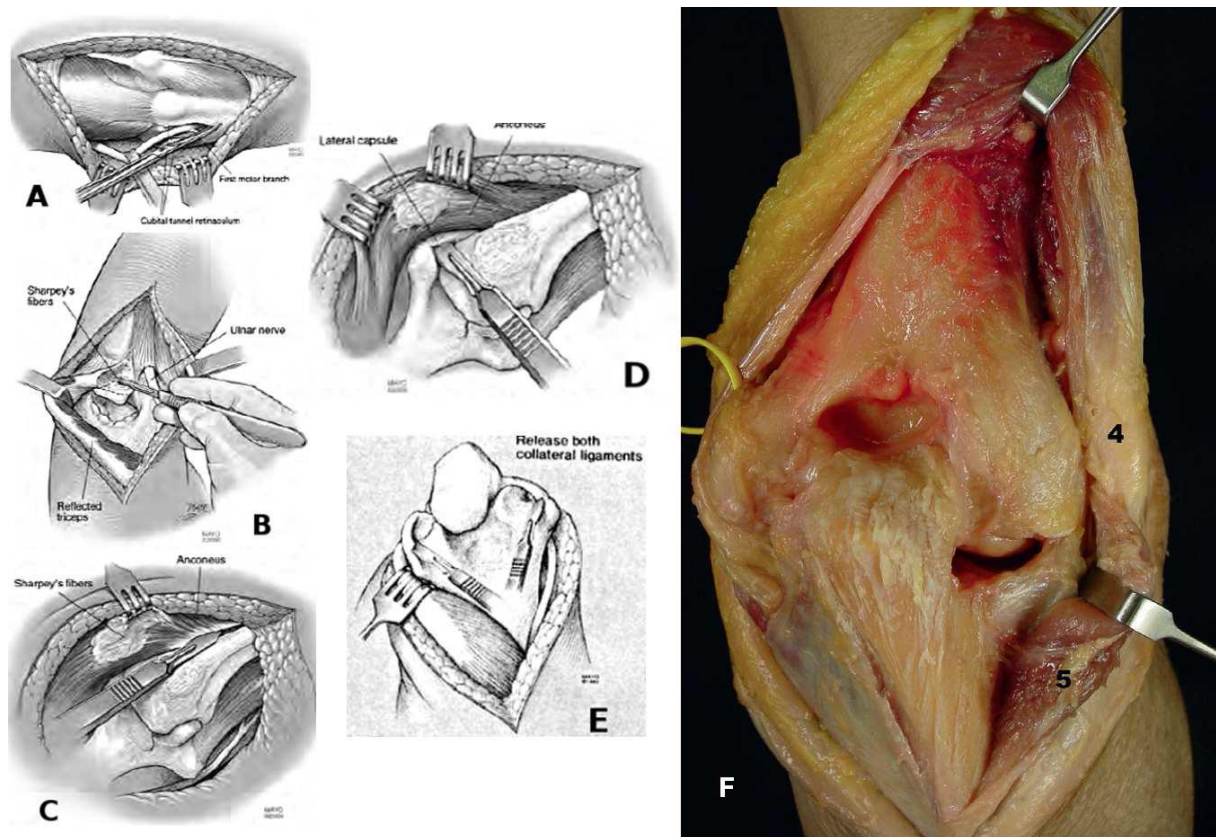


Fig.8 : « Postero-medial extensile : Bryan-Morrey approach » [31]

A : Transposition antérieure du nerf ulnaire ;

B : Repérage du bord médial du triceps ;

C : Le triceps est détaché de la partie postérieure de l'humérus et de l'olécrane ;

D : Libération ligamentaire ;

E : L'appareil extenseur est récliné au niveau de l'épicondyle latéral ;

F : Vue anatomique (d'après Sales et al. [113]) (4) tendon tricipitale en continuité avec (5) le muscle anconé.

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 tricipitale [115] 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.

2-1-1-4 Décollement et translation du triceps : voie de Bryan-Morrey

La voie d'abord postéro-médiale de la Mayo décrite par Bryan et Morrey [121] relève le triceps de sa partie médiale à latérale (Fig.8).

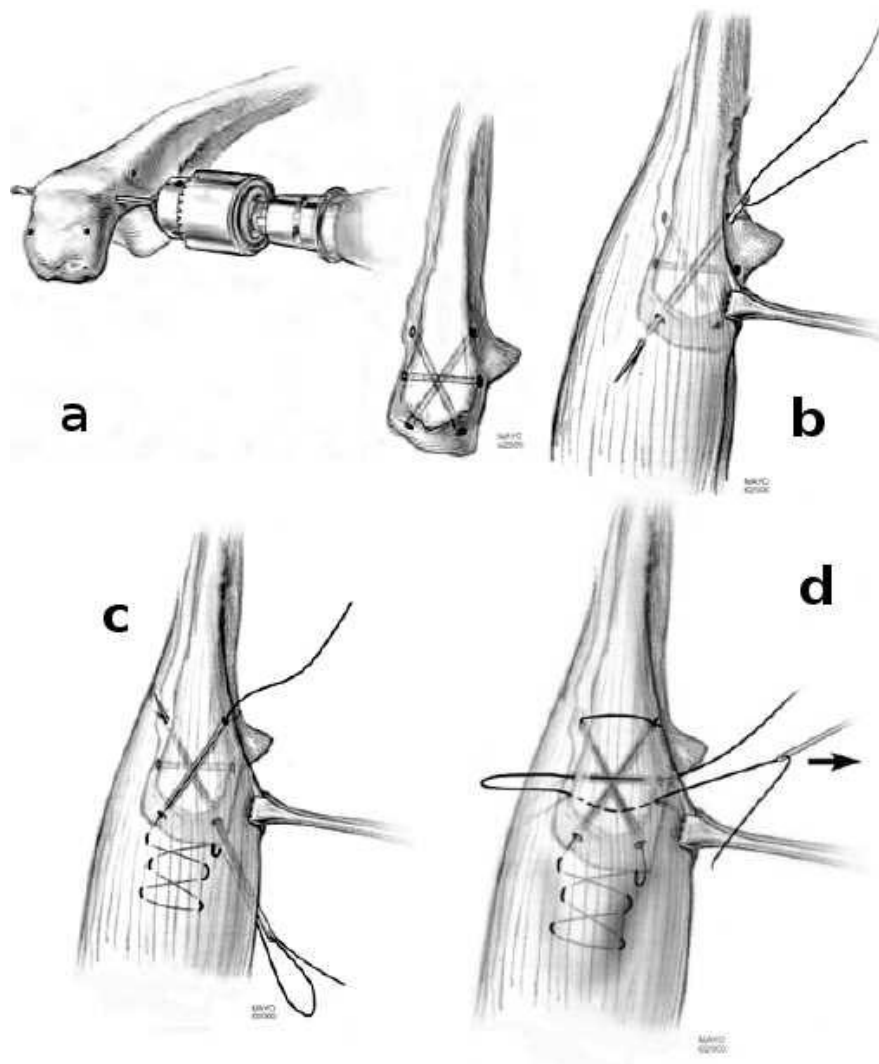


Fig.9 : « criss-cross suture » [31]

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 [122] proposent de lever le triceps avec une lame osseuse olécrânienne créant ainsi un lambeau os-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 » [31] (Fig.9).

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 tricipital 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.

2-1-1-5 Voie paratricipitale : Alonso-Llames (Fig.10)

Cette voie d'abord a initialement été décrite par Alonso-Llames en 1972 pour le traitement des fractures supracondyliennes chez l'enfant [117]. 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 [123].

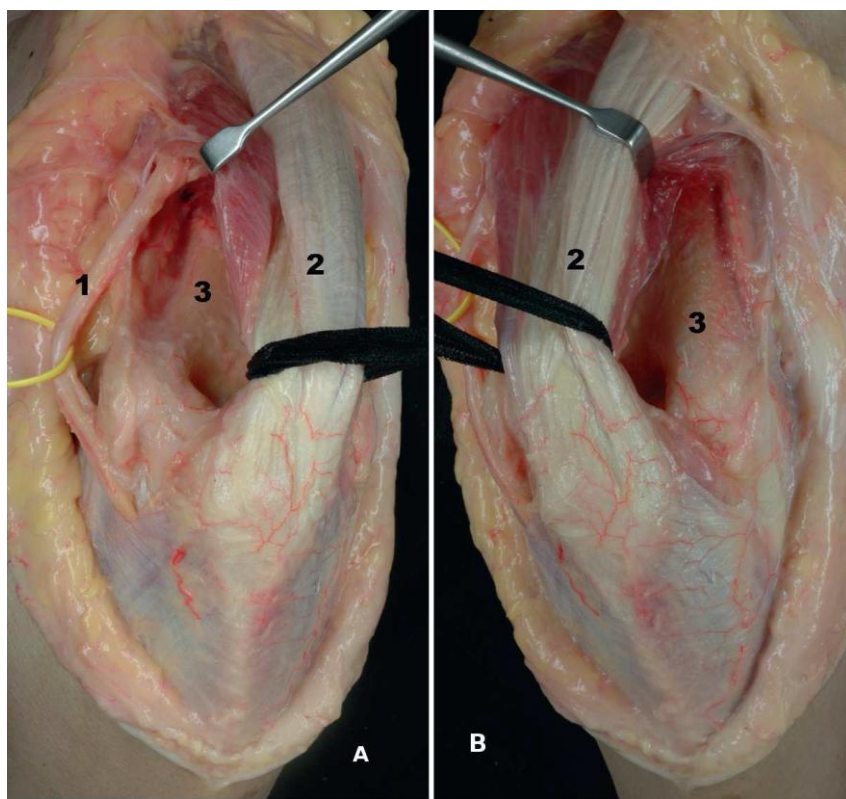


Fig.10 : Voie paratricipitale [115]

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.

2-1-1-6 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 [29;31;124].

Elle a initialement été décrite par Mac Ausland en 1915 [125]. 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 [126]. Le taux de pseudarthrose diminue entre 5 % et 14 % en utilisant une ostéotomie en chevron [107;127;128] universellement recommandée à présent.

Je ne décrirai donc ici que la technique d'ostéotomie intra-articulaire en chevron (Fig.11). Les techniques d'ostéotomie extra-articulaire et intra-articulaire transverse doivent être abandonnées.

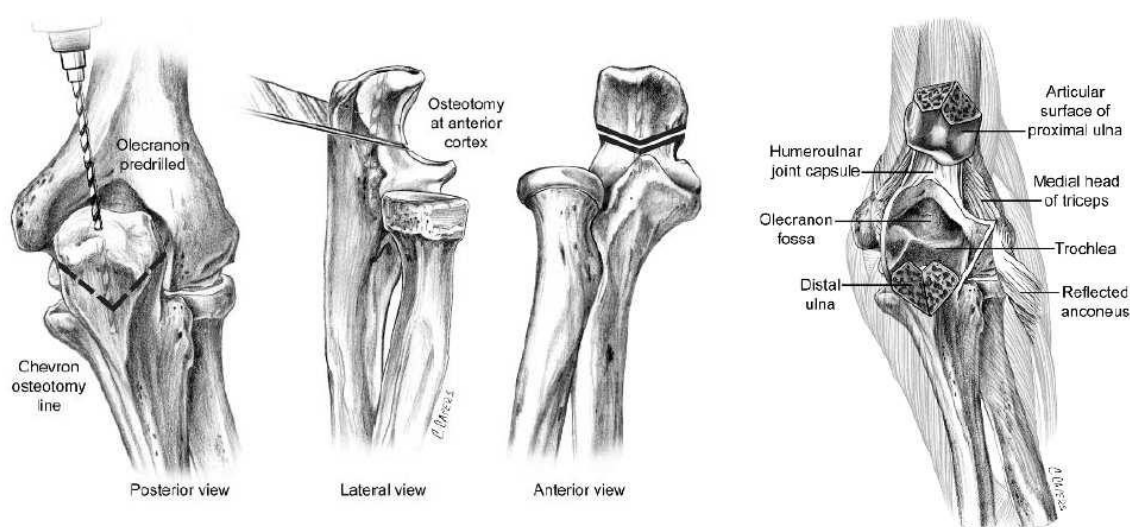


Fig.11 : Ostéotomie trans-olécrânienne en chevron [29]

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 acartilagineuse 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 proximement. 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 [124] semble

montrer la supériorité des montages par plaques, diminuant les complications de pseudarthrose de l'olécrane.

2-1-1-7 Voie « TRAP » : Triceps-Reflecting Anconeus Pedicle

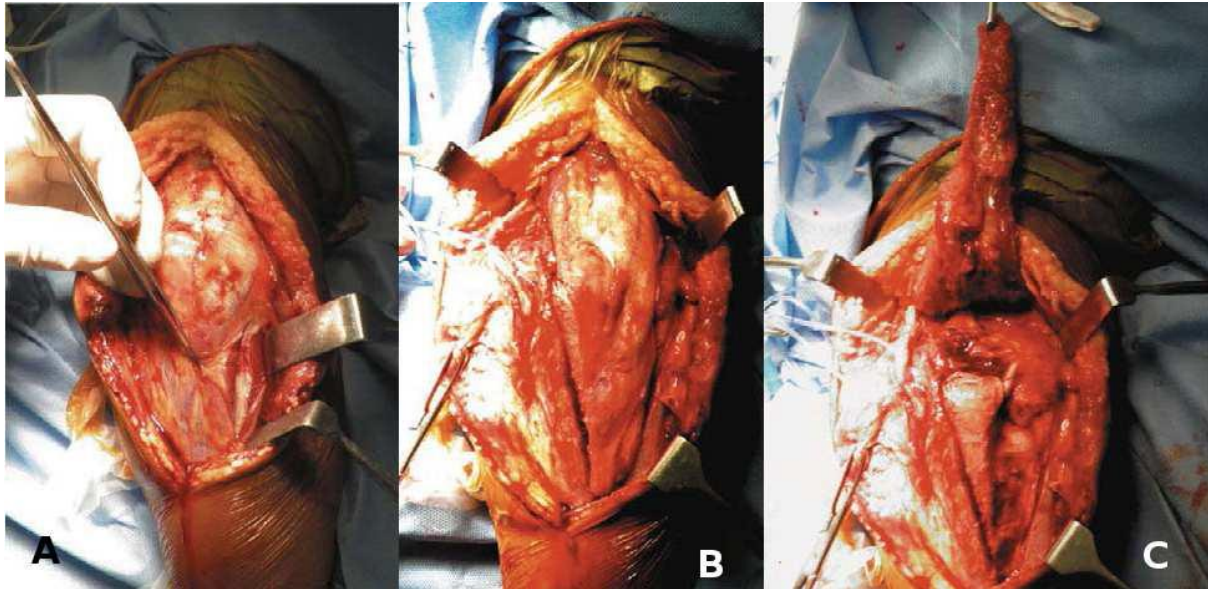


Fig.12 : TRAP. Photographie opératoire d'un coude gauche [129]

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 [130] (Fig.12). 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.9).

Cet abord est à présent recommandé par de nombreux auteurs [31;130;129] en remplacement des voies transolécrâniennes. Il permet par ailleurs une rééducation immédiate, gage de bons résultats.

2-1-1-8 Comparaison des différentes voies d'abord postérieures

Une étude chinoise [133] compare les résultats des ostéosynthèses des fractures de l'humérus distal selon la voie d'abord : Bryan-Morrey ou olécranotomie et selon l'âge. Les résultats apparaissent comme significatifs à partir de 60 ans dans le cadre des fractures intercondyliennes où la voie d'abord par olécranotomie donne de meilleurs résultats globaux.

- Résultat global et tableau récapitulatif des voies d'abord postérieures (Voir tableau ci-dessous)

Voie d'Abord	Avantages	Complications	Commentaires
Trans-tricipitale	• Visualisation de l'articulation « bonne »	• Fragilisation de l'appareil extenseur • Risque de boutonnière	
Trans-tricipitale + Lambeau aponévrotique	• Visualisation de l'articulation « bonne » • Possibilité d'allongement	• Fragilisation de l'appareil extenseur • Rupture tricipitale • Augmentation du risque d'infection [123] (technique originale)	Décrite initialement pour les rétractions du triceps dans le cadre des luxations chroniques du coude

Bryan–Morrey	• Visualisation de l'articulation « bonne »	• Rupture tricipitale et fragilisation de l'appareil extenseur [123]	Appropriée pour la pose de prothèse totale de coude semicontraînte. La réinsertion trans-osseuse de l'appareil extenseur doit être méticuleuse
Paratricipitale	• Continuité du triceps	• Risque d'étirement du nerf ulnaire • Taux d'hématome [123]	Décrite initialement pour le traitement des fractures supracondyliennes de l'enfant Exposition articulaire médiocre
Trans–olécrânienne	• Jour articulaire excellent	• Pseudarthrose de l'olécrane • Perte de réduction	L'ostéotomie doit être réalisée en chevron et en position intra-articulaire. Il semblerait que les réparations par plaque de l'olécrane donnent de meilleurs résultats. Impossibilité de mettre en place une prothèse.
Trap	• Jour articulaire correct	• Fragilisation de l'appareil extenseur • Rupture tricipitale • Hématome • Ossifications hétérotopiques	

Tableau récapitulatif des différentes voies d'abord postérieures du coude.

2-1-2 Voie 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. En effet, l'ouverture de deux fenêtres, antérieure et postérieure, par la voie médiale et latérale, permet d'accéder à l'ensemble des structures du coude sans léser l'appareil extenseur. (Fig.13 et 14)

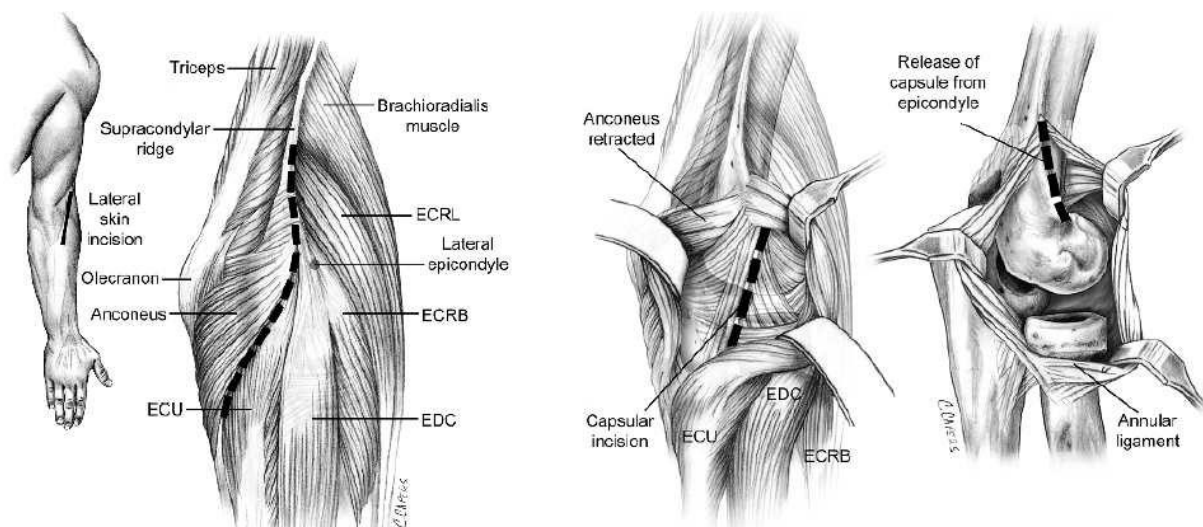


Fig.13 : Voie de Kocher [29]

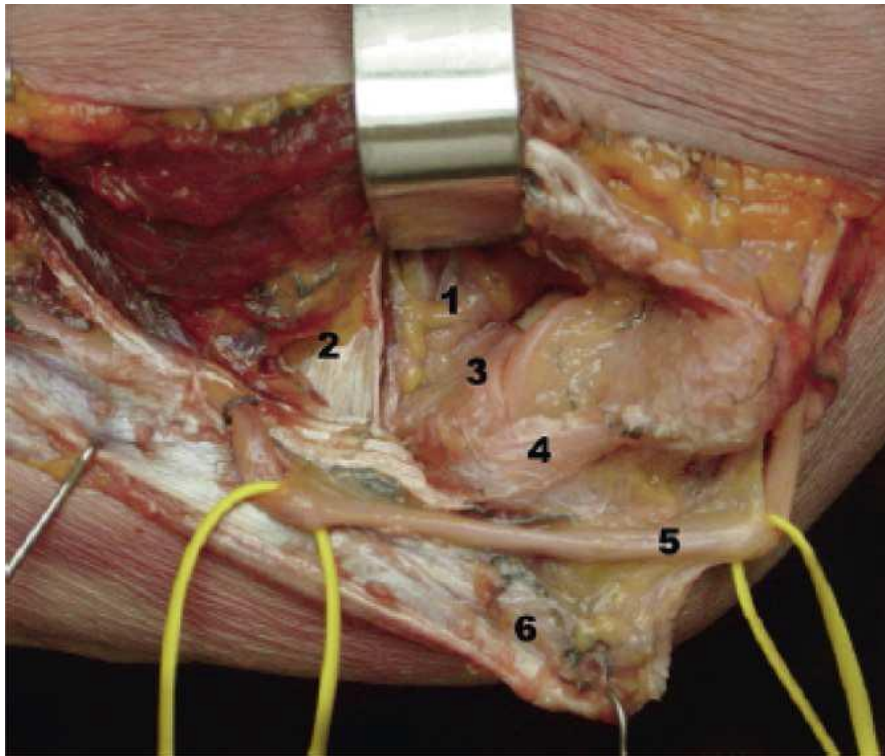


Fig.14 : Voie de Hotchkiss [111].

- (1) Capsule antérieure ;
- (2) Muscle brachial écartés, visualisation ;
- (3) Du processus coronoïde ;
- (4) Du ligament collatéral médial ;
- (5) Nerf ulnaire ;
- (6) Muscle fléchisseur ulnaire du carpe.

2-1-3 Les résultats fonctionnels

Auteurs	Nombre de cas	La fréquence de la voie postérieure
Feron [80]	59	89.83%
Raggabi [57]	21	91.66%
Elhage [81]	55	98.18%
Hachimi [55]	33	72.72%
Notre série	45	100%

Ces résultats démontrent que la voie d'abord utilisée pour nos patients : postérieures, est celle la plus utilisée dans les séries nationales et étrangères.

Le choix des voies postérieures est dû à leurs avantages d'obtenir une vue large sur l'ensemble des éléments de la palette humérale.

Malheureusement on n'a pas de données comparatifs avec les autres voies d'abords.

2-2 Matériel d'ostéosynthèse

Les fractures de l'extrémité distale de l'humérus font parties des fractures les plus difficiles à traiter. En effet, comme nous l'avons déjà vu, 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 de petits fragments, en nombre important (comminution), une qualité d'os sous-chondral médiocre, comme cela est souvent le cas chez les personnes ostéoporotiques.

Le cahier des charges pour obtenir des résultats satisfaisants est connu :

- Ostéosynthèse stable pour rééducation immédiate : c'est probablement le point fondamental à respecter ;
- Reconstruction des surfaces articulaires ;
- Reconstruction anatomique de la forme de l'extrémité distale de l'humérus.

L'ostéosynthèse reste donc un véritable challenge pour le chirurgien où l'expérience chirurgicale prend une part importante dans le résultat final.

2-2-1 Quel matériel et quelle position choisir ?

2-2-1-1 Deux plaques parallèles ou deux plaques orthogonales

De nombreuses techniques ont été décrites pour le traitement de ces fractures : le brochage, le vissage en triangulation, l'ostéosynthèse par une plaque qu'elle soit pré-moulée ou non, postérieure ou latérale [134]. L'avancée des connaissances sur

l'architecture et la biomécanique de l'extrémité distale de l'humérus a vu ces techniques disparaître au profit de techniques plus stables représentées par les ostéosynthèses à 2 plaques [125;135] (Fig.15).



Fig.15 : Différentes configurations d'ostéosynthèses. Les deux premières colonnes présentent un montage perpendiculaire, la dernière colonne un montage parallèle

[136]

Deux écoles sont en vigueur :

- Celle de l'AO décrite par Müller et Allgöwer [125]. Elle associe 2 plaques de 3,5 mm montées perpendiculairement (90°) ;
- Celle de la Mayo Clinic défendue par O'Driscoll [9;31]. Il propose (après avoir utilisé la technique de l'AO pendant 20 ans !) le positionnement des plaques parallèles l'une à l'autre (180°).

La technique de plaques à 90° a longtemps été le « gold standard » dans le traitement des fractures distales de l'humérus. La question se pose donc de savoir quelle est la technique présentant la meilleure stabilité primaire ?

Huit études biomécaniques comparent le positionnement à 90° et celui à 180°. Six études [136;137;138;139;140;141] sont en faveur du système parallèle qui montre des propriétés biomécaniques supérieures. Une étude [142] défend la thèse contraire avec un montage à 90° (médial/postéro-latéral) supérieur à celui à 180°. La dernière [143] ne trouve pas de différence significative entre les deux techniques.

Une étude prospective randomisée sur 35 patients, menée par Shin et al. [144], compare elle aussi les deux techniques. Les auteurs retrouvent deux défaillances du matériel (plaque postéro-latérale) contre aucune dans le groupe parallèle mais aucune différence significative sur le résultat final.

Les publications scientifiques tendent donc vers la supériorité du montage parallèle. Mais il faut rester prudent : la majorité des études réalisées sont des études biomécaniques, sans conclusion clinique possible.

L'étude de Stoffel et al. [140], biomécanique, reste intéressante car elle compare les plaques en situation d'ostéoporose avec une nette supériorité des plaques parallèles.

Les ostéosynthèses du sujet âgé doivent donc probablement se faire via un montage parallèle, gage d'une meilleure stabilité [145].

2-2-1-2 Plaques à vis verrouillées ou non ? Anatomiques ou non ?

L'avantage biomécanique offert par les plaques verrouillées dans l'os porotique est à présent bien connu. Qu'en est-il au niveau de l'humérus distal ?

Korner et al. [146], à partir d'un modèle expérimental, ont comparé l'utilisation des plaques verrouillées et non verrouillées dans un montage à 90°. Les plaques verrouillées montrent une supériorité en terme de rigidité et de résistance

aux contraintes. Sur le versant clinique, Kaiser et al. [14] soulignent l'absence de défaillance du matériel verrouillé essentiellement chez les sujets âgés. L'étude la plus intéressante est probablement celle de Berkes et al. [147] qui compare (de manière rétrospective) l'utilisation des deux systèmes. Cette étude ne dégage aucune différence significative en terme de défaillance du matériel, infection ou reprise chirurgicale, ceci sur une cohorte importante de 96 patients.

Pour ce qui est du coût financier des deux systèmes, la balance penche énormément vers les systèmes classiques : le système verrouillé coûte 34,8 % de plus que le classique.

Concernant l'utilisation des plaques anatomiques, il n'y a aucune étude comparant l'utilisation de celles-ci versus les plaques à mouler. On peut penser, sans grand risque, que les plaques standards ont l'avantage du coût. Les plaques anatomiques aident à la réduction et permettent un gain de temps non négligeable. La résistance des deux systèmes serait à tester.

2-2-2 Quel système d'ostéosynthèse devons-nous choisir ?

En conclusion, il faut donc probablement adopter le système de plaques parallèles, anatomiques dites de « reconstruction », 3,5 mm. La question du verrouillage reste pour l'instant sans réponse au vu du faible nombre clinique. O'Driscoll [31] ne croit pas que les vis verrouillées soient nécessaires tant que les prérequis à une bonne ostéosynthèse sont respectés (interdigitation des vis).

2-3 Résultats fonctionnels

Auteurs	John(1994)	Perles(1994)	Imatani(2004)	Korner(2005)	Ducrot(2012)	Notre série
Nombre de patient	39	18	17	45	43	45
Type d'ostéosynthèse	variable	–	2 plaques	2 plaques	Plaque LCP	Plaque lecestre + plaque vissée
Age moyen	80	71	78	73		
Complication	1I, 3DM,3p,6N	11OH	1P	N , I ,DM	I, 6N, 4OH	2I, 3N,12R, 10CV,2P
pourcentage	33.33%	61%	5.88%	6.67%	25%	27%

Tableau : Comparaison des séries de patients âgés présentant une fracture de l'extrémité distale de l'humérus traitée par ostéosynthèse.

I : Infection,

N : atteinte Neurologique,

P : Pseudarthrose,

OH : Ossification Hétérotopique,

DM : Défaillance du Matériel,

CV : Cal Vicieux,

R : Raideur.

En comparant notre série avec les séries étrangères on constate qu'il y a une différence concernant le matériel d'ostéosynthèse utilisé ceci est dû à des conditions socioéconomique.

En fonction du taux de complication on peut constater que l'utilisation de 2 plaques anatomiques reste le moyen qui présente moins de complication par rapport au reste.

Ainsi donc Le « gold standard » pour l'ostéosynthèse des fractures distales de l'humérus est la mise en place de deux plaques suffisamment rigides pour résister aux contraintes antéropostérieures, médiolatérales et rotatoires s'exerçant sur l'humérus.

Auteurs	Nombre de cas	Plaque Lecestre	Plaque vissé	vissage
Raiss [81]	63	21.31%	–	34.42%
Raggabi [57]	29	41.66%	–	12.5%
Lahddi [55]	50	40%	–	
Notre série	45	22.22%%	57.78%	4.44%

En comparant les données de différentes séries nationales, on note que la plaque lecestre est la plus utilisée dans la majorité des séries alors que dans notre série l'association de la plaque lecestre avec une plaque vissée resté de loin la technique la plus utilisée et ceci dans le but d'obtenir une ostéosynthèse solide.

V. Complications

Nous reportons un taux très important de complications dans notre série. Ces complications surviennent après une ostéosynthèse. Il est de 27 % pour les

complications majeures, légèrement supérieur [23;162] voir comparable [12;163] à celui des autres séries étudiant spécifiquement le sujet âgé.

1 – Déplacement

Le taux de déplacement fracturaire avec démontage est de 11.1%. Il intéresse cinq patients.

Le symposium de la S.O.O. en 2007 souligne un taux comparable de 16 %. Les études les plus récentes, respectant les principes, à présent connues, d'une ostéosynthèse stable, montrent des taux inférieurs variant entre 0 % et 10 % [13;14].

Ces études intéressent une population plus jeune. Cependant les sujets âgés ne semblent pas présenter plus de complications que les sujets jeunes. Nous n'avons pas réussi à mettre en évidence, dans notre étude, une corrélation statistique entre l'âge, la présence d'ostéoporose et la survenue d'une complication.

Auteurs	Complications
Séries FDH Adulte jeune Kinzl(1991), Waddell (1988), Kundel (1992)	6 % à 15%
Notre série (2013)	12 / 45 = 27%

Auteurs	Complications
Kocher (1997)	8 / 32 = 25%
Korner (2005)	13 / 45 = 29%

Notre série (2013)	$12/45 = 27\%$
--------------------	----------------

Auteurs	Pourcentages de complications	Pourcentages de complications (Défaut d'ostéosynthèse)
Södergard (1992)	5%	16%
Korner (2005)	$13/45 = 29\%$	$12/45 = 27\%$
Notre série (2013)	$12/45 = 27\%$	$5/45 = 11.11\%$

2– Infection

On note la variabilité des résultats entre les différentes séries. Ces infections peuvent être dues selon JUPITER [82] et CLAISSE [83] au délai d'intervention ainsi que sa durée et les modalités d'ostéosynthèse (plus grande fréquence d'infection après ostéosynthèse par plaque).

En vue du nombre limité des séries étudiant spécifiquement le sujet âgé, on a opté également à une comparaison avec les résultats d'une population plus jeune.

Auteurs	Nombre de cas	Pourcentage d'infection
Elhage [81]	55	5.05%
Raggabi [57]	29	10.3%

Hachimi [55]	62	3.84%
Notre série	45	4.44%

Notre série présente un taux d'infection qui est comparable à celui de la majorité des séries étudiées.

3– Pseudarthrose

La pseudarthrose est faible comme en témoigne l'ensemble des séries nationales et étrangères. Un montage peu rigide en est bien souvent la cause principale.

Auteurs	Nombre de cas	Pourcentage de la pseudoarthrose
Nédellec [41]	42	5.1%
Iob	–	2.7%
Kinzi	–	6%
Elhage [81]	55	3.6%
Notre série	45	4%

4– Cal vicieux

Auteurs	Nombre de cas	Pourcentage du cal vicieux
Obert [94]	53	8%

Notre série	45	22%
-------------	----	-----

On constate qu'il y a une discordance entre les 2 séries et ceci peut s'expliquer par le type du matériel d'ostéosynthèse utilisé.

5– Neuropathies

Le nerf le plus fréquemment atteint est le nerf ulnaire, ce qui concorde avec nos résultats : 3 cas de paresthésie du nerf ulnaire et les séries étrangères: ELHAGE [81] : 8 cas de lésions nerveuses du nerf ulnaire, OBERT [94] : 6 cas de lésions ulnaires. L'atteinte du nerf cubital est due à son anatomie qui le rend particulièrement vulnérable dans cette région. Le repérage sur lacs doit faire partie de l'abord. La transposition antérieure en fin d'intervention permet de l'isoler du matériel d'ostéosynthèse et de le mettre à distance de la fibrose cicatricielle.

6– Raideurs

Auteurs	Nombre de cas	Nombre de cas de raideurs	Pourcentage
Elhage [81]	55	13	23.63%
Roques [131]	50	8	16%
Obert [94]	53	–	20%
Notre série	45	12	26.67%

La fréquence des raideurs dans la majorité des séries reste notable, notre série note 12 cas de raideurs avec une fréquence de 26.67 %, cette fréquence qui reste assez importante est en rapport avec non suivie de la rééducation par les patients.

Auteurs	Déficit de mobilité en	Déficit de mobilité en
---------	------------------------	------------------------

	extension (Moyenne)	flexion
Korner (2005)	20° (10° à 50°)	20° (5° à 40°)
Notre série (2013)	25° (10° à 55°)	20° (10° à 45°)

En comparaison avec les autres séries, on note que l'immobilisation de plus de 15 jours augmente le risque de la raideur et donc entraine un déficit en mobilité en flexion et en extension.

VI. Les résultats fonctionnels

Séries	Excellent et Bon	Mauvais
Pereles (12 cas) (1997)	100%	0%
John (49 cas) (1994)	85%	–
Korner (45 cas) (2005)	58%	13%
Notre série (45 cas) (2013)	56%	11%

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, nous avons obtenu 56 % 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 mauvais résultats sont assez fréquente : 11 % vu le non suivie de la rééducation et la fréquence des fractures comminutives. (Voir tableaux ci dessous).

Résultats / Type de Fracture	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
A2 n : 10	7	3		
A3 n : 11	1	10		
C1 n : 15		3	12	
C2 n: 07		1	3	3
C3 n: 02				2

Notre série

Table 3 Functional results according to fracture type (AO classification [11])

Result/fracture type	Excellent (n=9)	Good (n=17)	Fair (n=13)	Poor (n=6)
A1 (n=0)	-	-	-	-
A2 (n=4)	1	2	1	-
A3 (n=7)	2	4	1	-
B1 (n=0)	-	-	-	-
B2 (n=2)	1	1	-	-
B3 (n=3)	1	1	1	-
C1 (n=7)	2	3	1	1
C2 (n=9)	1	3	4	1
C3 (n=13)	1	3	5	4

Série de Korner

Type C : plus fréquent et de mauvais pronostic

1- Comparaison avec séries de plaques

Auteurs							
Séries (PLAQUES)	Nombre	Age	Recul	MEPS	Mobilité	Consolidation	Complications

Huang 2011	23	+65 ans	51 mois	83	20°– 130°	100%	
Doornberg 2007	30		19 ans	91	106°	100%	40%
Charissoux 2008	238	+65 ans		75			
Kaiser 2011	16		30,5 mois	84,7	16°–129°		
Notre série 2013	45	75	66 mois	75	100°	95,5%	27%

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 27 % à 40 %, l'ostéosynthèse par plaques reste un choix optimal chez le sujet âgé.

2– Comparaison avec séries de prothèses de coude

Auteurs Séries (PTFC)	Nombre	Age	Recul	MEPS	Mobilité
-----------------------	--------	-----	-------	------	----------

Charissoux 2008 (PTC)	36	+65 ans		84	
Chalidis 2009 (PTC)	11	+75 ans	2,8 A	90	107°
Kalogrianitis 2008 (PTC)	9	73 ans	43 mois	95	
Burkhart 2011 (PTC)	10	75 ans	112 mois	90	124,5°
Sofcot Symposium 2012 (PTC)	87	79 ans	3 A	86	96,5°
Notre série 2013	45	75	66 mois	75	100°

La comparaison avec les séries de prothèses de coude montre un MEPS comparable à celui de séries de plaques.

CONCLUSION

Les fractures de l'extrémité distale de l'humérus présentent de réelles difficultés qu'elles soient décisionnelle, chirurgicale ou de gestion des complications. La question du choix du traitement est univoque chez le sujet jeune. Le débat se poursuit chez le sujet âgé où aucune attitude universelle n'a été trouvée.

La revue de la littérature ainsi que notre travail donnent une image assez semblable de ce challenge thérapeutique.

Le traitement orthopédique n'a plus lieu d'être discuté, hormis dans les cas où le risque anesthésique fait pencher la balance bénéfice/risque dans le mauvais sens.

Les traitements chirurgicaux donnent d'excellents et bons résultats cliniques dans la majorité des cas mais ne sont pas indemnes de complications dans un tiers des cas. Si une ostéosynthèse est choisie, elle doit suivre des principes rigoureux. Elle doit être assez stable pour permettre de se passer d'une immobilisation post-opératoire et commencer une rééducation immédiate, gage de bons résultats.

Ainsi que l'utilisation d'une arthroplastie est à présent une option validée qui doit faire entièrement partie de l'arsenal thérapeutique. Une prothèse semi-contrainte doit être utilisée en priorité. Elle permet un retour aux activités quotidiennes probablement plus rapide ; elle limite donc le passage vers la dépendance chez le sujet très âgé. Cependant son taux intrinsèque de complication, dans le cadre de la traumatologie, doit continuer à faire l'objet d'études scientifiques.

RESUMES

Résumé

Les fractures de l'extrémité distale de l'humérus chez le sujet âgé sont difficiles à traiter du fait de leur fréquente complexité et de l'ostéoporose. La tenue du matériel est essentielle pour autoriser une mobilité précoce.

Notre objectif est d'évaluer les résultats fonctionnels et les complications du traitement chirurgical par plaque vissée type Lecestre des fractures de l'extrémité distale de l'humérus chez les patients âgé de plus de 65 ans.

Il s'agit d'une série continue prospective de 45 patients (2004–2012) d'âge moyen 75 ans (65ans –93 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 trans-olécranienne dans tous les cas. La durée moyenne de l'immobilisation du coude au coup était de 4 semaines chez la plupart des patients. Une évaluation régulière clinique et radiologique avec un minimum de 18 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 66 mois (18– 80 mois), les fractures articulaire étaient le type de fracture le plus fréquent. Les plus mauvais résultats fonctionnels étaient observés dans les fractures articulaires et d'immobilisation prolongée du coude. Nous avons retrouvé deux cas d'infection, deux cas de pseudarthrose, cinq cas de démontage de l'ostéosynthèse et trois cas de dysesthésies dans le territoire du nerf ulnaire. La raideur du coude était la complication la plus fréquente avec 15 cas, dont quatre ont bénéficié d'une arthrolyse chirurgicale. A la révision, la flexion moyenne du coude était de 125° (90°–140°) et l'extension de –15° (–45° à 0°). Trente patients soit 67% des cas, avaient un arc de flexion du coude moyen supérieur à 100°. Le score de Mayo Clinic moyen était à 75 (30–100 points).

Chez les patients âgés, les fractures de l'extrémité distale de l'humérus sont considérées comme des fractures sur un os porotique, et restent un défi pour tout chirurgien traumatologue.

L'avènement de la plaque anatomique à vis verrouillée semble donner de meilleurs résultats. Son coût reste élevé, ce qui limite son utilisation dans notre contexte.

Summary

The Fractures of the humeral palette for the elders aren't easy to treat due to their complexity and osteoporosis. Sticking to the right medication and instructions guarantees a speedy recovery of patients 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 Lecestre bone plates for patients over 65 years old.

This is a prospective study of 45 patients (2004–2012) with an average age of 75 years old (65–93). 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.

Afterwards, a four weeks immobilization of the elbow was required in most cases. Every patient got both clinical and radio therapies for a minimum period of 18 months after surgery.

The functional results were evaluated using the Mayo Clinic score.

In this particular study, articular fractures were the most recurrent type of fractures.

The most observed complication were 15 cases of elbow stiffness, 5 cases of osteosynthesis removing, 3 cases 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 75 (30–100).

The humeral palette fractures for old patients are considered as osteoporotic bone fractures.

Our study show that even with osteoporosis and a high level of complication, the surgical treatment remains the most accurate option.

Even though the screwed anatomical plate shows better results, its expansive cost narrows its use.

تعتبر حالات كسر ريشة العضد لدى كبار السن صعبة العلاج وذلك بسبب هشاشة العظام وكذا تعقيدات التدخل. لذلك فإن الالتزام بالعلاج المناسب يسرع من استعادة الحركة. تهدف هذه الدراسة لتقييم النتائج الوظيفية ومضاعفات العلاج الجراحي للصفحة اللولبية لوسيستر بالنسبة لكسور ريشة العضد لدى المرضى الذين يتجاوز عمرهم 65 عاما. وقد شملت الدراسة سلسلة متواصلة واستشرافية من 45 مريضا (بين 2012 و2004) تتراوح أعمارهم بين 65 و93 عاما أي بمعدل 75 عاما، وذلك باعتماد التصنيف AO من أجل تصنيف الكسور.

تمت معالجة جميع المرضى المذكورين عبر الجراحة المفتوحة لريشة العضد والتقويم والتثبيت الداخلي للكسر، تبعثها فترة عدم حركة للمرفق بالنسبة لمعظم المرضى متوسطها 4 أسابيع.

كما استفاد جميع المرضى من متابعة سريرية وإشعاعية لا تقل عن 18 شهرا بعد الجراحة، تم بعدها تحليل النتائج الوظيفية اعتمادا على سلم مايو كلينيك. تعتبر الكسور المفصالية هي أكثر الحالات التي قابلت الدراسة. بخصوص المضاعفات الملاحظة، هيمن تيبس المرفق عند 15 حالة، يليه تفكك التثبيت الداخلي عند 5 حالات، ثم إصابة العصب الزندي عند 3 حالات وأخيرا حالتين من التعفن. لقد منح العلاج الجراحي نتائج مقنعة حيث أن متوسط نتائج مايو كلينيك هو 75 نقطة علما أن المؤشر يتراوح بين 30 و100 نقطة.

تؤكد هذه الدراسة مزايا العلاج الجراحي عند المرضى المسنين الذين تعرضوا لكسور على مستوى ريشة العضد الناتجة بالأساس عن هشاشة العظام، على الرغم من ارتفاع نسبة المضاعفات التي تلي الجراحة.

كما أن اللجوء إلى الصفحة الملولة التشريحية لعلاج كسور ريشة العضد يعتبر من أنجع الوسائل المعتمدة، لكن التكلفة الباهظة للصفحة تحد من تداولها داخل المجتمع.

BIBLIOGRAPHIES

- [1]: M. Hausman and A. Panozzo. Treatment of distal humerus fractures in the elderly.

Clinical orthopaedics and related research, pages 55–63, 2004.

- [2]: J.A. Garcia, R. Mykula, and Stanley D. Complex fractures of the distal humerus in the elderly. the role of total elbow replacement as primary treatment. The Journal of bone and joint surgery British, 84 :812–816, 2002.
- [3]: K. Srinivasan, M. Agarwal, S.J. Matthews, and Giannoudis P.V. Fractures of the distal humerus in the elderly : is internal fixation the treatment of choice ? Clinical orthopaedics and related research, pages 222–230, 2005.
- [4]: J. Korner, H. Lill, L.P. Muller, and et al. Distal humerus fractures in elderly patients : results after open reduction and internal fixation. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA, 16 Suppl 2 :573–579, 2005.
- [5]: P.S. Ray, K. Kakarlapudi, C. Rajsekhar, and M.S. Bhamra. Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. Injury, 31 :687–692, 2000.
- [6]: M. Palvanen, P. Kannus, S. Niemi, and J. Parkkari. Secular trends in distal humeral fractures of elderly women : nationwide statistics in finland between 1970 and 2007. Bone, 46 :1355–1358, 2010.
- [7]: T.L. Huang, F.Y. Chiu, T.Y. Chuang, and T.H. Chen. The results of open reduction and internal fixation in elderly patients with severe fractures of the distal humerus : a critical analysis of the results. The Journal of trauma, 58 :62–69, 2005.
- [8]: 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.

- [9]: S.W. O'Driscoll. Optimizing stability in distal humeral fracture fixation. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 14 :186S-194S, 2005.
- [10]: J. Sanchez-Sotelo, M.E. Torchia, and S.W. O'Driscoll. Complex distal humeral fractures : internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. surgical technique. J Bone Joint Surg Am., 90 Suppl 2 Pt 1 :31-46, 2008.
- [11]: R. Elhage, C. Maynou, P.M. Jugnet, and H. Mestdagh. Long term results of the surgical treatment of bicondylar fractures of the distal humerus extremity in adults. Chirurgie de la main, 20 :144-154, 2001.
- [12]: J. Proust, A. Oksman, J.L. Charissoux, C. Mabit, and J.P. Arnaud. Intra-articular fracture of the distal humerus : outcome after osteosynthesis in patients over 60. Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur, 93 :798-806, 2007.
- [13]: K. Reising, O. Hauschild, P.C. Strohm, and N.P. Suedkamp. Stabilisation of articular fractures of the distal humerus : early experience with a novel perpendicular plate system. Injury, 40 :611-617, 2009.
- [14]: 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.
- [15]: G. Ducrot, F. Bonnomet, P. Adam, A. Di Marco, D. Brinkert, and M. Ehlinger. Traitement des fractures de l'humérus distal par plaque à vis verrouillées LCP DHP chez le sujet de plus de 65 ans. Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur, pages S334 335, 2012.

- [16]: C.A. Manueddu, P. Hoffmeyer, M. Haluzicky, Y. Blanc, and F. Borst. Distal humeral fracture in adults : functional evaluation and measurement of isometric strength. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*, 83 :551–560, 1997.
- [17]: 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.
- [18]: S. Kamineni and B.F. Morrey. Distal humeral fractures treated with noncustom total elbow replacement. *J Bone Joint Surg Am.*, 86–A :940–947, 2004.
- [19]: S. Kamineni and B.F. Morrey. Distal humeral fractures treated with noncustom total elbow replacement. surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.*, 87 Suppl 1 :41–50, 2005.
- [20]: L.P. Muller, S. Kamineni, P.M. Rommens, and B.F. Morrey. Primary total elbow replacement for fractures of the distal humerus. *Operative Orthopadie und Traumatologie*, 17 :119–142, 2005.
- [21]: M.D. McKee, C.J. Veillette, J.A. Hall, and et al. A multicenter, prospective, randomized, controlled trial of open reduction–internal fixation versus total elbow arthroplasty for displaced intra–articular distal humeral fractures in elderly patients. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 18 :3–12, 2009.
- [22]: K.A. Egol, P. Tsai, O. Vazques, and N.C. Tejawani. Comparison of functional outcomes of total elbow arthroplasty vs plate fixation for distal humerus fractures in osteoporotic elbows. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 40 :67–71, 2011.

- [23]: 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.
- [24]: T.L. Mehlhoff and J.B. Bennett. Distal humeral fractures : fixation versus arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 20 :S97-106, 2011.
- [25]: M.A. Frankle, D. Jr. Herscovici, T.G. DiPasquale, M.B. Vasey, and R.W. Sanders. A comparison of open reduction and internal fixation and primary total elbow arthroplasty in the treatment of intraarticular distal humerus fractures in women older than age 65. *J Orthop Trauma*, 17 :473-80, 2003.
- [26] : A.I. Kapandji. Le coude. In *Physiologie articulaire : schémas commentés de mécanique humaine*, pages 76-144. Maloine, 2005.
- [27]: K.L. Moore and A.F. Dalley. *Anatomie médicale : aspects fondamentaux et applications cliniques*. De Boeck, 2001.
- [28]: P. Kamina. *Précis d'anatomie clinique : Anatomie générale, organogénèse des membres, membre supérieur, membre inférieur*. Maloine, 4 edition, 2005.
- [29]: 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.
- [30]: R. Shiba, C. Sorbie, D.W. Siu, J.T. Bryant, T.D.V. Cooke, and H.W. Wevers. Geometry of the humeroulnar joint. *J Orthop Res.*, 6 :897-906, 1988.
- [31]: B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. *The Elbow and Its Disorders*. Elsevier Limited, Oxford, 4 edition, 2009.
- [32]: C. Chantelot and G. Wavreille. Fracture de la palette humérale de l'adulte. In *EMC Appareil Locomoteur*. Paris : Elsevier SAS, 2006.

- [33]: G. Ducrota*, M. Ehlingera, P. Adama, A. Di Marcoa, P. Clavertb, F. Bonnometa
a Orthopaedic and Trauma Surgery Department, Hautepierre Hospital, Strasbourg University Hospitals Complex fractures of the distal humerus in the elderly: Is primary total elbow arthroplasty a valid treatment alternative? A series of 20 cases Accepted: 5 October 2012.
- [34]: L. Serrano-Mateo*, Y. Lopiz, C. León-Serrano, C. García-Fernández, L. López-Durán-Stern, F. Marco Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Clínico San Carlos, Madrid, Spain Results after internal fixation of humerus distal fractures inpatients aged over 65 years _Received 12 December 2012; accepted 12 September 2013.
- [35]: D. Saragaglia *, R.-C. Rouchy, N. Mercier Department of Orthopedic Surgery and Sports Traumatology, CHU de Grenoble, hôpital Sud, 38130 Échirolles, France Fractures of the distal humerus operated on using the Lambda® plate: Report of 75 cases at 9.5 years follow-up Accepted: 30 April 2013.
- [36]: P. Claverta*, G. Ducrota, F. Sirveauxb, T. Fabrec, P. Mansatd, and the SOFCOTe Outcomes of distal humerus fractures in patients above 65 years of age treated by plate fixation 18 August 2013.
- [37] L. Oberta*, M. Ferrier a, A. Jacquotb, P. Mansatc, F. Sirveauxb, P. Clavertd, J.-L. Charissouxe, L. Pidhorzf, T. Fabreg, Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie (SOFCOT)h Distal humerus fractures in patients over 65: Complications 18 August 2013.
- [38]: Guillaume Coiffiera*, Tiffen Couchourona, Gilles Larrocheb, Jacques Bougetc, Hervé Thomazeaud, Pascal Guggenbhula Impact du recours systématique au médecin traitant sur la réalisation d'une densitométrie osseuse et la mise en route d'un traitement après la survenue d'une fracture à bas niveau d'énergie

dépistée dès les urgences. Étude prospective monocentrique sur 434 patients suivis six mois le 3 mars 2013.

[39]: DOURSOUNIAN L., PREVOT O., TOUZARD RC. Osteosynthesis by tension band wiring of displaced fractures of the olecranon Ann Chir 1994 ; 48 (2): 169–77.

[40]: HACHIMI Hicham

Le traitement chirurgicale des fractures de la palette humerale chez l'adulte (à propos de 33 cas) 2007.

[41] : Guillaume Nédellec

FRACTURES COMPLEXES DE L'EXTRÉMITÉ DISTALE

DE L'HUMÉRUS CHEZ LE SUJET ÂGÉ. QUEL EST LE TRAITEMENT OPTIMAL ? Présentée et soutenue publiquement le 12 Avril 2013.

[42]: T. BÉGUÉ

Fractures articulaires de l'extrémité distale de l'humérus 2013.

[43]: 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.

[44]: F.K. Fuss. The ulnar collateral ligament of the human elbow joint. anatomy, function and biomechanics. Journal of anatomy, 175 :203–212, 1991.

[45]: M. Safran, C.S. Ahmad, and N.S. Elattrache. Ulnar collateral ligament of the elbow.

Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association, 21 :1381–1395, 2005.

- [46]: G.H. Callaway, L.D. Field, X.H. Deng, and et al. Biomechanical evaluation of the medial collateral ligament of the elbow. J Bone Joint Surg Am., 79 :1223–1231, 1997.
- [47]: S. Floris, B.S. Olsen, M. Dalstra, J.O. Sojbjerg, and Sneppen O. The medial collateral ligament of the elbow joint : anatomy and kinematics. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 7 :345–351, 1998.
- [48]: 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.
- [49]: B.F. Morrey and K.N. An. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. Clinical orthopaedics and related research, pages 84–90, 1985.
- [50]: J.O. Sojbjerg, J. Ovesen, and C.E. Gundorf. The stability of the elbow following excision of the radial head and transection of the annular ligament. an experimental study. Archives of orthopaedic and traumatic surgery Archiv fur orthopadische und Unfall-Chirurgie, 106 :248–250, 1987.
- [51]: 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.
- [52]: 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.

- [53]: 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.
- [54]: S.W. O'Driscoll, D.F. Bell, and B.F. Morrey. Posterolateral rotatory instability of the elbow. J Bone Joint Surg Am., 73 :440-446, 1991.
- [55]: Lahdidi S. Le traitement chirurgical des fractures de la palette humérale à l'hôpital Mohamed V. Thèse en médecine, Casablanca, N° 61, 2006.
- [56]: Ring.D; Jesse.B; Jupiter J. Articular fractures of distal part of the humerus. The J.B.J surg 2003, Vol 85-A. N2, p: 232-238.
- [57]: Raggabi C. Les fractures de la palette humérale chez l'adulte : à propos de 29 cas. Thèse en médecine, Rabat, N° 357, 2003.
- [58]: Judet T. Fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus de l'adulte. Cahiers d'Enseignement de la Sofcot 2000 ; 73 : 81-90.
- [59]: B.F. Morrey and E.Y. Chao. Passive motion of the elbow joint. J Bone Joint Surg Am., 58 :501-508, 1976.
- [60]: M. Bottlang, S.M. Madey, C.M. Steyers, J.L. Marsh, and T.D. Brown. Assessment of elbow joint kinematics in passive motion by electromagnetic motion tracking. Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society, 18 :195-202, 2000.
- [61]: A. Ericson, A. Arndt, A. Stark, P. Wretenberg, and A. Lundberg. Variation in the position and orientation of the elbow flexion axis. The Journal of bone and joint surgery British, 85 :538-544, 2003.
- [62]: A. Goto, H. Moritomo, T. Murase, and et al. In vivo elbow biomechanical analysis during flexion : three-dimensional motion analysis using magnetic resonance imaging. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 13 :441-447, 2004.

- [63]: H.P. Potter. The obliquity of the arm of the female in extension and the relation of the forearm with the upper arm in flexion. *J Anat Lond.*, 29 :488–493, 1895.
- [64]: T.E. Keats, R. Teeslink, A.E. Diamond, and J.H. Williams. Normal axial relationships of the major joints. *Radiology*, 87 :904–907, 1966.
- [65]: S. Ruparelia, S. Patel, A. Zalawadia, S. Shah, and S.V. Patel. Study of carrying angle and its correlation with various parameters. *NJIRM*, 1 :28–31, 2010.
- [66]: S.W. O'Driscoll, K.N. An, S. Korinek, and B.F. Morrey. Kinematics of semiconstrained total elbow arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery British*, 74 :297–299, 1992.
- [67]: S. Pomianowski, S.W. O'Driscoll, P.G. Neale, M.J. Park, B.F. Morrey, and K.N. An. The effect of forearm rotation on laxity and stability of the elbow. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 16 :401–407, 2001.
- [68]: S. Tanaka, K.N. An, and B.F. Morrey. Kinematics and laxity of ulno–humeral joint under varus–valgus stress. *J Musculoskel Res.*, 2 :45–54, 1998.
- [69]: SW Huang, PH Chen, YH Chou – ... *Orthopédique et Traumatologique*, 2011.
- [70]: K.N. An, B.F. Morrey, and E.Y. Chao. The effect of partial removal of proximal ulna on elbow constraint. *Clinical orthopaedics and related research.*, pages 270–279, 1986.
- [71]: T.H. Bell, L.M. Ferreira, C.P. McDonald, J.A. Johnson, and G.J. King. Contribution of the olecranon to elbow stability : an in vitro biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.*, 92 :949– 957, 2010.
- [72]: B.F. Morrey and K.N. An. Stability of the elbow : osseous constraints. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al].*, 14 :1745–1785, 2005.

- [73]: A.G. Schneeberger, M.M. Sadowski, and H.A. Jacob. Coronoid process and radial head as posterolateral rotatory stabilizers of the elbow. J Bone Joint Surg Am., 86-A :975-982, 2004.
- [74]: B.F. Morrey, S. Tanaka, and K.N. An. Valgus stability of the elbow. a definition of primary and secondary constraints. Clinical orthopaedics and related research, pages 187-195, 1991.
- [75]: 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.
- [76]: M.C. Park and C.S. Ahmad. Dynamic contributions of the flexor-pronator mass to elbow valgus stability. J Bone Joint Surg Am., 86-A :2268-2274, 2004.
- [77]: Brouwer KM, Bolmers A, Ring D. Quantitative 3-dimensional computed tomography measurement of distal humerus fractures. J Shoulder Elbow Surg 2012 ; 21 : 977-82.
- [78]: Brouwer KM, Bolmers A, Ring D. Quantitative 3-dimensional computed tomography measurement of distal humerus fractures. J Shoulder Elbow Surg 2012 ; 21 : 977-82.
- [79]: 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.
- [80]: 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.
- [81]: raiss.M ; HRORA.A ; MOUGHILS.S ; MAHFOUD.M ; ELBARDOUM.A ; OUDGHIRI.M ; ELMANOUAR.M

Fracture de la palette humérale chez l'adulte : a propos de 63 cas Lyom
chirurgical, 91/5, 1995, 397–400.

- [82]: Jupiter.J; Boston M.D. Complex fractures of the distal part of the humerus and associated complications. J.B.J surgery 1995, 1252.1264.
- [83]: Rousselon.T, J. Chervin, M. Vercoutère, E. Masmejean. Pathologies du coude et rééducation. EMC, 26–213–B10, 2006.
- [84]: S.H. Rose, L.J. 3rd. Melton, B.F. Morrey, D.M. Ilstrup, and B.L. Riggs. Epidemiologic features of humeral fractures. Clinical orthopaedics and related research, pages 24–30, 1982.
- [85]: 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.
- [86]: M.C. Nevitt. Epidemiology of osteoporosis. Rheumatic diseases clinics of North America, 20 :535–559, 1994.
- [87]: M. Palvanen, S. Niemi, J. Parkkari, and Kannus. P. Osteoporotic fractures of the distal humerus in elderly women. Annals of internal medicine, 139 :W–W61, 2003.
- [88]: S.R. Cummings and L.J. 3rd. Melton. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. Lancet, 359 :1761–1767, 2002.
- [89]: T.J. Hoerger, .K. Downs, M.C. Lakshmanan, and et al. Healthcare use among u.s. women aged 45 and older : total costs and costs for selected postmenopausal health risks. Journal of women's health & gender-based medicine, 8 :1077–1089, 1999.
- [90]: K. Lippuner, A.W. Popp, P. Schwab, and et al. Fracture hospitalizations between years 2000 and 2007 in switzerland : a trend analysis. Osteoporosis

international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA, 22 :2487-2497, 2011.

- [91]: A.A. Amis and J.H. Miller. The mechanisms of elbow fractures : an investigation using impact tests in vitro. Injury, 26 :163-8., 199.
- [92]: 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.
- [93]: M. Palvanen, P. Kannus, J. Parkkari, and al. et. The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults : a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA, 11 :822-831, 2000.
- [94]: L. Oberta*, M. Ferrier a, A. Jacquotb, P. Mansatc, F. Sirveauxb, P. Clavertd, J.-L. Charissoux, L. Pidhorz, T. Fabreg, Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie (SOFOT)h Distal humerus fractures in patients over 65: Complications 18 August 2013.
- [95]: S. Rigal and L. Mathieu. Classification des fractures de la palette humérale de l'adulte. In J.Y. Alnot, C. Fontaine, D. Le Nen, P. Liverneaux, and E. Masméjean, editors, Cours européen de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la main – 2013. Montpellier, pages 103-108. Sauramps Médical, 2013.
- [96]: 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.

- [97]: 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.
- [98]: J.B. Jupiter. Internal fixation for fracture about the elbow. Operative Techiques in Orthopaedics, 4 :31-48, 1994.
- [99]: J.B. Jupiter and D.K. Mehne. Fractures of the distal humerus. Orthopedics, 15 :825-833, 1992.
- [100]: 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.
- [101]: 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.
- [102]: 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.
- [103]: M.E. Müller. Classification AO des fractures : Les os longs. Springer-Verlag, 1987.
- [104]: M.B. Henley, L.B. Bone, and B. Parker. Operative management of intra-articular fractures of the distal humerus. J Orthop Trauma., 1 :24-35, 1987.
- [105]: 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.

- [106]: 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.
- [107]: 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.
- [108]: 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).
- [109]: 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.
- [110]: R.F. Brown and R.G. Morgan. Intercondylar T-shaped fractures of the humerus. *British*, 53 :425–428, 1971.
- [111]: C. Peach and D. Stanley. Surgical approaches to the elbow. *Orthopaedics and Trauma*, 26 :297– 302, 2012.
- [112]: C. Dos Remedios, G. Wavreille, C. Chantelot, and C. Fontaine. *Voies d’abord du coude*. Paris : Elsevier SAS, 2003.
- [113]: J.M. Sales, M. Videla, P. Forcada, M. Llausa, and Nardi. J. Fracturas de los huesos largos, vías de acceso quirúrgico. In J.M. Sales, editor, *Atlas de osteosíntesis*. Barcelona : Elsevier Masson, 2009.
- [114]: F.M. Smith. *Surgery of the elbow*. Saunders, 1972.
- [115]: R.B. Laakso, P. Forcada–Calvet, J.R. Ballesteros–Betancourt, M. Llusà–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.

- [116]: W.C. Campbell. Incision for exposure of the elbow joint. *Am J Surg.*, 15 :65, 1932.
- [117]: M. Alonso-Llames. Bilateral tricipital approach to the elbow. its application in the osteosynthesis of supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scandinav*, 43 :479–490, 1972.
- [118]: N. Gschwend. Our operative approach to the elbow joint. *Arch Orth Traum Surg.*, 98 :143–146, 1981.
- [119]: G.W. Van Gorder. Surgical approach in supracondylar "T" fractures of the humerus requiring open reduction. *J Bone Joint Surg.*, 22 :278–292, 1940.
- [120]: T.G. Wadsworth. A modified posterolateral approach to the elbow and proximal radioulnar joints. *Clinical orthopaedics and related research*, pages 151–153, 1979.
- [121]: 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.
- [122]: 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.
- [123]: 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.
- [124]: K. Schmidt-Horlohe, P. Wilde, A. Bonk, L. Becker, and R. Hoffmann. One-third tubular-hookplate osteosynthesis for olecranon osteotomies in distal humerus type-C fractures : a preliminary report of results and complications. *Injury*, 43 :295–300, 2012.
- [125]: 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.

- [126]: 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.
- [127]: 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.
- [128]: 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.
- [129]: 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.
- [130]: 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.
- [131]: Roques.B. Fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus. *Pathologie chirurgicale du coude* 1999, p : 91–98.
- [132]: H Demezou, T Fabre, L SOFCOT – *Revue de Chirurgie ...*, 2013.
- [133]: G. Chen, Q. Liao, W. Luo, K. Li, Y. Zhao, and D. Zhong. Triceps sparing versus olecranon osteotomy for ORIF analysis of 67 cases of intercondylar fractures of the distal humerus. *Injury*, 42 :366–370, 2011..
- [134]: Elhage R. Fractures récentes de l'extrémité distale de l'humérus chez l'adulte traitées par ostéosynthèse. PhD thesis, Université Lille 2, 1997. p. 157.

- [135]: D.L. Helfet and R.N. Hotchkiss. Internal fixation of the distal humerus : a biomechanical comparison of methods. J Orthop Trauma, 4 :260–264, 1990.
- [136]: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.
- [137]: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.
- [138]: 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.
- [139]: I. 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.
- [140]: 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.
- [141]: C.G. Zalavras, M.T. Vercillo, B.J. Jun, K. Otarodifard, Itamura J.M., and Lee T.Q. Biomechanical evaluation of parallel versus orthogonal plate fixation of intra–articular distal humerus fractures. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 20 :12–20, 2011.

- [142]: S.R. Jacobson, R.R. Glisson, and J.R. Urbaniak. Comparison of distal humerus fracture fixation : a biomechanical study. *Journal of the Southern Orthopaedic Association*, 6 :241–249, 1997.
- [143]: A. Schwartz, R. Oka, T. Odell, and A. Mahar. A biomechanical comparison of two different periarticular plating systems for stabilization of complex distal humerus fractures. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21 :950–955, 2006.
- [144]: 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.
- [145]: M. Vennettilli and G.S. Athwal. Parallel versus orthogonal plating for distal humerus fractures. *The Journal of hand surgery*, 37 :819–820, 2012.
- [146]: 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.
- [147]: 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.
- [148]: 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.
- [149]: J.K. Wiggers, K.M. Brouwer, G.T. Helmerhorst, and Ring D. Predictors of diagnosis of ulnar neuropathy after surgically treated distal humerus fractures. *The Journal of hand surgery*, 37 :1168–1172, 2012.

- [150]: 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.
- [151]: 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.
- [152]: 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.
- [153]: 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.
- [154]: 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.
- [155]: 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.
- [156]: 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.
- [157]: 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.

- [158]: H.T. Lu, T.G. Guitton, J.T. Capo, and D. Ring. Elbow instability associated with bicolumnar fracture of the distal humerus : report of three cases. *The Journal of hand surgery*, 35 :1126– 1129, 2010.
- [159]: J.M. Feron, T. Thomas, C. Roux, and J. Puget. Osteoporosis and the orthopaedic surgeon in 2007. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*, 94 Suppl :S99–107, 2008.
- [160]: B.R. Singer, G.J. McLauchlan, C.M. Robinson, and J. Christie. Epidemiology of fractures in 15,000 adults : the influence of age and gender. *The Journal of bone and joint surgery British*, 80 :243–248, 1998.
- [161]: J.B. Zagorski, J.J. Jennings, W.E. Burkhalter, and J.W. Uribe. Comminuted intraarticular fractures of the distal humeral condyles. surgical vs. nonsurgical treatment. *Clinical orthopaedics and related research*, pages 197–204, 1986.
- [162]: J. Imatani, T. Ogura, Y. Morito, H. Hashizume, and H. Inoue. Custom ao small T plate for transcondylar fractures of the distal humerus in the elderly. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 14 :611–6155, 2005.
- [163]: 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.