

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

AC : Accident de la Circulation

AD : Accident Domestique

AO : Association suisse pour l'Ostéosynthèse

AVP : Accident de la voie publique

AS : Accident de Sport

AT : Accident de Travail

HALD : Hôpital Aristide Le Dantec

ECM : Enclouage centromédullaire

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Vue postérieure de l'humérus selon Drake

Figure 2 : Vue antérieure de la tête humérale selon Kamina

Figure 3A : Vue antérieure de l'extrémité distale de l'humérus selon Drake

Figure 3B : Vue postérieure de l'extrémité distale de l'humérus selon Drake

Figure 4 : Coupe transversale du bras selon Kamina

Figure 5 : Vue antérieure des muscles coracobrachial et biceps brachial d'après Kamina

Figure 6 : Vue antérieure du muscle biceps brachial d'après Kamina

Figure 7 : Vue postérieure du muscle triceps brachial d'après Kamina

Figure 8 : Rapport du nerf radial avec la diaphyse humérale selon Kamina

Figure 9 : Projection du nerf radial sur le membre supérieur selon Kamina

Figure 10 : Vue antérieure : la vascularisation périostée selon Kamina

Figure 11 : Coupe transversale et verticale : vascularisation endostée selon Kamina

Figure 12 : Vue antérieure : l'artère brachiale et ses branches selon Drake

Figure 13 : Coupe transversale de l'os : l'architecture de l'humérus selon Kamina

Figure 14 : les différentes phases de la consolidation d'après Kamina

Figure 15 : Attitude de la main en col de cygne lors d'une paralysie radiale selon Kamina

Figure 16 : Radiographie de face (A) et de profil (B)

Figure 17 : Classification de l'AO spécifique à l'humérus

Figure 18 : Le traitement orthopédique

Figure 19 : Voie antérolatérale : exposition du tiers moyen de la diaphyse humérale, le nerf radial étant mis sur lac. Selon Laporte C.

Figure 20 : Voie d'abord antéro- externe d'après Bilhault

Figure 21 : Voie médiale : Selon Laporte C.

Figure 22 : Ostéosynthèse par embrochage

Figure 23 : Ostéosynthèse par plaque vissée

Figure 24 : Ostéosynthèse par enclouage

Figure 25 : Diagramme en secteur de la fréquence des sexes

Figure 26 : Fréquence du mécanisme

Figure 27 : Diagramme en secteur de la fréquence du type de traitements

Figure 28 : Cal vicieux de moins de 20° du bras droit : observation n°17

Figure 30 : Pseudarthrose avec rupture de matériel d'ostéosynthèse : observation n°19

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau I : Localisation des fractures selon la classification de Hackethal modifié par  
De La Caffinière

Tableau II : Principes de rééducation des fractures de la diaphyse humérale en fonction  
du traitement instauré.

Tableau III : Score de Stewart et Hundley

Tableau IV : Répartition par tranche d'âges selon l'OMS

Tableau V : Fréquence du type d'accident

Tableau VI : Fréquence du côté atteint

Tableau VII : Fréquence du type de fracture selon la classification AO

Tableau VIII : Effectifs des types de complications après traitement

Tableau IX : Tableau récapitulatif de données épidémiologiques

Tableau X : Tableau récapitulatif du siège du trait prédominant selon la  
classification de la Caffinière.

Tableau XI : Tableau récapitulatif des auteurs selon la classification AO

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE .....</b>	<b>4</b>
<b>I - Rappel anatomique .....</b>	<b>5</b>
I – 1-    Morphologie de l’humérus.....	6
I – 1-    L’épiphyse proximale de l’humérus .....	6
I – 1 - 2 - La diaphyse de l’humérus.....	8
I – 1 - 3 - L’épiphyse distale ou palette humérale .....	9
I – 2      Les rapports.....	11
I – 3      Vascularisation et innervation de l’humérus .....	18
<b>II - Rappel histologique.....</b>	<b>22</b>
<b>III - Biomécanique.....</b>	<b>25</b>
<b>IV- Consolidation osseuse.....</b>	<b>25</b>
<b>V – Aspects épidémiologiques.....</b>	<b>29</b>
<b>VI – Diagnostique .....</b>	<b>29</b>
VI – 1 -    La clinique.....	30
VI – 1 – 1 - Interrogatoire.....	30
VI – 1 – 2 - Examen clinique.....	30
VI – 1 – 3 - Complications.....	31
VI – 2 -    L’imagerie médicale .....	32
VI – 3 -    La classification des fractures diaphysaires de l’humérus..	34
<b>VII- Le traitement .....</b>	<b>39</b>
VII – 1 -    Les buts .....	39
VII – 2 -    Les moyens .....	39
VII – 2 - Les moyens orthopédiques .....	39
VII – 2 – 2 -Les moyens chirurgicaux. ....	41
VII – 2 – 3 - La rééducation fonctionnelle .....	48
<b>DEUXIEME PARTIE : .....</b>	<b>50</b>
<b>I - Matériel .....</b>	<b>51</b>
I - 1 -    Cadre d’étude.....	51

I – 2 -	Type et période d'étude .....	53
I – 3 -	Population étudiée.....	53
I – 3 – 1 -	Critères de sélection.....	53
I – 3 – 2 -	Critères d'inclusion.....	53
I – 3 – 3 -	Critères de non inclusion.....	53
<b>II – Méthodologie .....</b>	<b>53</b>	
II – 1 -	Les données épidémiologiques .....	54
II – 2 -	Les données étiologiques .....	54
II – 3 -	Les données cliniques .....	54
II – 4 -	Les données radiologique.....	54
II – 5 -	Les données thérapeutiques.....	54
II – 6 -	Les données évolutives.....	55
<b>III – Résultats.....</b>	<b>56</b>	
III – 1 -	Les aspects épidémiologiques.....	56
III – 2 -	Les aspects diagnostiques.....	59
III – 3 -	Les aspects thérapeutiques .....	60
III – 4 -	Les résultats anatomiques et fonctionnels .....	61
III – 5 -	Les complications après traitement.....	63
<b>TROISIEME PARTIE : DISCUSSION.....</b>	<b>66</b>	
<b>I - Les aspects épidémiologiques .....</b>	<b>67</b>	
<b>II - Les aspects cliniques et radiologiques .....</b>	<b>70</b>	
<b>III - Les complications primaires .....</b>	<b>74</b>	
<b>IV - Les aspects thérapeutiques.....</b>	<b>75</b>	
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>77</b>	
<b>Recommandations.....</b>	<b>79</b>	
<b>REFERENCES .....</b>	<b>81</b>	
<b>RESUME .....</b>	<b>103</b>	

# **INTRODUCTION**

Les fractures diaphysaires de l'humérus se définissent comme une solution de continuité de la diaphyse humérale [15, 46]. Elles siègent entre l'insertion du muscle grand pectoral et l'insertion distale du muscle brachial antérieur [25].

La diaphyse d'un os long a une définition anatomo-histologique par sa situation et sa structure. Elle est située entre les carrés épiphysaires, zones métaphysos-épiphysaires radiologiques dont la hauteur est égale à la largeur (règle dite des carrés épiphysaires) [11]. Elle correspond à la partie moyenne de la pièce osseuse comprise entre les deux massifs épiphysos-métaphysaires proximal et distal composés d'os spongieux [15]. L'humérus est un os long, pair et non symétrique. Il forme le squelette du bras, s'articulant en haut avec la scapula et en bas avec l'ulna et le radius [59].

La diaphyse est de forme globalement cylindrique formée de corticales entourant une cavité médullaire contenant un tissu graisseux richement vascularisé. Elle est recouverte par les insertions musculaires directes, séparées par des crêtes plus ou moins marquées [15].

Les fractures diaphysaires de l'humérus sont peu fréquentes. Elles peuvent se voir à tout âge mais surtout chez l'adulte. Elles peuvent être simples ou complexes transversales obliques ou spiroïdes, stables ou instables en fonction du déplacement osseux, ouvertes ou fermées.

Elles méritent d'être étudiées car elles sont potentiellement graves. Leur gravité réside dans la possibilité de survenue de certaines complications telles qu'une atteinte des structures vasculaires et nerveuses qui cheminent le long de la diaphyse humérale, notamment une atteinte du nerf radial. En effet, la position anatomique de ce nerf en contact direct avec la diaphyse humérale le rend vulnérable [1].

Au plan biomécanique le membre supérieur est un membre qui travaille en distraction [65,72, 86]. Ainsi, une immobilisation imparfaite expose au risque de pseudarthrose difficile à traiter [76].

Lors des fractures de la diaphyse humérale, on oppose le traitement orthopédique au traitement chirurgical [5, 77, 78, 89].

Le traitement orthopédique présente beaucoup d'avantages en particulier le foyer fermé et la bonne consolidation mais expose au risque de pseudarthrose et de cal vicieux [37].

Quant au traitement chirurgical, il présente l'avantage d'être plus efficace pour certains types de fractures mais expose à l'infection secondaire et à la paralysie du nerf radial s'il est fait à foyer ouvert [64].

L'objectif de ce travail est d'étudier les aspects épidémiologiques, anatomo-cliniques et thérapeutiques des fractures diaphysaires de l'humérus.

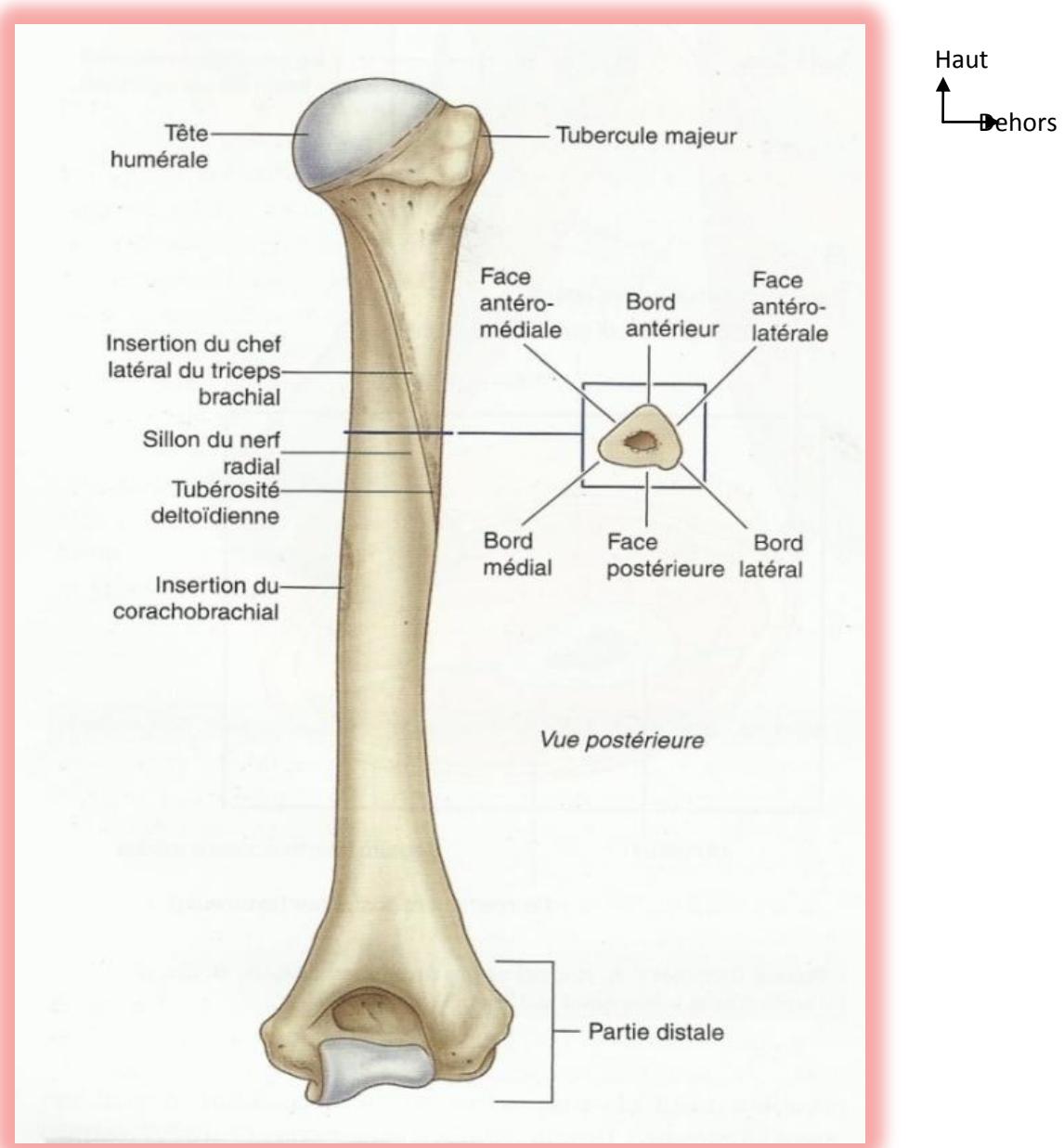
Après un chapitre de généralités, nous exposons notre matériel et méthode, nos résultats avant de les discuter. Nous terminons par la conclusion dans laquelle nous suggérons quelques recommandations.

# **PREMIERE PARTIE**

## I – Rappel anatomique

L'humérus est un os long constituant à lui seul le squelette du bras (**figure 1**).

Il s'articule en haut avec la scapula formant avec elle l'articulation gléno-humérale. En bas, il s'articule avec le radius et l'ulna formant avec eux l'articulation du coude [15, 26, 54].



**Figure 1 : Vue postérieure de l'humérus selon Drake [34]**

Le bras est le segment du membre supérieur entre l'épaule et le coude. Sa partie supérieure communique médialement avec la fosse axillaire. En bas, des structures

tendineuses et neurovasculaires passent du bras à l'avant bras en traversant le pli du coude.

L'humérus présente deux épiphyses et une diaphyse.

## **I – 1 – Morphologie de l'humérus**

### **I – 1 – 1 – L'épiphyse proximale de l'humérus**

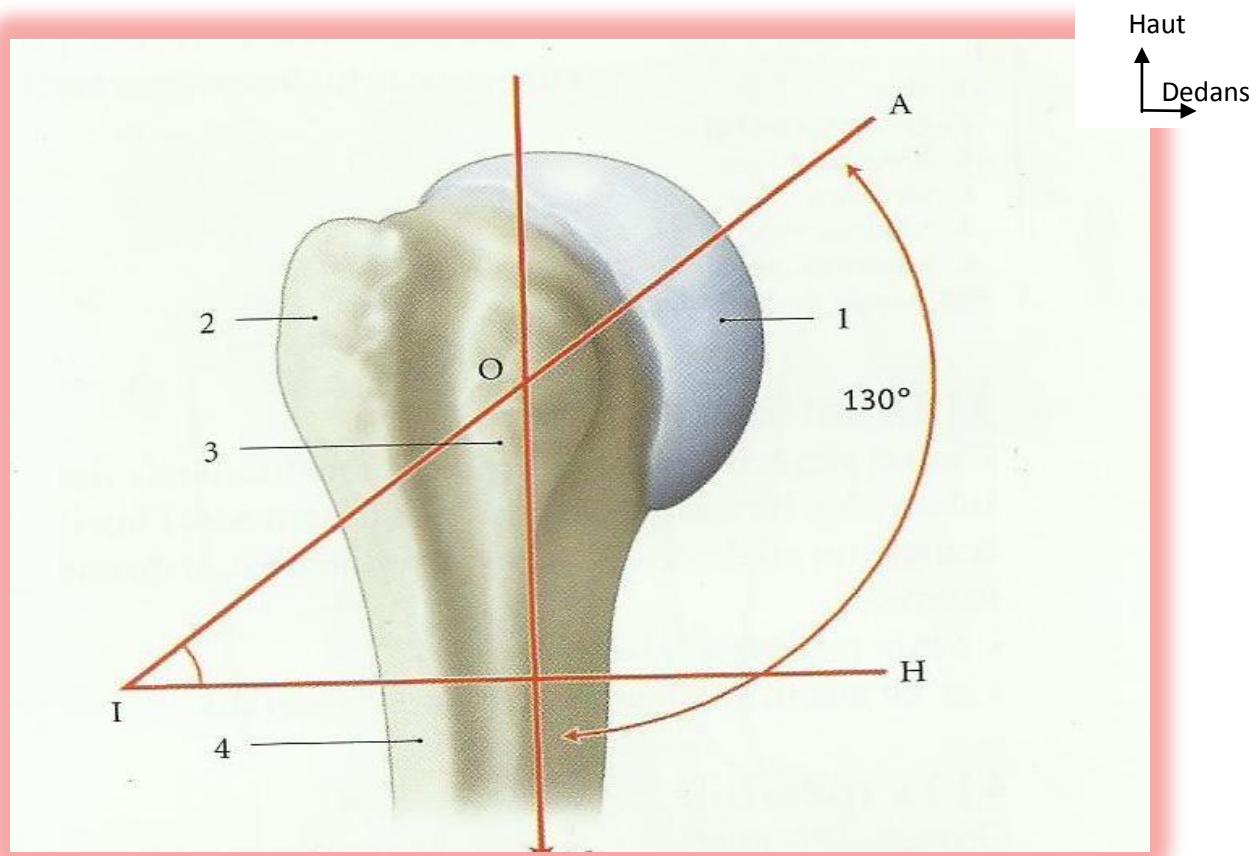
Elle est volumineuse. Elle est reliée à la diaphyse par le col chirurgical. Elle présente trois saillies : la tête humérale et deux tubercles (le tubercule majeur ou trochanter et le tubercule mineur ou trochanter).

#### **I – 1 – 1 – 1 – La tête humérale**

Elle a la forme d'un 1/3 de sphère de 30 millimètres de rayon. Elle regarde en haut, en arrière, et vers la ligne médiane (**figure 2**).

Son axe forme avec celui du corps un angle de 130° appelé angle d'inclinaison du col. Elle est articulaire avec la cavité glénoïdale de la scapula (omoplate).

Le pourtour de la tête de l'humérus est limité par un sillon qui la sépare des deux tubercules : le col anatomique. Il présente une échancrure au-dessus du tubercule mineur correspondant à l'insertion du ligament gléno-huméral supérieur.



- A. axe de la tête
- H. horizontale
- V. axe de la diaphyse
- 1. tête humérale
- 2. tubercule majeur
- 3. tubercule mineur
- 4. diaphyse

AOV = angle d'inclinaison

AIH = angle d'orientation de la tête humérale

**Figure 2 : Vue antérieure de la tête humérale selon Kamina[54]**

### I – 1 – 1 – 2 – Les deux tubercles

#### ■ Le tubercule majeur (ou trochiter ou grosse tubérosité)

Il est situé en dehors et en avant de la tête humérale. Il prolonge la face latérale du corps de l'humérus (**Figure 2**).

Il donne insertion aux deux muscles de la coiffe des rotateurs :

- ✓ muscle supra-épineux (sus-épineux) en haut ;
- ✓ muscle infra-épineux (sous-épineux) au dessous ;
- ✓ muscle petit rond en arrière

### **Le tubercule mineur (ou trochin ou petite tubérosité)**

Il est situé en dehors du tubercule majeur. Il prolonge vers le haut la face médiale de la diaphyse (**Figure 2**). Il donne l'insertion :

- ✓ dans sa partie supérieure au tendon du muscle sub-scapulaire ;
- ✓ dans sa partie inférieure au ligament huméral transverse (latéral) et aux fibres charnues du muscle sub-scapulaire (médial)

Ainsi, les 2 tubercules mineur et majeur apparaissent séparés par un sillon : le sillon inter-tuberculaire (ou gouttière bicipitale) dans lequel passe le tendon du muscle biceps brachial.

## I – 1 – 2 – Le corps de l'humérus

En section transversale, la diaphyse de l'humérus a une forme triangulaire. Elle présente à décrire (**Figure 1**):

- ❖ trois bords : antérieur, latéral et médial
- ❖ trois faces : antéro-latérale, antéro-médiale et postérieure.
- **Le bord antérieur ou crête du tubercule majeur** prolonge la lèvre latérale du sillon intertuberculaire ;
- **le bord latéral** se prolonge en bas par la crête supracondylaire latérale ;
- **le bord médial** se prolonge en bas par la crête supracondylaire médiale ;
- **la face antéro-médiale** présente sur son quart supérieur la crête du tubercule mineur. Sa partie moyenne porte le foramen nourricier ;
- **la face antéro-latérale** présente à sa partie moyenne la tubérosité deltoïdienne sur laquelle se fixe le muscle deltoïde ;
- **la face postérieure de l'humérus** est creusée à sa partie moyenne par le sillon du nerf radial ou sillon spiral. Oblique en bas et en dehors latéralement, il est parcouru par le nerf radial et les vaisseaux brachiaux profonds.

## I – 1 – 3 – L'épiphyse distale ou palette humérale (figure 3 A et B)

Elle est aplatie d'avant en arrière et déjetée vers l'avant. Elle présente une surface articulaire et une surface non articulaire constituée de deux apophyses latérale et médiale qui correspondent à des insertions musculaires ou ligamentaires.

### I – 1 – 3 – 1 – La surface articulaire

Elle est recouverte de cartilage, elle est constituée par :

#### ⊕ La trochlée

Elle est plus large en arrière qu'en avant, c'est une poulie qui accomplit au  $\frac{3}{4}$  un cercle (**Figure 3**). Elle regarde en avant en bas et en dehors.

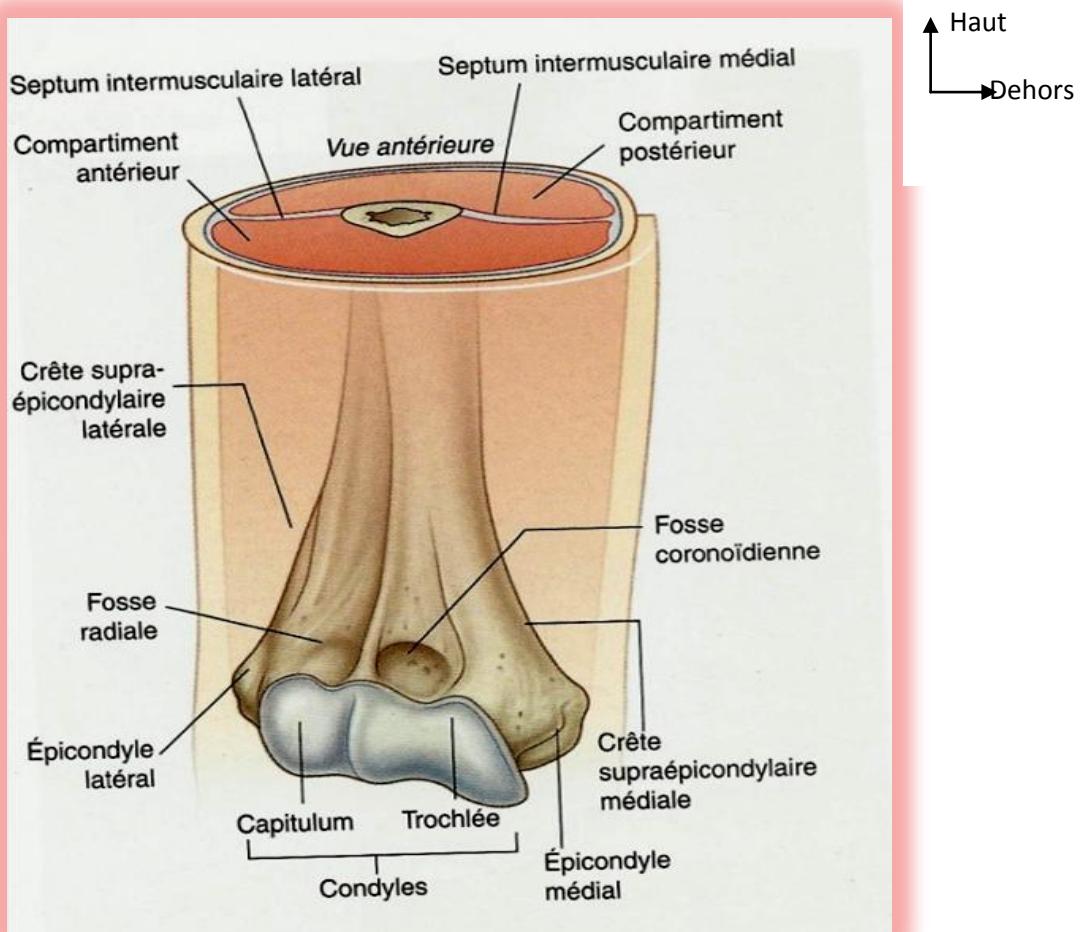
Elle est surmontée par :

- ✓ la fosse coracoïdienne (fossette sus-trochléenne) en avant (fig. 3 A)
- ✓ la fosse olécrânienne plus profonde en arrière (fig. 3 B).
- ⊕ le capitulum (ou condyle).

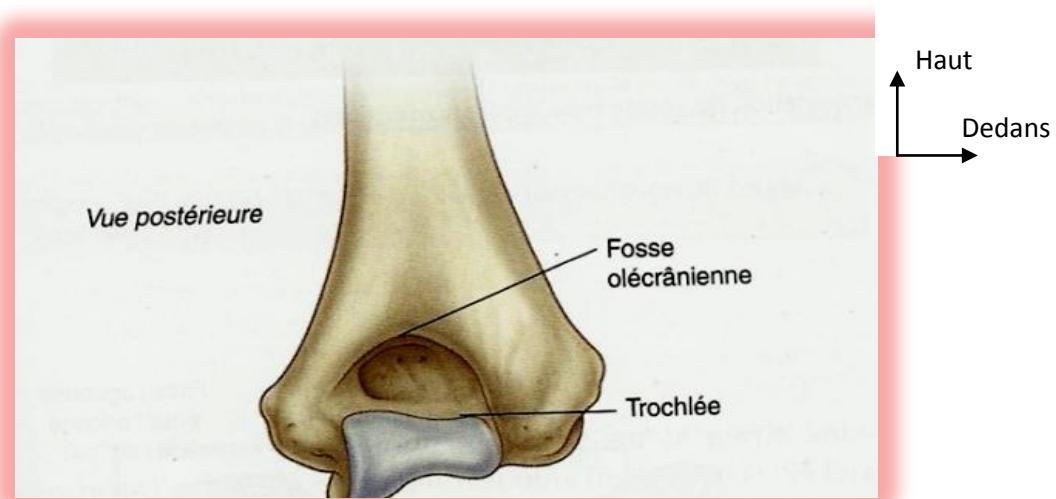
C'est un segment de sphère latéral par rapport à la trochlée :

- ✓ Il regarde en bas et en avant.
- ✓ Il est surmonté par la fosse radiale (fossette sus-condylienne).

Le capitulum et la trochlée sont séparés par un espace dont le versant latéral est appelé zone conoïde.



**Figure 3 A : Vue antérieure de l'extrémité distale de l'humérus selon Drake [34]**



**Figure 3 B : Vue postérieure de l'extrémité distale de l'humérus selon Drake [34]**

## I – 1 – 3 – 2 - Les deux épicondyles ou surfaces non articulaires

Les deux épicondyles se trouvent au-dessus de la trochlée et du capitulum (**figure 3A**).

### ➤ L'épicondyle médial

C'est une grande protubérance osseuse. C'est une zone palpable sur le bord médial du coude à la partie distale de l'humérus. Sur sa face antérieure on note une grande zone ovale où s'insèrent les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras. Le nerf ulnaire passe du bras à l'avant-bras derrière l'épicondyle médial et peut être palpé contre l'os à ce niveau.

### ➤ L'épicondyle latéral

Il est moins prononcé que l'épicondyle médial. Il est situé latéralement par rapport au capitulum. Il possède une face d'insertion de taille irrégulière où s'insèrent les muscles du compartiment postérieur du bras.

## I – 2 - Les Rapports

### ➤ L'extrémité proximale :

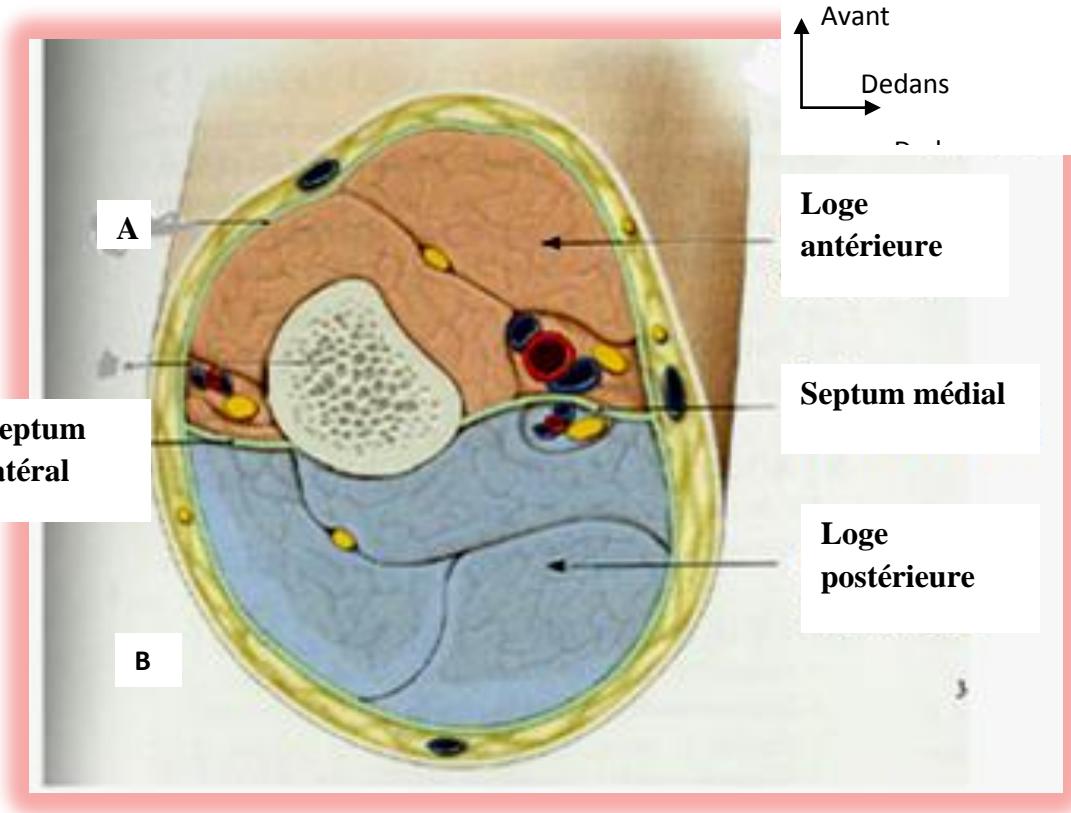
La face supérieure de la tête humérale est “coiffée” d'une nappe musculaire formée par la convergence des fibres terminales des supra et infra épineux.

Situé entre en dehors le tubercule majeur et en dedans le tubercule mineur, le tendon de la longue portion du biceps brachial descend verticalement dans la gouttière osseuse ainsi formée à la face antérieure de l'os.

### ➤ La diaphyse humérale (**figure 4**)

La diaphyse contracte des rapports avec d'une part les insertions musculaires des loges du bras et d'autre part avec le nerf radial.

Le bras est divisé en deux régions ( A et B) par le septum médial et latéral, qui s'étendent de part et d'autre de l'humérus jusqu'au fascia profond entourant l'os.



**A : loge antérieure      B : loge postérieure**

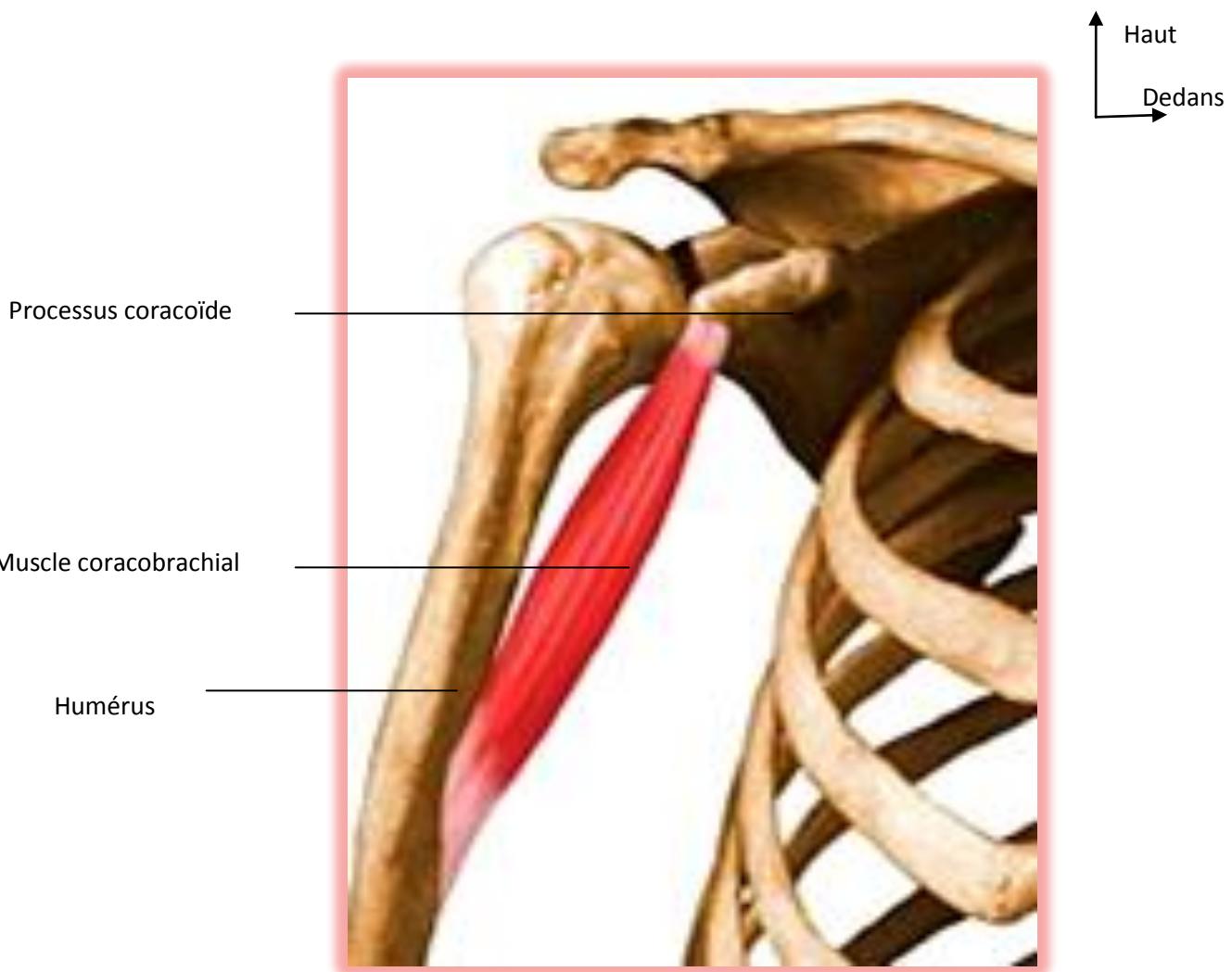
**Figure. 4 : Coupe transversale du bras selon Kamina [54]**

### I – 2 – 1 - La loge antérieure

Elle comporte 2 muscles:

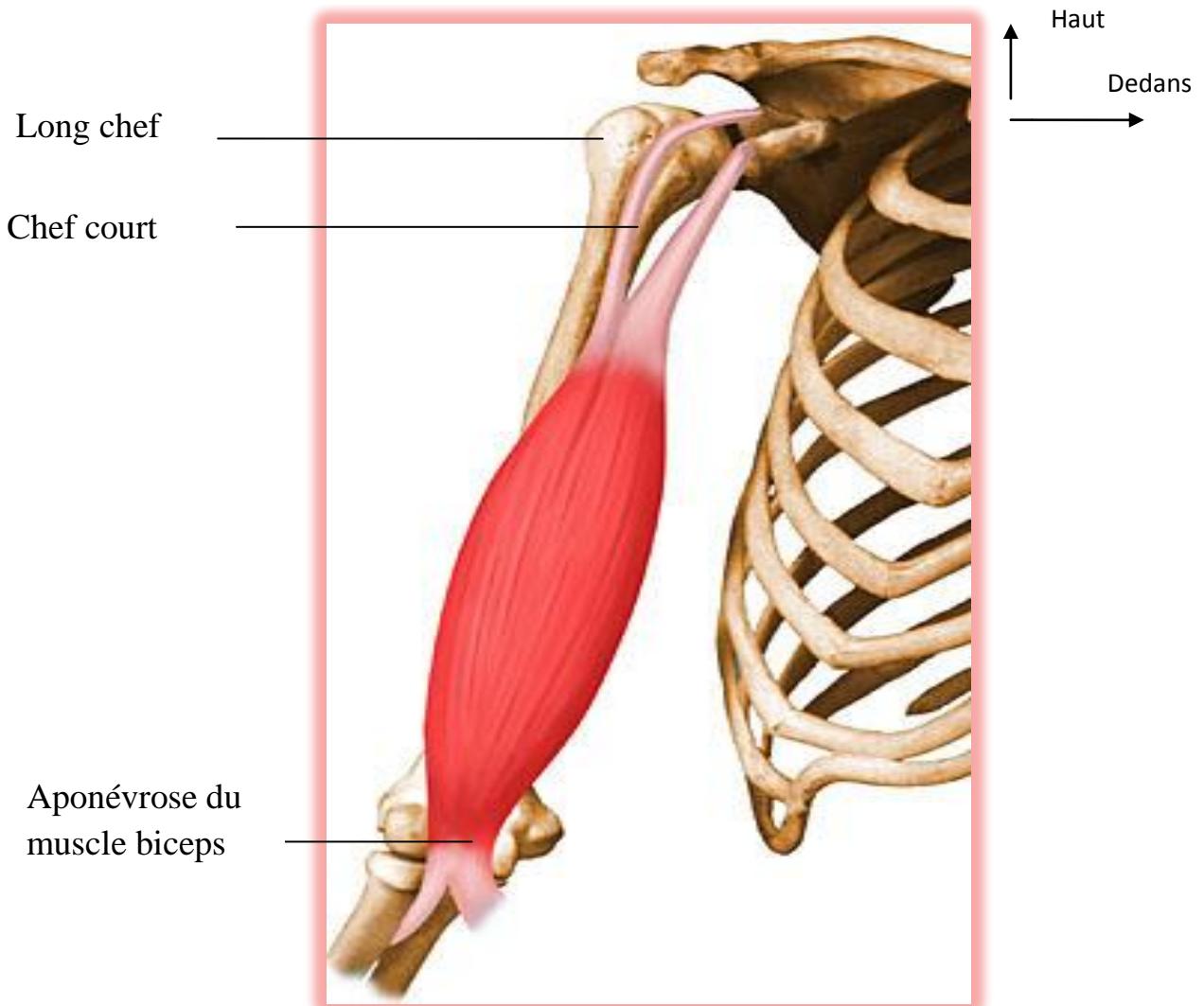
✚ le muscle coraco-brachial : il appartient au groupe des fléchisseurs de l’articulation scapulo-humérale. Sa forme est allongée et il est tendu de la scapula à l’humérus. Il naît de l’angle supéro-latéral de la scapula par un tendon commun avec le court biceps et se termine au niveau du 1/3 moyen de la diaphyse par des fibres charnues(**Figure 5**).

Il est vascularisé par l’artère axillaire et circonflexe antérieure et est innervé par le nerf musculo-cutané. Il est fléchisseur et adducteur du bras.



**Figure. 5 : Vue antérieure des muscles coracobrachial d'après Drake [34]**

le muscle biceps brachial : il appartient au groupe des fléchisseurs du coude. Fusiforme avec deux chefs, il est tendu de la scapula à l'extrémité supérieure du radius par un tendon aplati et une expansion au fascia antébrachial médial. Il est composé d'une longue portion latérale et d'une courte portion médiale (**Figure 5**). Il est vascularisé par l'artère brachiale et innervé par le nerf musculo- cutané. Il est fléchisseur de l'avant bras et supinateur si la main est en pronation.



**Figure. 6 Vue antérieure du muscle biceps brachial d'après Drake [34]**

### I – 2 – 2 - La loge postérieure

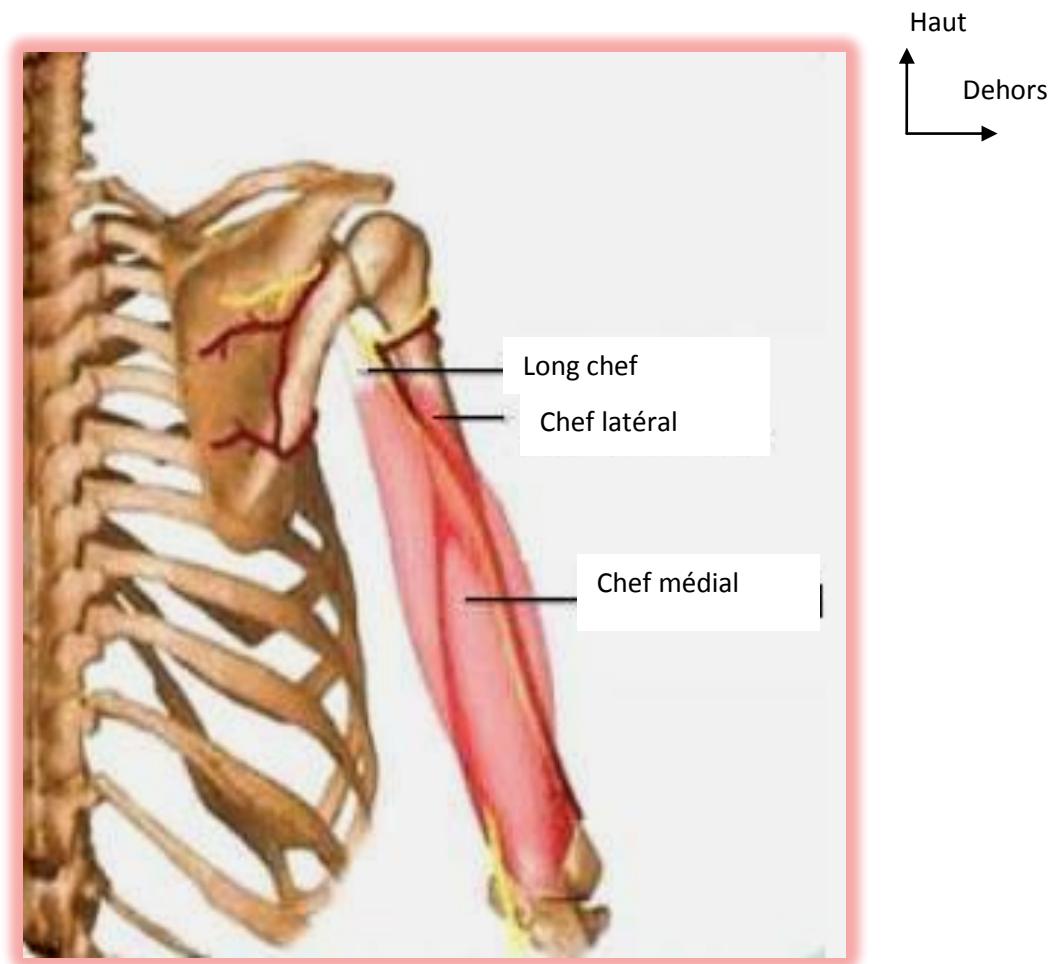
Elle est constituée par le triceps brachial. Extenseur du coude, il est tendu de la scapula et de l'humérus à l'ulna. Volumineux, il comprend 3 chefs (**Figure 7**) :

-la **longue portion** nait du bord axillaire de la scapula par un tendon et se termine au niveau de l'olécrâne ;

-le **vaste latéral** nait de la face postérieure de la diaphyse humérale par une lame tendineuse et se termine sur l'extrémité supérieure de l'ulna ;

- le **vaste médial** naît de la partie inférieure de l'humérus par des fibres charnues et se termine sur l'extrémité supérieure de l'ulna.

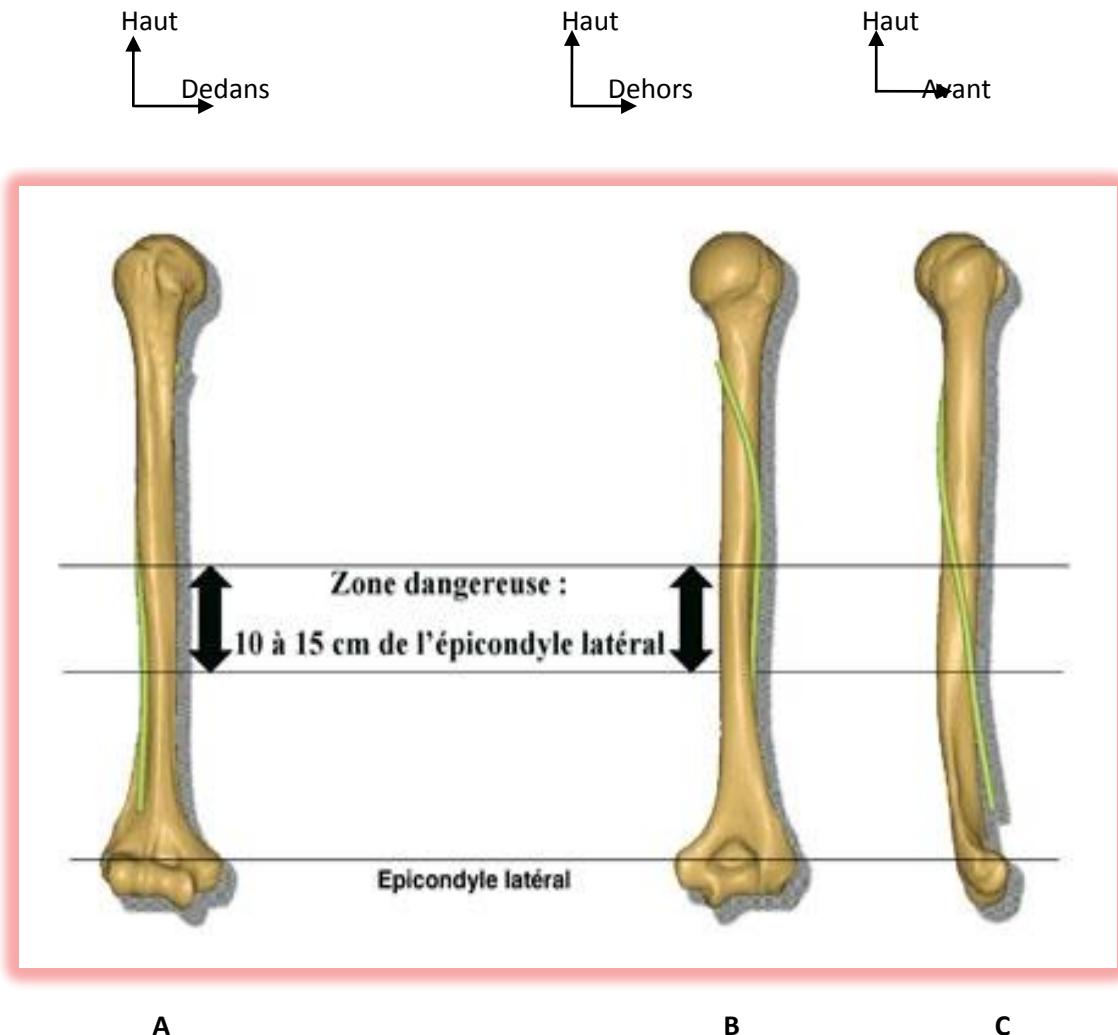
Il se regroupe en un seul tendon : le tendon tricipital se terminant au niveau de l'olécrâne.



**Figure. 7 : Vue postérieure du muscle triceps brachial d'après Drake [34]**

### I – 2 – 3 - - le nerf radial

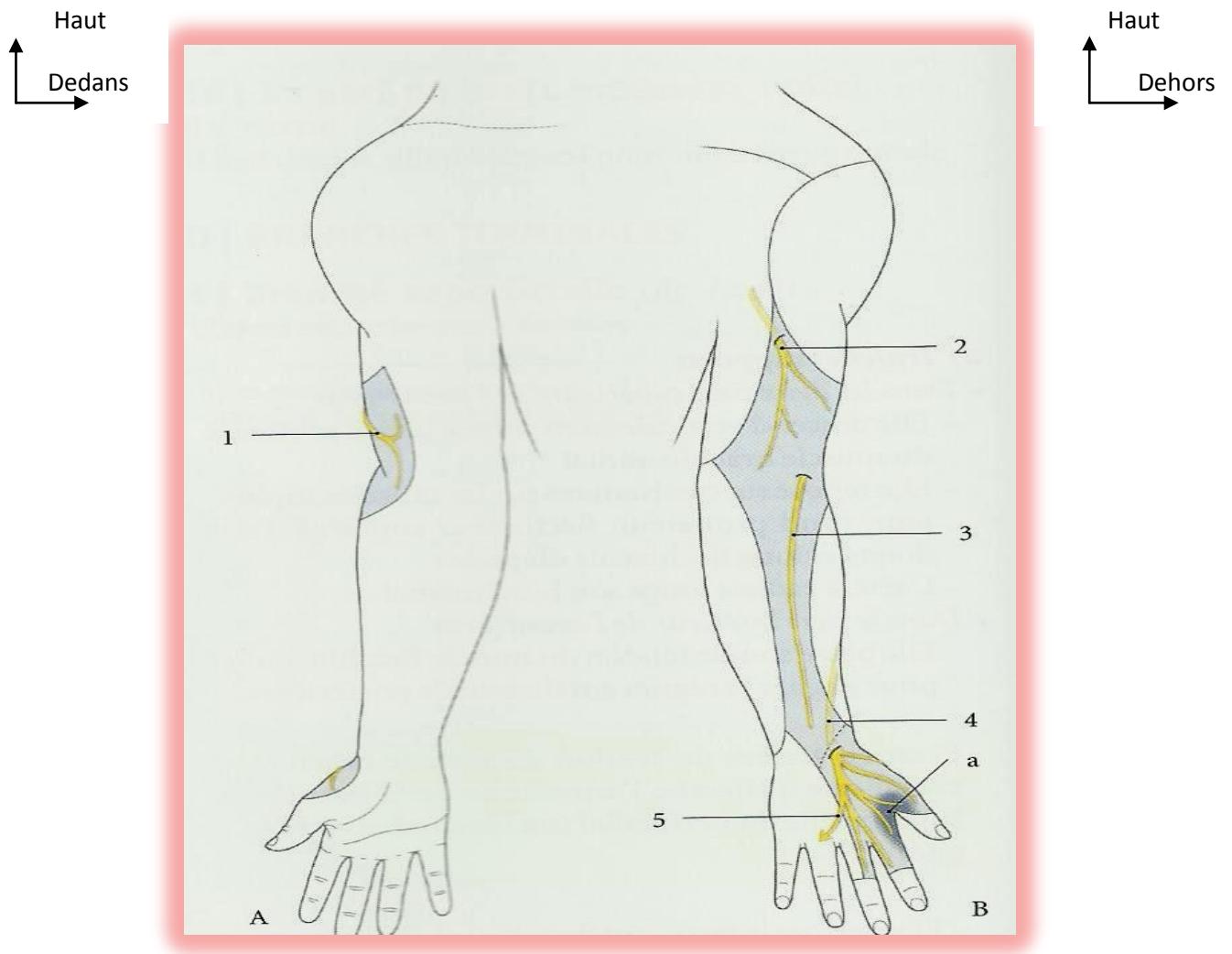
En pratique, il contracte des rapports étroits avec la diaphyse humérale (**figure 8**). Son trajet est oblique en bas et en dehors, longeant la face postérieure de l'humérus dans son sillon. Il se divise au coude en deux branches terminales.



**Figure 8 : Rapports du nerf radial avec la diaphyse humérale selon Kamina[54]**

**A : Vue antérieure      B : Vue postérieure      c : Vue latérale**

Les projections du nerf radial sur le membre supérieur sont représentées sur la figure 9 (page 17).



### A : Vue antérieure

- a : zone d'anesthésie dans la paralysie
- 1 : nerf cutané latéral inférieur du bras

### B : Vue postérieure

- 2 : nerf cutané postérieur du bras
- 3 : nerf cutané postérieur de l'avant bras
- 4 : branche superficielle du nerf radial
- 5 : rameau communicant ulnaire du nerf radial

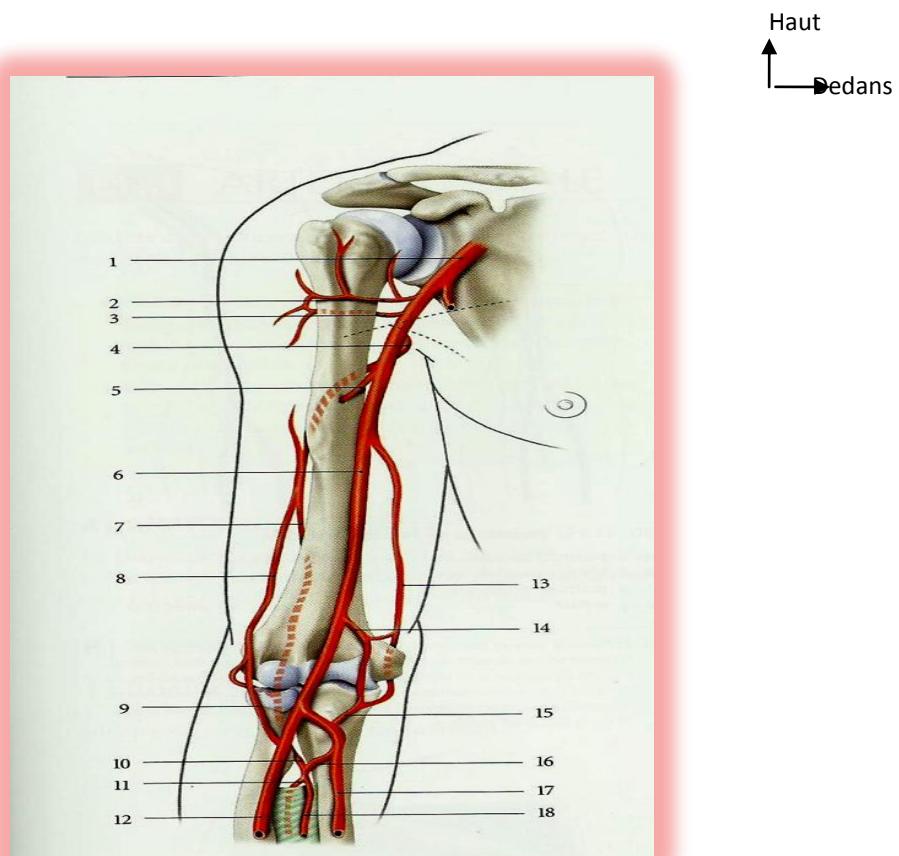
**Figure 9 : Projection du nerf radial sur le membre supérieur selon Kamina [54]**

## I – 3– Vascularisation et innervation de l'humérus [54]

### I – 3 – 1 - Le réseau artériel

#### 1-3-1 -1 Les artères périostées

La principale artère du bras est l'artère brachiale. Elle se trouve dans le compartiment antérieur (**figure 10**).



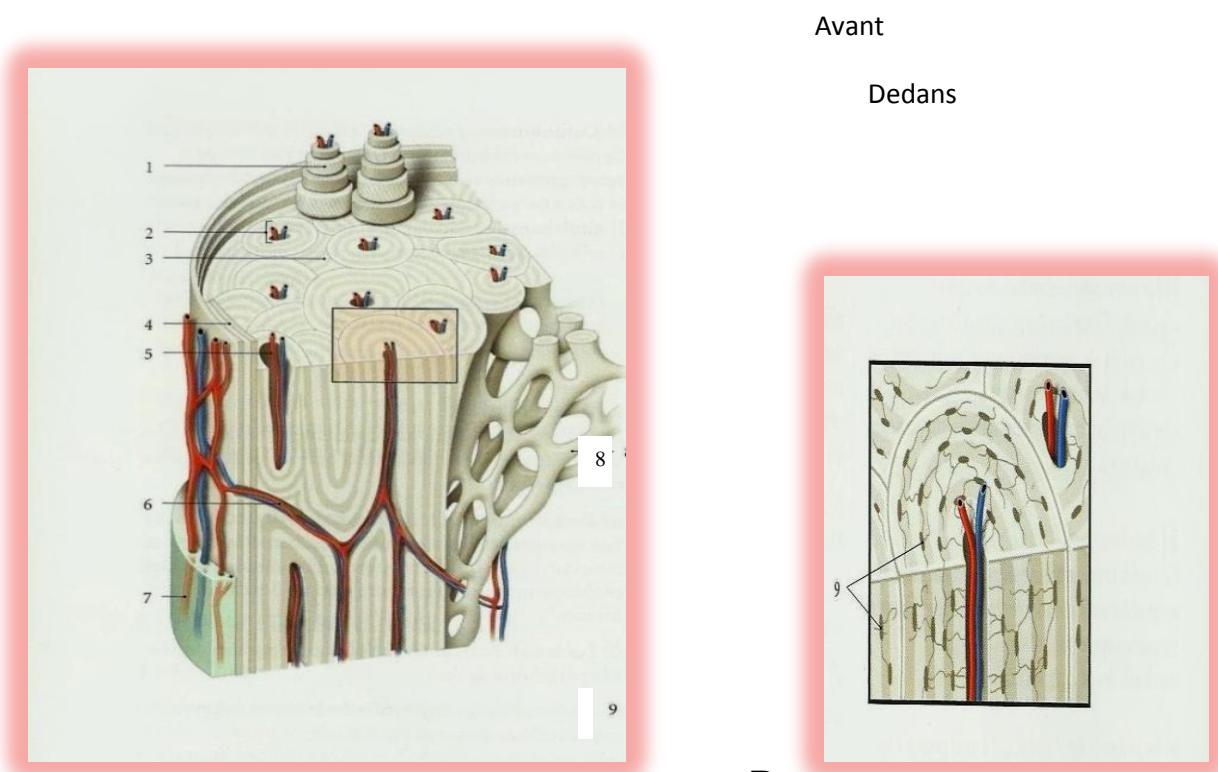
- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1. a. axillaire                         | 9. a. récurrente radiale        |
| 2. a. circonflexe ant.<br>de l'humérus  | 10. a. interosseuse récurrente  |
| 3. a. circonflexe post.<br>de l'humérus | 11. a. interosseuse post.       |
| 4. a. profonde du bras                  | 12. a. radiale                  |
| 5. a. nourricière de l'humérus          | 13. a. collatérale ulnaire sup. |
| 6. a. brachiale                         | 14. a. collatérale ulnaire inf. |
| 7. a. collatérale moyenne               | 15. a. récurrente ulnaire       |
| 8. a. collatérale radiale               | 16. a. interosseuse commune     |
|   | 17. a. ulnaire                  |
|   | 18. a. interosseuse ant.        |

**Figure 10 : Vue antérieure : vascularisation périostée selon Kamina[54]**

Elle prend naissance à partir de l'artère axillaire qu'elle prolonge au niveau du bord inférieur du muscle grand rond. L'artère brachiale est palpable tout au long de son trajet.

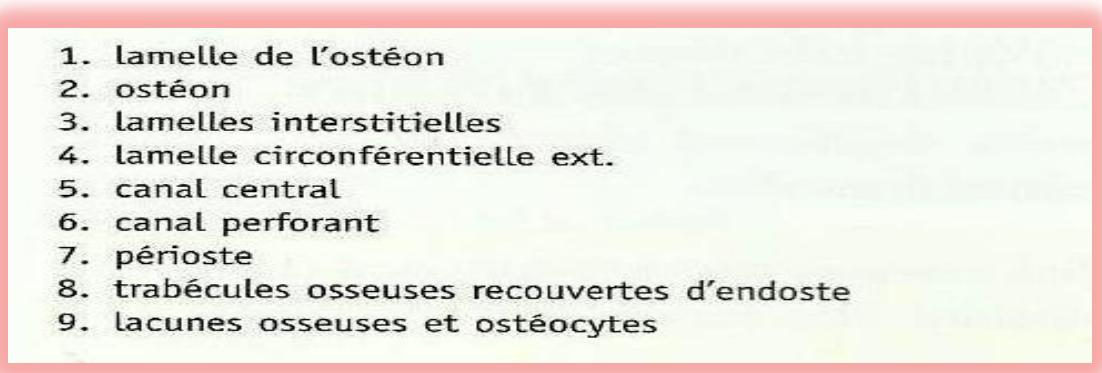
A trois centimètres au dessous du pli du coude, elle se termine en artère radiale et ulnaire.

Elle est responsable de la vascularisation corticale. Cependant elle n'atteint pas la partie centromédullaire.



A

B

- 
1. lamelle de l'ostéon  
2. ostéon  
3. lamelles interstitielles  
4. lamelle circonférentielle ext.  
5. canal central  
6. canal perforant  
7. périoste  
8. trabécules osseuses recouvertes d'endoste  
9. lacunes osseuses et ostéocytes

**Figure 11 : Coupe transversale (A) et verticale (B) de l'os : vascularisation endostée selon Kamina[54]**

### I-3-I-2– Les artères endostées

Elles pénètrent dans l'os par le foramen nourricier. Elles représentent des branches collatérales de l'artère brachiale. Elles se divisent dans le canal médullaire en branches longitudinales. Elles irriguent les deux tiers internes de l'os compact et de la moelle (**figure 11**).

### I – 3 – 2 – Le réseau veineux

Les veines sont satellites du système artériel.

### I – 3 – 3 – Innervation

L'innervation est double composée par :

✚ le nerf musclo-cutané, branche terminale du plexus brachial est un nerf mixte.

Il est de volume moyen. Tendu de la fosse axillaire en arrière du muscle petit pectoral au coude, il est oblique en bas, en avant, en dehors, et donne une branche collatérale, le nerf diaphysaire de l'humérus (**figure 12**).

✚ Le nerf radial

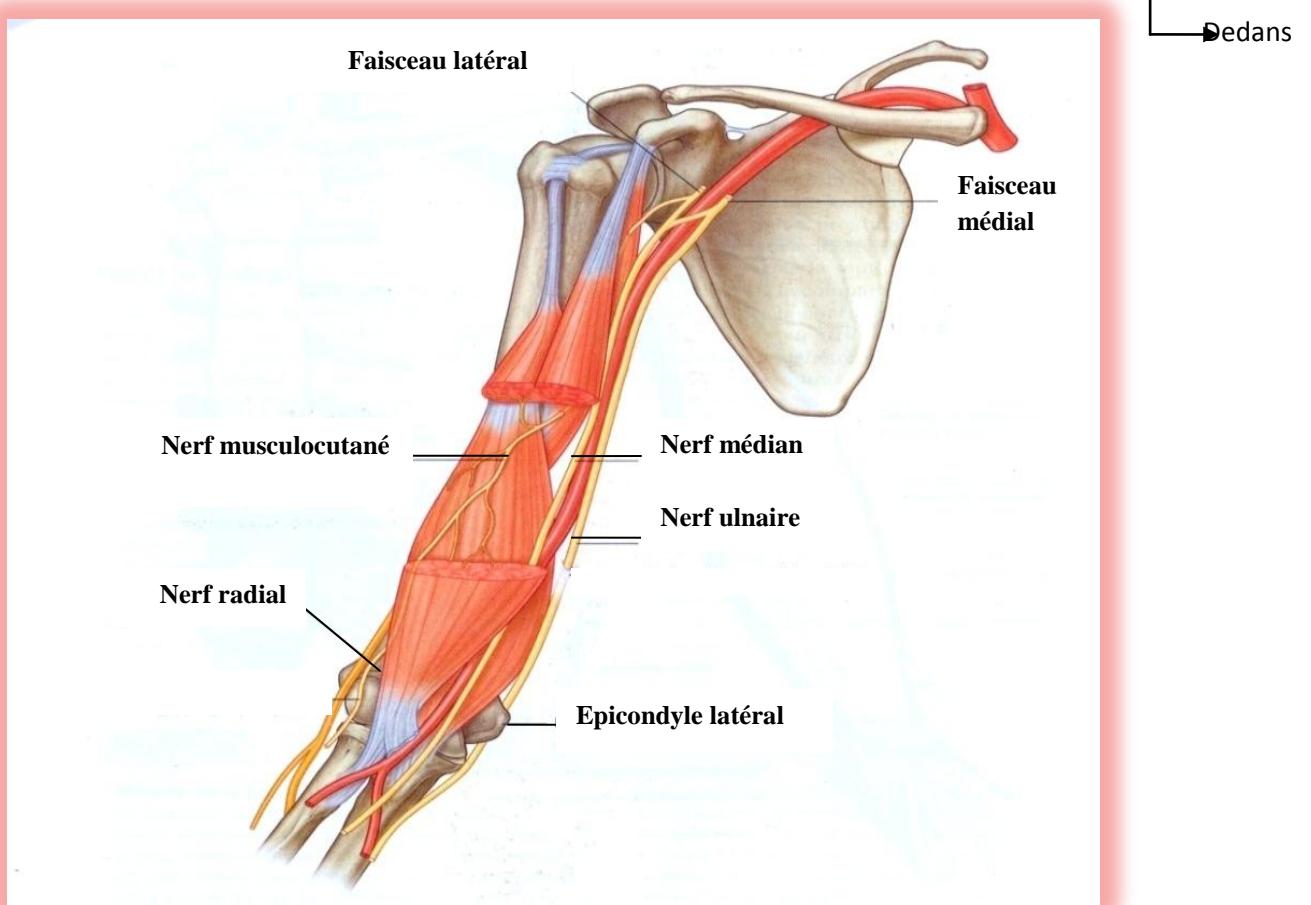


Figure 12 : Vue antérieure : les nerfs du bras selon Drake [34]

## **II – Rappel histologique**

### **II – 1 – Architecture de l'humérus**

Nous distinguons de la superficie à la profondeur : le périoste, l'os compact et l'os spongieux [54, 100].

#### ➤ **Le périoste**

C'est une membrane fibreuse conjonctive-élastique constituée d'une couche externe fibreuse et d'une couche interne ostéogénique. De la couche interne partent des fibres perforantes qui traversent l'os compact. Le périoste ne recouvre pas les couches cartilagineuses et il donne insertion aux muscles et aux tendons. Il est richement vascularisé et innervé.

#### ➤ **L'os compact**

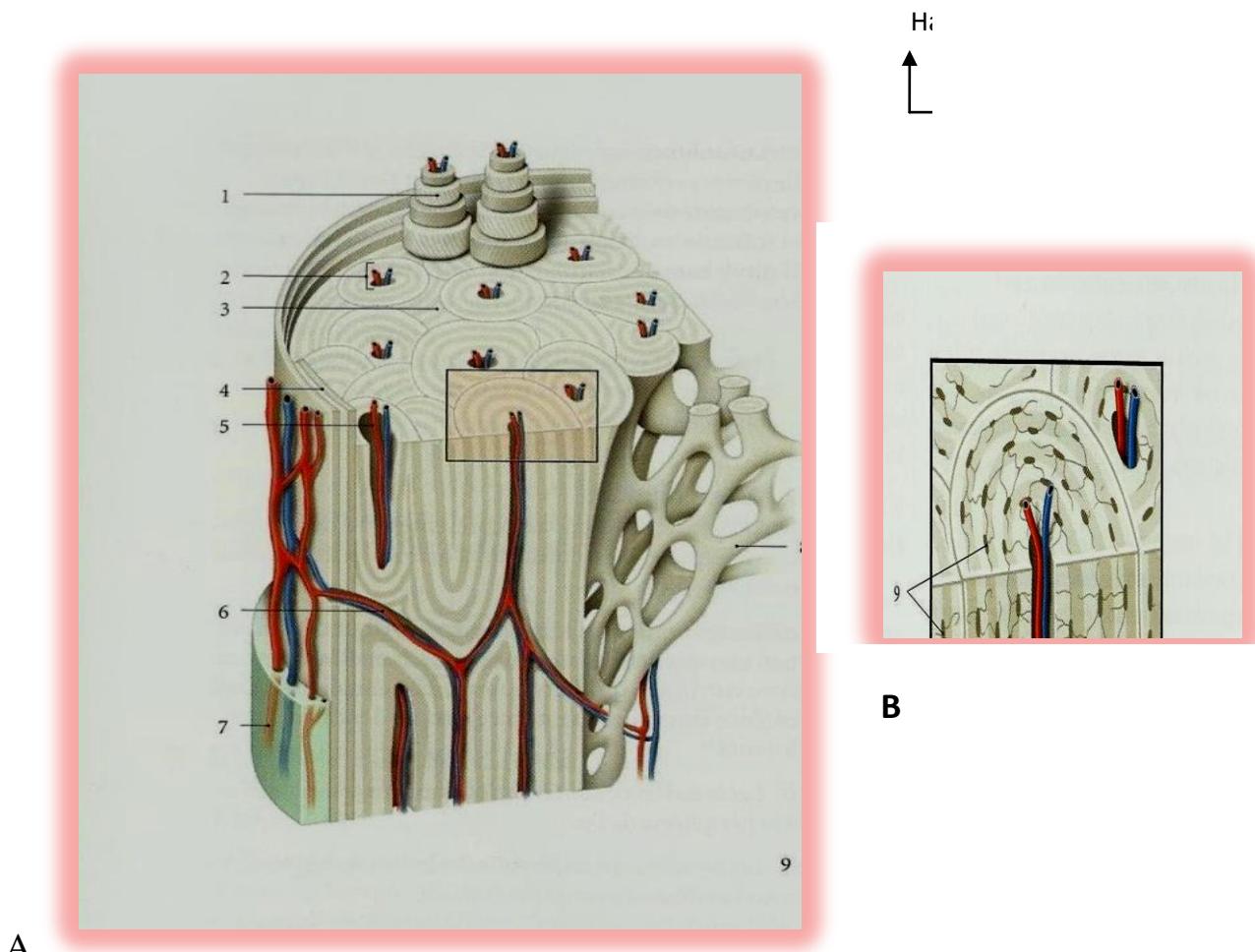
Il constitue une couche dense solide qui recouvre la diaphyse humérale. Il représente 80% de la masse osseuse totale et s'amincie progressivement pour se terminer par une couche très fine au niveau de l'épiphyse. Il est constitué d'ostéons et de lamelles.

- L'ostéon est l'unité histo-physiologique constitué par un canalicule vasculaire et des lamelles osseuses concentriques qui l'entourent. Les canalicules des ostéons communiquent entre eux par des canaux perforants (**figure 13**).
- Les lamelles circonférentielles externes sont situées à la périphérie de l'os.
- Les lamelles circonférentielles internes sont situées sous l'endoste du canal médullaire ;
- Les lamelles interstitielles s'interposent entre les ostéons.

#### ➤ **L'os spongieux**

Le tissu spongieux est riche en cellule conjonctive adipeuse et en éléments sanguins mais sa résistance est faible ; en cas de fracture il s'écrase facilement [100].

IL s'organise en lamelles osseuses ou trabécules osseuses épaisses de 0,1 à 0,5 mm et de directions variées délimitant de petites cavités [54].



A

1 : Lamelle de l'ostéon

2 : Ostéon

3 : Lamelles interstitielles

4 : Lamelle circonférencielle externe

5 : Canal central

6 : Canal perforant

7 : Périoste

8 : trabécules osseuses

9 : Lacune osseuse et ostéocyte

**Figure 13 : Coupe transversale (A) et verticale (B) de l'os : Architecture de l'humérus selon Kamina [54]**

## II – 2 - Les cavités osseuses :

- Le canal médullaire situé dans la diaphyse contient la moelle, les vaisseaux et les nerfs ;

- L'endoste est une couche conjonctive unicellulaire. Cette membrane vasculaire et ostéogénique assure la croissance et la réparation de l'os fracturé.

## **II – 3 – Les cellules osseuses**

On distingue deux cellules osseuses : les ostéoblastes et les ostéoclastes

### ➤ **Les ostéoblastes**

Elles ont une origine mésenchymateuse. Elles sont reliées entre elles par des gaps jonctions. Elles sont à la surface de l'os en croissance. Ce sont des cellules cuboïdes de 20 micromètres de diamètre avec un gros noyau à l'opposé de la surface apposée sur l'os. Leurs contours sont irréguliers et ils possèdent des prolongements permettant le contact avec d'autres ostéoblastes ou ostéocytes. Leur rôle est d'élaborer les tissus osseux immatures et permettre sa calcification en produisant des protéines initiant la cristallisation (Bone Sial protéine/phosphoprotéine) et des enzymes permettant l'entretien de la calcification (phosphatase alcaline)

### ➤ **Les ostéoclastes**

Il s'agit des cellules multi nucléés possédant une cinquantaine de noyaux d'origine hématopoïétique. Elles ont un diamètre variant de 50 à 100 micromètres.

## **II – 4 – La matrice osseuse**

Le tissu osseux est un tissu conjonctif spécialisé. Il est constitué d'une matrice extracellulaire et de cellules. La matrice extracellulaire a 3 composantes : la substance fondamentale, les fibres et les glycoprotéines structurales.

## **III –Biomécanique**

### **III – 1- La biomécanique de l'os**

L'os est un matériau anisotrope et viscoélastique. Il se forme et se résorbe en fonction des contraintes qu'il subit. Sa résistance varie en fonction de la direction suivant

laquelle la charge est appliquée. L'os est plus fragile en tension qu'en compression [73, 74].

### **III – 2 - Les caractéristiques mécaniques de l'os :**

**Le matériau composite :** il comporte deux parties, la matrice, essentiellement collagène et l'os minéral. Le collagène n'a aucune résistance en compression mais a une grande résistance en traction. La partie minérale est plus résistante en compression qu'en traction.

Ainsi l'os tire sa résistance en traction de son composant collagène et sa résistance en compression de son composant minéral.

L'os a une hétérogénéité organisée. Plus l'os est long moins il est résistant en torsion ce qui explique la survenue des fractures spiroïdes. Plus l'os est de gros diamètre moins il est vulnérable. Lorsque l'humérus est tordu par l'intermédiaire de l'avant bras, la force nécessaire pour l'os est moindre.

**L'anisotropie :** l'os n'a pas les mêmes propriétés dans tous les plans. Les résistances en traction sont celles qui s'appliquent suivant l'axe longitudinal de l'os. Transversalement ou obliquement cette résistance est faible.

La résistance et la raideur de l'os sont maximales dans les directions correspondant aux contraintes les plus élevées.

**La viscoélasticité :** L'os vivant est viscoélastique. Ses propriétés mécaniques varient avec la vitesse d'application de la charge. Grâce à cette propriété il résiste mieux aux efforts rapides qu'aux efforts lents. Cette viscoélasticité lui permet de mieux s'adapter aux contraintes.

### **III – 3 - Biomécanique des fractures**

**La contraction musculaire :** Elle joue un rôle très important dans la prévention des fractures. C'est à la face postérieure de l'humérus que siègent généralement les contraintes de traction pouvant entraîner une fracture mais la contraction musculaire réflexe va provoquer des contraintes de compression postérieure qui vont neutraliser les contraintes de traction afin de protéger et d'éviter la fracture [72].

**Fracture et contrainte :** la survenue d'une fracture est en fait une question de distribution de contraintes et d'énergies mécaniques [35].

## IV – Consolidation osseuse

La physiologie de la consolidation des fractures est un processus de réparation tissulaire unique, aboutissant dans la majorité des cas à la restitution ad integrum d'un segment osseux fracturé [47, 73, 74]. Les mécanismes à l'origine de la consolidation sont très comparables à ceux observés au sein du cartilage de croissance chez l'enfant ou lors de l'embryogenèse. Ils font intervenir différents types cellulaires agissant sous le contrôle des facteurs locaux et systémiques. Le processus de consolidation est mis en échec dans 10% des cas et aboutit au retard de consolidation ou à une pseudarthrose nécessitant une intervention chirurgicale [7,69].

### IV - 1 – Etapes de la consolidation

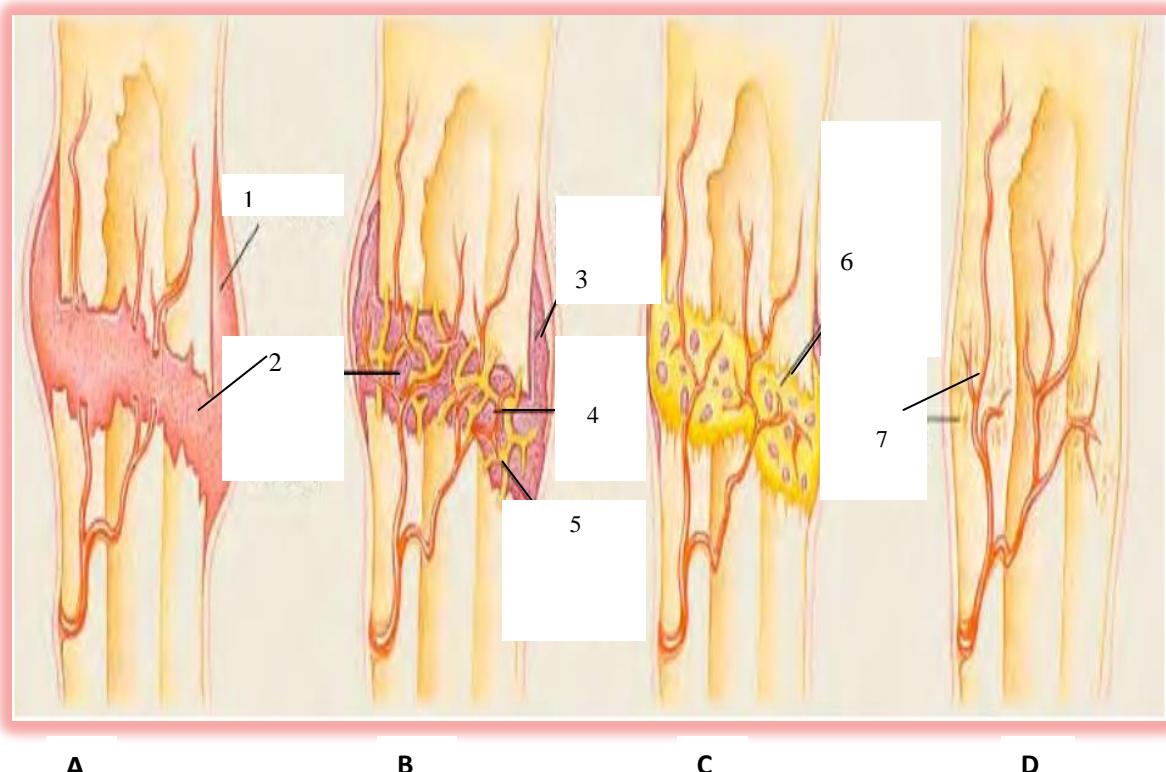
Le processus de consolidation s'effectue en quatre phases successives (**figure 14**): la phase inflammatoire, la formation d'un cal mou, la formation d'un cal dur et le remodelage osseux [73].

**IV – 1 – 1 : Phase inflammatoire :** elle débute immédiatement après la fracture et dure environ quatre jours. Elle est caractérisée par :

- la formation d'un hématome et d'un caillot riche en fibrine ;
- la rupture des vaisseaux endostés et périostés au niveau de la fracture entraînant ainsi une hypoxie locale, une acidose et une nécrose des extrémités fracturaires ;
- l'arrivée des cellules telles que les plaquettes, les monocytes, les polynucléaires neutrophiles et les macrophages dont le rôle est la détersión des extrémités fracturaires.

Au quatrième jour, l'hématome acquiert un pouvoir ostéogénique c'est-à-dire que s'il est transposé dans un muscle vivant il peut former de l'os.

**IV – 1 – 2 - La formation d'un cal mou :** durant cette phase de trois à quatre semaines, se développe un cal osseux autour et entre les extrémités osseuses, réduisant la mobilité du foyer. L'hématome fracturaire est envahi par des fibroblastes, des chondroblastes, des pré-ostéoblastes qui vont proliférer de manière importante et produire une matrice fibreuse puis fibrocartilagineuse très vascularisée, riche en glycoprotéine et collagène de type 2. Le collagène de type 2 est l'un des composants majeurs du tissu cartilagineux. Le tissu fibrocartilagineux est ensuite progressivement remplacé par une matrice osseuse riche en collagène de type 1, en particulier dans les zones proches des extrémités osseuses.



- |                               |                                 |                               |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| A : la phase inflammatoire    | 1 : hématome                    | 5 : travées d'os spongieux    |
| B : la formation d'un cal du  | 2 : cal central                 | 6 : cal osseux d'os spongieux |
| C : la formation d'un cal mou | 3 : cal engainant               | 7 : fracture consolidée       |
| D : le remodelage osseux      | 4 : nouveaux vaisseaux sanguins |                               |

**Fig.14 : les différentes phases de la consolidation d'après Kamina [54]**

Le cal mou peut être artificiellement divisé en deux parties (le cal interne et le cal externe). A ce stade l'os néoformé est un os jeune, de type lamellaire, non haversien et tout facteur inhibant la néo angiogénèse comme la consommation de tabac peut retarder la consolidation osseuse.

**IV – 1 – 3 - La formation d'un cal dur :** cette phase débute à la quatrième semaine et dure deux à trois mois en fonction de l'âge. La matrice cartilagineuse est progressivement remplacée par une matrice osseuse lamellaire qui va unir les extrémités fracturaires et se minéraliser de proche en proche.

**IV – 1 – 4 - Le remodelage osseux :** l'os lamellaire, remis en charge, est progressivement transformé en un os de type haversien, corticalisé, aux propriétés mécaniques identiques à celles d'un os normal. Le canal médullaire est perméabilisé par les ostéoclastes. Les corticales osseuses s'épaissent, tandis que le cal osseux périphérique s'amincit avec le temps.

Cette phase dure plusieurs mois voire des années chez l'adulte.

## **IV – 2 - les modifications vasculaires**

L'os est vascularisé par des artères périostées prédominant dans les régions épiphysaires et métaphysaires et par des artères endostées provenant des artères nourricières. En cas de fracture, le réseau endosté est complètement interrompu et une hémostase spontanée est obtenue par une vasoconstriction reflexe [73]. Cette phase de quelques heures est suivie d'une vasodilatation importante et d'une multiplication capillaire qui se traduit par une augmentation considérable du flux vasculaire dans les deux semaines post traumatique. Le flux vasculaire diminue ensuite pour atteindre des niveaux physiologiques à partir de douze semaines.

Cette hyper vascularisation transitoire augmente la prolifération cellulaire et la néoformation osseuse, vraisemblablement par le biais d'une augmentation relative de la pression en oxygène. La pression en oxygène demeure très faible dans le cal

cartilagineux et à un moindre degré, dans l'os néoformé. Ceci est expliqué par l'intensité de la prolifération cellulaire qui maintient proportionnellement les cellules dans un état d'hypoxie relative.

Il semble qu'une concentration optimale en oxygène (35%) soit nécessaire à l'apparition du tissu osseux au sein du cal et qu'une sursaturation en oxygène soit délétère et inhibe la consolidation .

## V – les aspects épidémiologiques [107]

### V – 1 - Etiologies

Les fractures diaphysaires de l'humérus surviennent généralement lors :

- d'accident de la voie publique (A.V.P.) ;
- d'accident de la circulation (AC) ;
- d' accident de travail (AT) ;
- d'accident sportif (AS) ;
- d'accident domestique (AD).

### V – 2 - Mécanismes : Il peut être direct ou indirect

- **Direct** : lorsque la fracture se produit au niveau du point d'impact : il peut s'agir d'une fracture transversale plus ou moins comminutive, ouverte ou non.
- **Indirect** : lorsque la fracture se produit à distance du point d'impact, elle peut être de deux ordres :
  - ➡ le mécanisme par torsion entraînant des fractures spiroïdes ;
  - ➡ le mécanisme par flexion provoquant des fractures transversales ou obliques courtes.

## VI – DIAGNOSTIC

### **VI – 1 – Clinique[46]**

Ces fractures peuvent être dues soit à des chocs directs comme dans les traumatismes en général violent, soit à des mécanismes indirects tels qu'une réception d'une chute sur le coude.

#### **VI –1 – 1 – Interrogatoire**

Il s'intéresse au traumatisme et au traumatisé

##### **❖ Le traumatisme :**

- ✓ la date et l'heure du traumatisme ;
- ✓ les circonstances de survenue ;
- ✓ le mécanisme direct ou indirect ;
- ✓ le délai de prise en charge.

##### **❖ Le traumatisé :**

- ✓ l'âge, le sexe, la situation matrimoniale, adresse
- ✓ la profession ; le membre supérieur dominant
- ✓ le terrain : recherche l'existence d'un diabète, d'une hypertension artérielle ou toute autre affection.
- ✓ Il renseigne sur une prise médicamenteuse (tel qu'un anticoagulant).
- ✓ les antécédents médicaux et chirurgicaux une notion d'alcoolo-tabagisme.
- ✓ les signes fonctionnels : douleur, impotence fonctionnelle du membre, une tuméfaction.

### **VI – 1 – 2 – Examen clinique [4, 46, 68, 103]**

##### **❖ Examen général :** évalue l'état général, la coloration des muqueuses, l'état bucco-dentaire et les constantes.

##### **❖ Examen physique :**

- ✓ L'inspection met en évidence une attitude de traumatisé du membre supérieur ou attitude de Dessault, une tuméfaction, une déformation.

- ✓ la palpation du siège de la fracture doit être prudente et précédée si possible d'une radiographie de l'humérus prenant les articulations sus et sous jacentes. Elle provoque une douleur vive. Elle doit également apprécier les articulations de l'épaule et du coude.

Elle recherche des signes de paralysie du nerf radial par la réalisation d'une extension active du poignet mais aussi une perte de la sensibilité du dos de la main (**figure 15**).

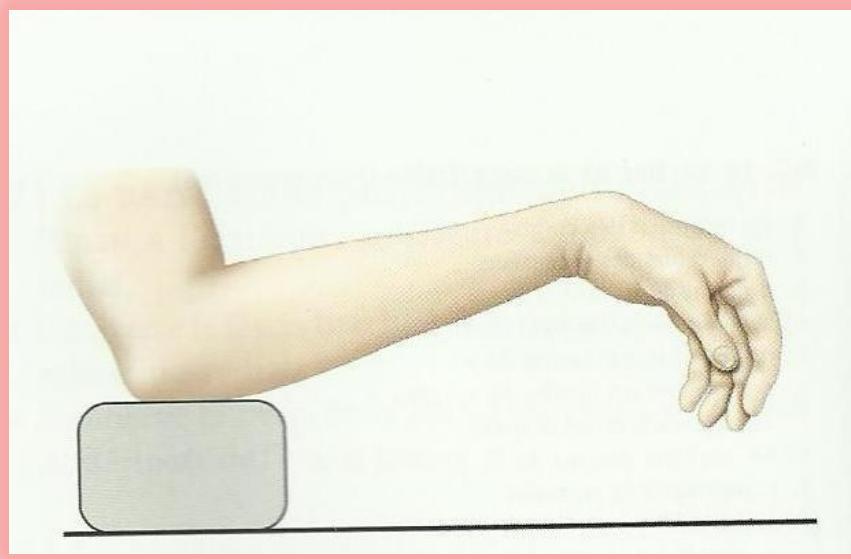
- ✓ Le testing est réalisé de distal en proximal sur :

- le long abducteur, le court extenseur, le long extenseur du pouce et l'extenseur propre de l'index ;
- l'extenseur commun des doigts, l'extenseur propre du 5<sup>ème</sup> doigt et l'extenseur ulnaire du carpe ;
- le supinateur ;
- le court extenseur et le long extenseur radiaux du carpe ;
- le triceps brachial est souvent préservé.

- ✓ Les mensurations sont réalisées comparativement.

## VI – 1 – 3 – Complications [54, 60, 61]

Lors d'une fracture de la diaphyse humérale, le nerf radial peut subir une élongation ou une section, entraînant une perte de fonction plus ou moins réversible [18, 31]. Lésion fréquente, l'atteinte du nerf doit toujours être recherchée en cas de fracture de la diaphyse humérale. Les patientes se présentent souvent avec une chute du poignet (liée à la perte d'innervation des muscles extenseurs) et une perte de la sensibilité du dos de la main donnant une attitude de la main en « col de cygne ». Lorsque l'avant bras est maintenu horizontalement la main tombe en pronation et en flexion (**figure 15**).  
.



**Figure 15 : Attitude de la main en col de cygne lors d'une paralysie radiale selon Kamina [54]**

## **VI – 2 – Imagerie médicale [12, 18]**

### **VI – 2 – 1 – La radiographie standard**

#### **❖ La technique :**

Il s'agit de réaliser des incidences de face et de profil mais aussi celles prenant les articulations sus et sous jacentes.

#### **❖ Les résultats : La radiographie met en évidence :**

- ✓ le trait de fracture en précisant le siège et le type (figure 17, tableau I) ;
- ✓ le déplacement.



A

Fracture oblique avec 3<sup>ème</sup> fragment (B2)  
de la jonction 1/3 moyen- 1/3 inférieur



B

Fracture transversale (A3)  
la jonction 1/3 supérieur 1/3 moyen

**Figure 16 : radiographie de face (A) et de profil (B) de l'humérus**

#### VI – 2 – 2 – Le scanner

C'est un examen qui présente peu d'intérêt dans les fractures de la diaphyse humérale. Il peut mettre en évidence les dommages collatéraux des ligaments et des tendons. Le scanner visualise au mieux les traits de fractures difficilement identifiables sur les radiographies standards.

## **VI – 2 – 3 – L’IRM**

Le recours à l’IRM n’est pas indispensable pour le diagnostic de la fracture ; il est réservé pour l’exploration d’une éventuelle atteinte musculo-tendineuse et/ou nerveuses associée.

## **VI – 3 – Classification des fractures diaphysaires de l’humérus [79, 82]**

La classification utilisée est celle de l’Association suisse pour l’Ostéosynthèse (AO) [79].

L’humérus est représenté par le chiffre 1. La diaphyse par le chiffre 2. Ainsi le chiffre 12 est attribué aux fractures de la diaphyse humérale.

Elle isole les deux carrés épiphysaires proximale et distale et divise la diaphyse humérale en tiers dans lesquels se situent des fractures simples (type A), à trois fragments ou fractures à coins (type B) et complexes (type C) [80, 108].

Chaque groupe lésionnel A, B et C est ensuite subdivisé en trois sous-groupes (tableau I).

### **1 – Le type de fracture (figure 17)**

#### **Type A : Fractures simples (il y a une rupture circonférentielle de l’os).**

A1 = Fracture spiroïde

- 1 dans la zone proximale ;
- 2 dans la zone moyenne ou centrale ;
- 3 dans la zone distale.

A2= Fracture oblique (c'est-à-dire des fractures où le trait se trouve à 30° ou plus d'une ligne dessinée à angle droit de la diaphyse) ; les sous-groupes sont les mêmes qu'en A1.

A3 = Fractures transversales (c'est-à-dire que le trait de fracture se trouve à moins de 30° d'une ligne dessinée à angle droit de la diaphyse) ; les sous-groupes sont les mêmes qu'en A1.

**Type B : Fractures à 3 fragments (c'est à-dire qu'il y a un segment séparé en « aile de papillon »), mais après la réduction il y a un contact entre les fragments principaux [considéré comme une charnière]).**

B1 = Fracture spiroïde à 3 fragments (généralement le résultat de contraintes en torsion)

- 1 dans la zone proximale
- 2 dans la zone centrale
- 3 dans la zone distale.

B2 = Fracture en flexion à 3 fragments (généralement, le résultat de contrainte en flexion) ; les sous-groupes sont comme dans le B1 ci-dessus.

B3 = Fracture en flexion à 3 fragments : ici, le troisième fragment est Fragmenté. Les sous-groupes sont comme dans le B1 ci-dessus.

**Type C : Fractures complexes (c'est-à-dire il y a plus de deux fragments et même après la réduction la lésion est telle qu'il n'y a aucun contact entre les fragments proximal et distal).**

C1 = Spiroïde complexe

- 1 avec deux fragments intermédiaires;
- 2 avec trois fragments intermédiaires ;
- 3 avec plus de trois fragments intermédiaires.

C2 = Segmentaire complexe

- 1 avec un segment intermédiaire (« double fracture ») ;
- 2 avec un segment intermédiaire et un troisième fragment supplémentaire
- 3 avec deux segments intermédiaires.

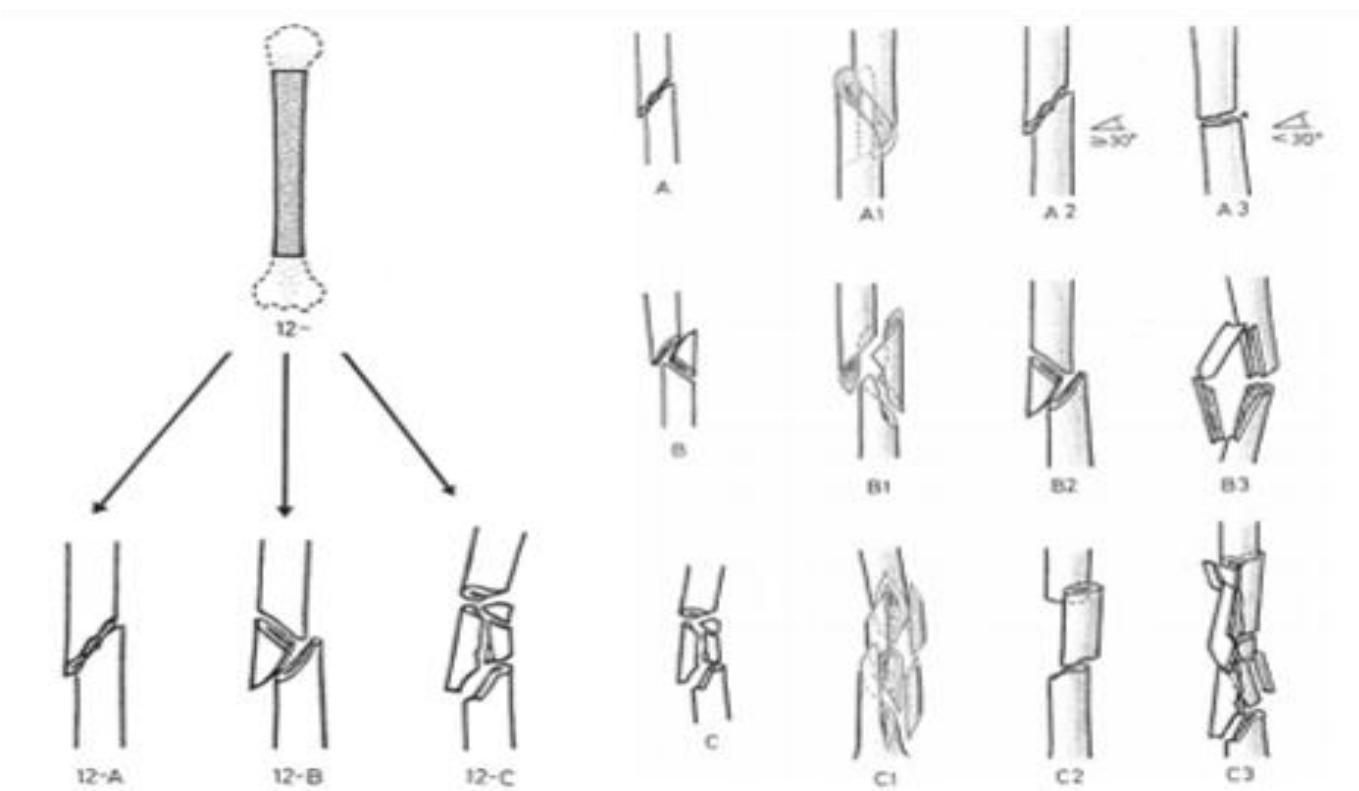
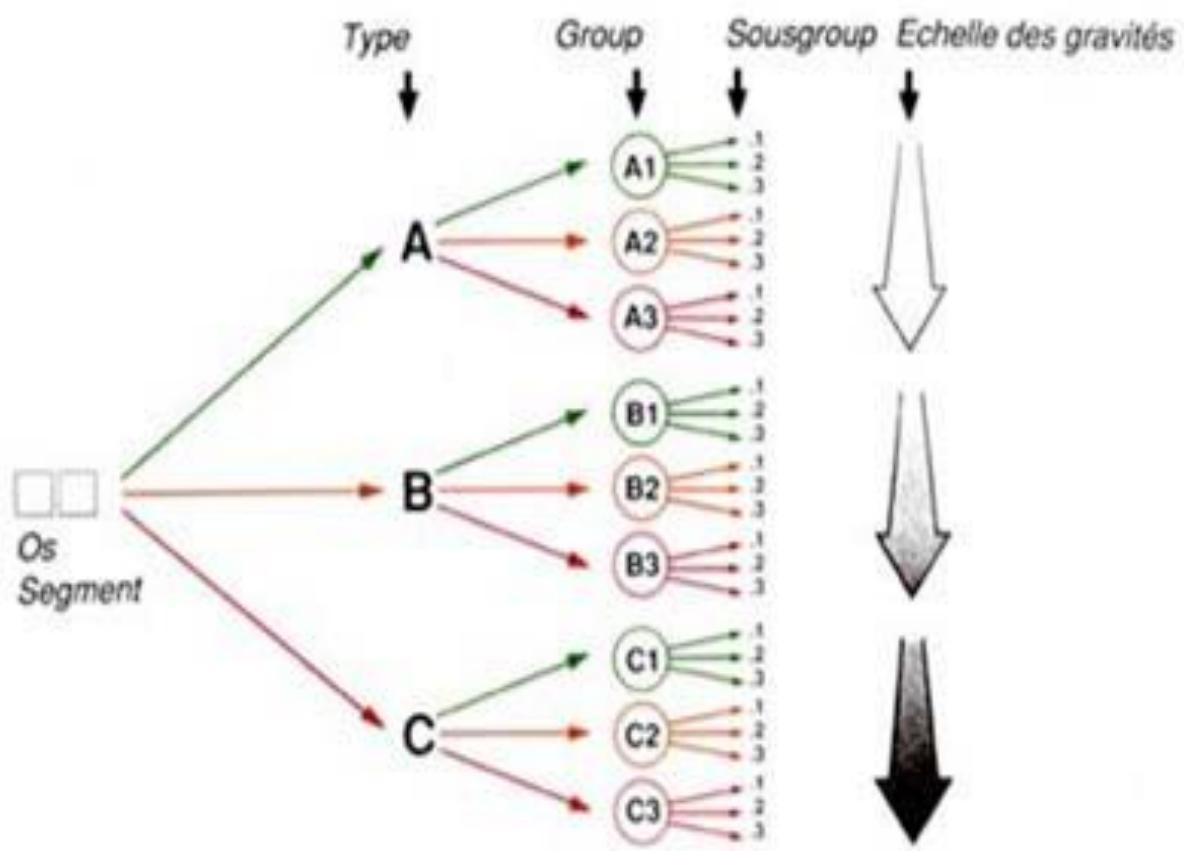
C3 = Fracture complexe, irrégulière;

- 1 avec deux ou trois fragments intermédiaires ;
- 2 avec comminution de l'os sur une longueur de moins de 4 cm ;
- 3 avec comminution de l'os sur une longueur de 4 cm ou plus.

Les sous-groupes A1, A2 et A3 correspondent respectivement à des traits..... simple, spiroïde, oblique ou transversal. Chaque sous-groupe est lui-même divisé en fonction du siège proximal, moyen ou distal du trait.

Pour le type B, on distingue un sous-groupe B1, ou fracture à coin de torsion entier, un sous-groupe B2 ou fracture à coin de flexion entier, un sous-groupe B3 ou fracture à coin de flexion fragmenté. Des sous-groupes codés permettent de distinguer trois localisations.

Pour les fractures complexes, la classification propose de séparer les traits de type C1 ou complexe comminutif spiroïde, de type C2 ou bifocal, et C3 ou complexe comminutif non spiroïde. La subdivision ne se fait plus selon la localisation mais l'existence ou non de fragments intermédiaires. Un nombre variable de 3 à 5 adjonctions codées reflète non exclusivement la localisation.



**Figure. 17 : classification de l'AO spécifique à l'humérus [80]**

## **2 - Le siège de la fracture**

Le siège de la fracture a été déterminé selon la classification de Hackethal modifiée par De La Caffinière (tableau I)

**Tableau I : Localisation des fractures selon la classification, de Hackethal modifié par De La Caffinière [30]**

Siège du trait de fracture	
D1	Fracture du col chirurgical
D2	Fracture métaphysaire haute
D3	Fracture de la jonction 1/3 supérieur 1/3 moyen
D4	Fracture du 1/3 moyen
D5	Fracture de la jonction 1/3 moyen 1/3 inférieur
D6	Fracture métaphysaire basse

### **3 - Le déplacement**

Il est quasiment constant et complexe, associant de façon variable déplacement transversal, chevauchement avec raccourcissement du membre plus ou moins important ou même rotation des fragments.

Ce déplacement s'explique par la situation du trait de fracture sur la diaphyse humérale :

- Il se fait en adduction du fragment proximal lorsque le foyer est situé au dessus du V deltoïdien ;
- Il se fait en abduction et rotation externe lorsque le foyer est situé au niveau de l'insertion du deltoïde.
- Il se fait en abduction du fragment proximal lorsque le trait est localisé au dessous de cette puissante insertion musculaire du deltoïde.
- Le chevauchement est fréquent par le fait de la contraction musculaire ; de même, la rotation par la seule inertie du membre supérieur.

## **VII –Le traitement**

### **VII – 1 – But**

Le traitement vise à obtenir la consolidation du foyer de fracture et à rétablir la fonction du membre supérieur.

### **VII – 2 – Moyens**

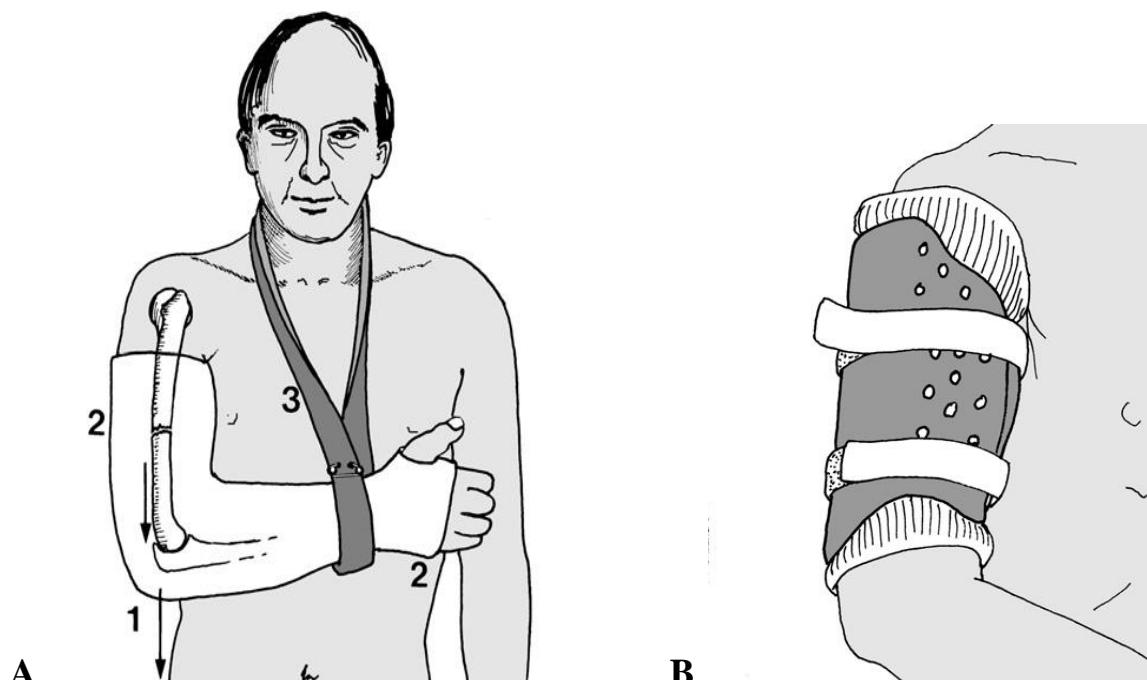
#### **VII – 2 – 1 – Moyens orthopédiques [27, 84, 97]**

##### **❖ Immobilisation plâtrée**

L'immobilisation d'une fracture peu ou pas déplacée implique, pour être rigoureuse, l'immobilisation des articulations sus et sous jacentes. Elle justifie un plâtre thoraco-brachial en position de rotation neutre (c'est-à-dire la main orientée vers l'avant) [51, 81]. Il s'agit d'un procédé souvent jugé lourd et inconfortable, auquel on peut préférer le “plâtre pendant” (figure 18 A).

Le “plâtre pendant” permet une réduction progressive, en cas de petit chevauchement surtout. Il maintient la réduction par le simple poids du plâtre (son rôle n'est pas de contenir le foyer de fracture). Il agit en position debout ou assise par la pesanteur et lorsque le blessé est couché, on peut installer une légère traction grâce à une ficelle avec un poids appliqué dans l'axe de l'humérus sur le plan du lit (1 kg à 2 kg). On peut le remplacer au bout de 20 jours par un tuteur simple en plastique [94]. La mobilisation douce du coude et de l'épaule est faite sous la protection de l'appareil. Après cédation de la douleur (environ 2 à 3 semaines), le plâtre pendant peut être remplacé par un Sarmiento [56] (figure 18 B). Si la fracture est distale, un modèle d'attelle à charnière peut être utilisé [83]. Celui-ci est conservé jusqu'à la consolidation (environ 9 semaines). Selon les progrès, on peut proposer au patient une rééducation.

La consolidation est acquise habituellement entre 6 et 9 semaines. L'appareil est enlevé au bout de 5 semaines progressivement. Les pseudarthroses sont rares.



**A : Plâtre brachio anté brachiopalmaire (BABP)**

**B : Tuteur en plastique compressif Sarmiento**

**Figure. 18 : Le traitement orthopédique [63]**

## **VII – 2 – 2 – Moyens chirurgicaux [23, 75, 93]**

Il peut être systématique pour certains afin de permettre la mobilisation précoce.

Il est indiqué en cas de paralysie complète du nerf radial car il permet de dégager le nerf et de vérifier l'absence d'une lésion directe et de faire une ostéosynthèse stabilisatrice [36].

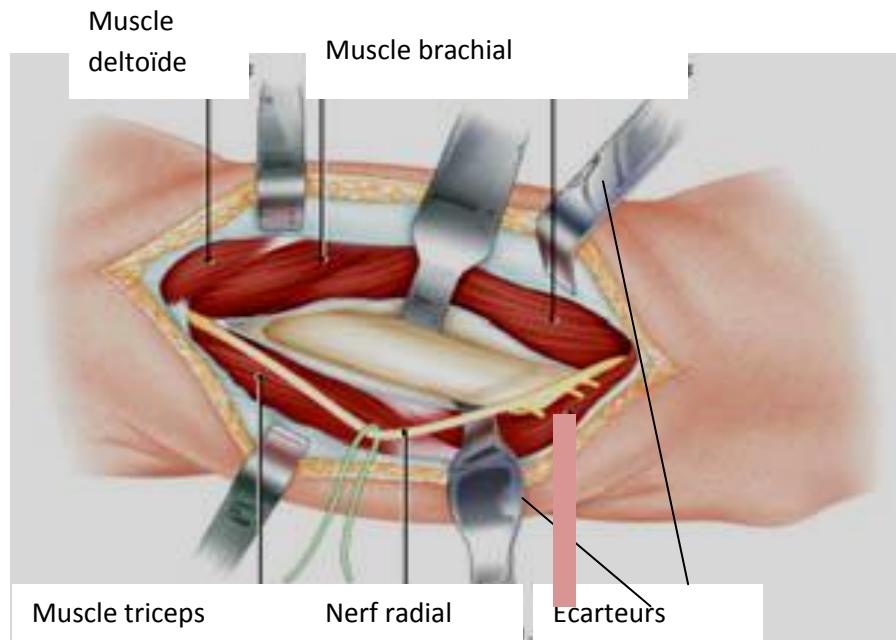
Le choix de la voie d'abord dépend des habitudes du chirurgien, des moyens de fixation à sa disposition et des écoles.

### **VII – 2 – 2 – 1 - Les voies d'abord [53, 57, 58, 63]**

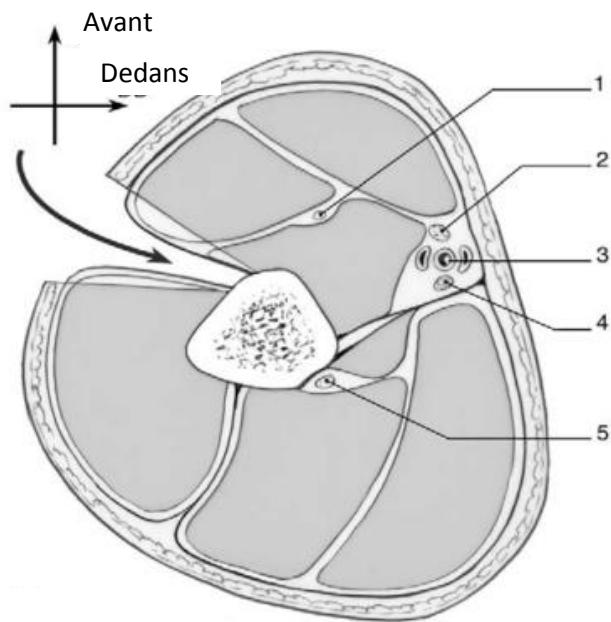
#### **❖ La voie antéro-externe :**

C'est la voie d'abord habituelle du bras pour la diaphyse humérale par plaque vissée. Le patient est généralement en décubitus dorsal, le bras reposant sur un support [40].

L'incision commence par un abord antérieur du « V » deltoïdien, descendant le long du bord latéral de l'os. On incise l'aponévrose superficielle en dehors de la veine céphalique. On suit la face profonde de la lèvre postérieure de l'aponévrose jusqu'à la cloison inter musculaire externe sur laquelle s'attache le brachial antérieur, que l'on désinsére pour atteindre l'os. A la partie basse de l'insertion, on se déporte en dedans pour traverser la partie externe du brachial antérieur afin d'éviter les blessures du nerf radial. Les extensions sont possibles de bas en haut. Cette voie d'abord présente l'avantage de passer entre les loges et de contrôler le nerf radial au tiers moyen [70,103]. Cependant si le foyer a été déjà abordé antérieurement, la dissection est beaucoup plus difficile et la règle est d'aller repérer le nerf en zone saine.



**Figure. 19 : Voie antérolatérale : exposition du tiers moyen de la diaphyse humérale, le nerf radial étant mis sur lac. Selon Laporte C. [57]**



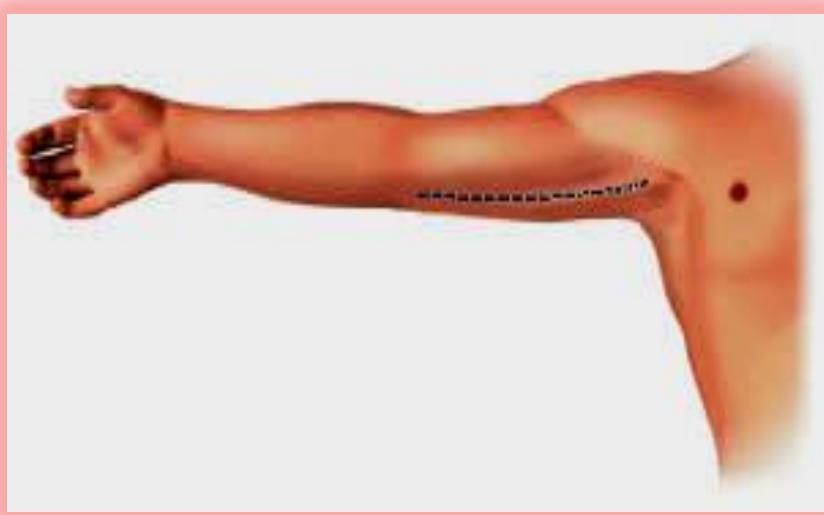
- 1. nerf musculaire
- 2. nerf médian
- 3. artère humérale
- 4. nerf ulnaire
- 5. nerf radial

**Figure. 20 : Voie d'abord antéro- externe d'après Bilhault [63]**

### ❖ La voie d'abord interne :

Elle permet l'abord de la diaphyse humérale jusqu'à 3 cm de l'extrémité supérieure. C'est une voie esthétique et anatomique [20, 48, 101].

Le patient est généralement en décubitus dorsal, le bras en abduction, la main en supination sur une tablette. La peau est incisée suivie de l'aponévrose brachiale superficielle. On tombe sur le paquet vasculo-nerveux. On passe entre celui-ci et le nerf ulnaire que l'on laisse en arrière. Des petits vaisseaux se rendant du paquet vasculo-nerveux au nerf ulnaire seront ligaturés. On charge sur un écarteur le biceps et le paquet. Il reste à ruginer les insertions du brachial antérieur sur la longueur voulue pour le geste à faire.



**Figure.21 : Voie médiale selon Laporte C. [57]**

### ❖ La voie sus-olécrânienne :

Elle permet d'entrer dans la cavité médullaire pour les embrochages. Le patient est en décubitus ventral ; le bras en abduction de 90° repose sur un support radio transparent

pour laisser pendre le coude à la verticale. Un amplificateur de brillance est installé parallèlement à la table.

❖ **La voie épicondylienne :**

Elle permet l'embrochage centromédullaire de l'humérus. Le patient est installé en décubitus dorsal, le bras reposant sur une tablette. L'abord se fait par une courte incision sur le bord externe de la palette.

❖ **La voie deltoïdienne :**

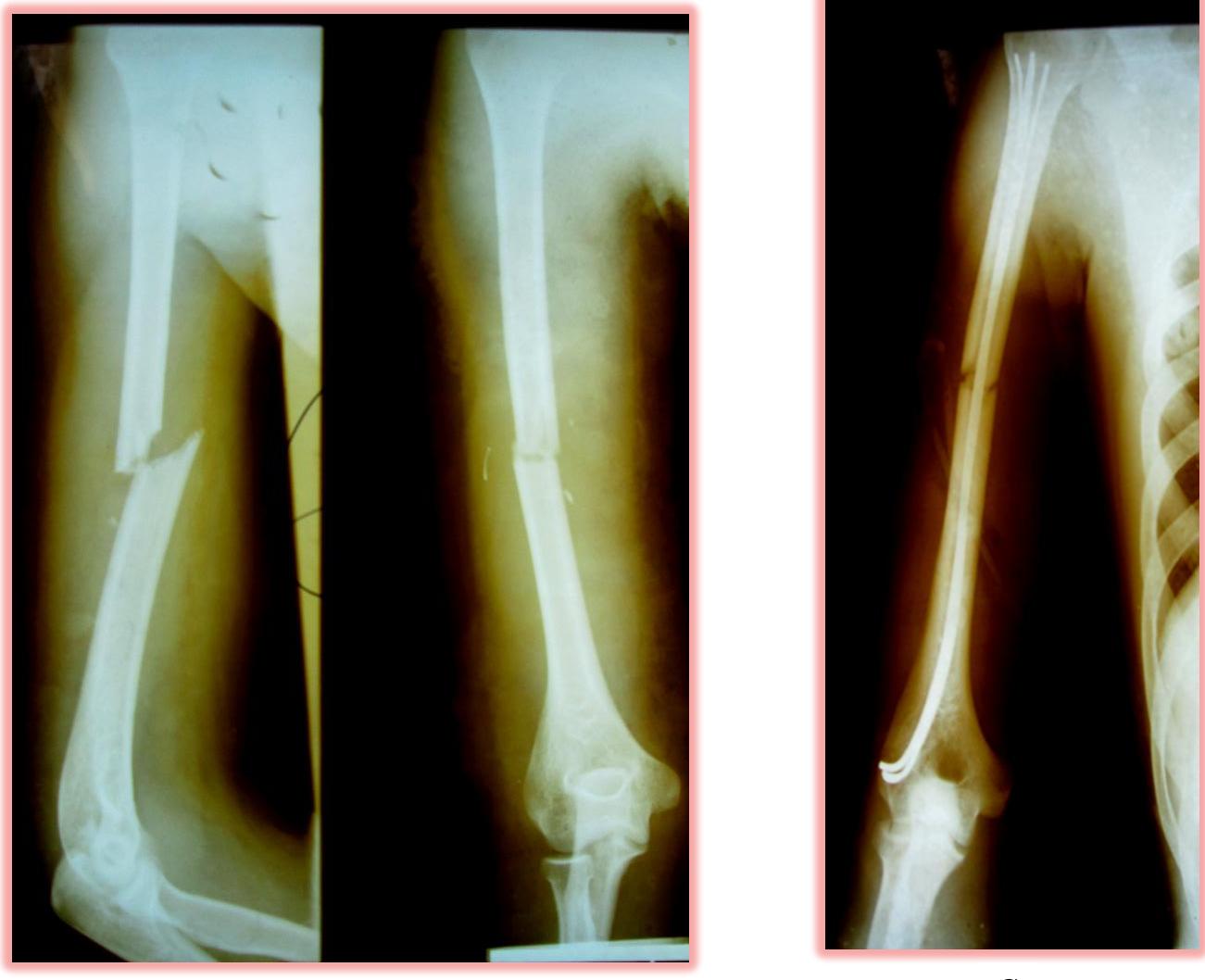
Le patient est en décubitus dorsal, membre supérieur dépassant la table pour être manipulé et permettre le contrôle de l'amplificateur de brillance. Certains préconisent une position semi-assise. L'abord médullaire se fait par une incision antéro-externe de 3 à 4 cm au bord acromial. mais le point d'introduction du clou ne fait pas l'unanimité [100, 107].

## VII – 2 – 2 – 2 -- Les moyens

❖ **Embrochage centromédullaire [38, 44, 90]**

On utilise deux, trois ou plusieurs broches (Hacketal) . Il peut se faire par le bas ou par les piliers externes [32, 44].

Il est réalisé à foyer ouvert ou fermé. En cas de foyer ouvert il peut être associé à un cerclage notamment dans les fractures spiroïdes ou obliques longues.



**Figure 22 : Fracture du 1/3 moyen de l'humérus type A2: radiographie de face (A) et de profil (B).**

**Radiographie de face après ostéosynthèse par embrochage centromédullaire (C).**

#### ❖ L'ostéosynthèse par plaque [22, 78, 85]

Elle présente plusieurs inconvénients importants : nécessité d'un abord chirurgical large avec risque de dévitaliser les fragments, de disséquer le nerf radial et de le traumatiser parfois [91]. Ce traitement favorise parfois les pseudarthroses [87, 99]. La plaque peut être mise en arrière, pour les fractures diaphysaires moyennes (ou en dedans) et en dehors pour les fractures plus basses. L'ostéosynthèse par plaque reste une bonne méthode pour les fractures basses et pour les fractures métaphysaires [78].



A



B



C

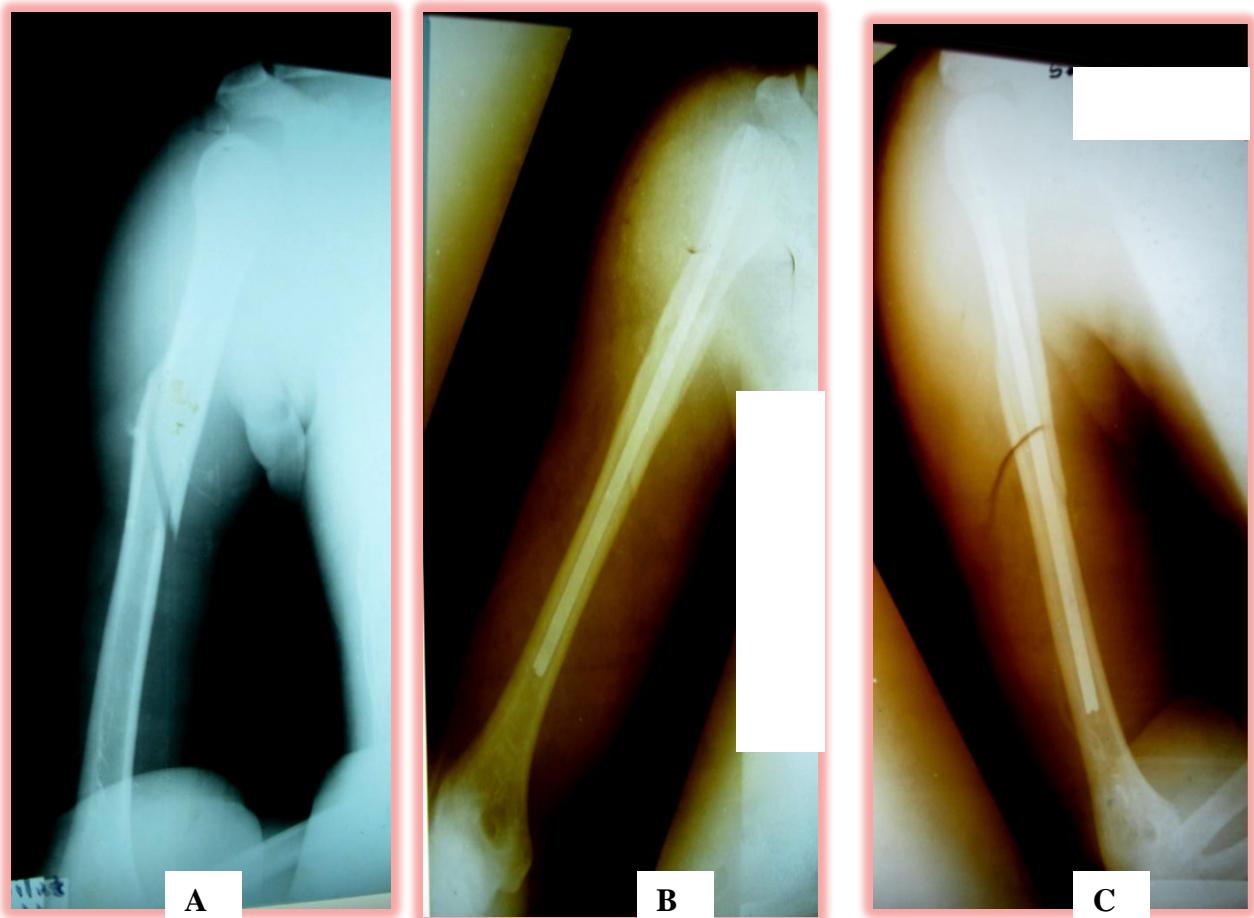
**Figure. 23 : fracture du 1/3 distal type B2: radiographie de face (A) et de profil (B)**

**Radiographie de face et profil après ostéosynthèse par plaque vissée (C)**

### ❖ L'enclouage centromédullaire [6, 21, 41]

Il peut être systématique par le haut (trochiter) ou par le bas (par la fossette olécranienne). Il peut être réalisé à foyer ferme. Le clou peut être de gros calibre (7 à 10 mm).

L'enclouage permet une rééducation précoce du coude et de l'épaule (voir tableau II).



**Figure 24 : fracture union 1/3 proximal 1/3 distal type A2 :**

**Radiographie de face (A) post traumatique.**

**Radiographie de face et de profil après ostéosynthèse par enclouage centromédullaire (B et C)**

### ❖ Le fixateur externe [63]

Il est utilisé surtout en cas de fracture ouverte avec de graves lésions des parties molles.

Les greffes osseuses peuvent être associées d'emblée aux ostéosynthèses par clou et par plaque, mais elles sont surtout utilisées dans les pseudarthroses.

### VII – 2 - 3 – La rééducation fonctionnelle [28, 29, 92] (tableau II)

La rééducation débute le plutôt possible dès que la stabilité du montage le permet et s'étend sur une durée de 3 à 4 mois. En cas de lésion associée du nerf radial, la prise en charge kinésithérapique peut s'étendre sur une période de 6 à 12 mois.

Les principes de rééducation découlent des contraintes imposées à l'humérus lors des séances de kinésithérapie tant que la fracture n'est pas consolidée. Ces contraintes sont de deux catégories :

- les contraintes néfastes que sont la torsion, le cisaillement et la flexion retardent la consolidation, favorisent un déplacement secondaire ou une pseudarthrose. Ils imposent de proscrire formellement les techniques suivantes : bras de leviers longs, travail des rotations de manière analytique, mouvements de prono-supination coude tendu, travail en chaîne cinétique série contre résistance. Il en est de même de la sollicitation de muscles particuliers en fonction du siège de la fracture.
- les contraintes axiales associant compression-décompression dosées sont favorables à la consolidation. Pour ce faire, la kinésithérapie s'appuie sur des exercices en chaîne cinétique parallèle du membre supérieur faisant appel à un travail en poutre composite des muscles du bras. La cocontraction isométrique des muscles agonistes-antagonistes du bras entraîne un placage des masses musculaires contre l'humérus ayant des effets mécaniques, circulatoires et neuromusculaires favorables.

**Tableau II : Principes de rééducation des fractures de la diaphyse humérale en fonction du traitement instauré [29].**

Traitement	Principes de rééducation avant consolidation
Traitements orthopédiques	
Echarpe simple	
Plâtre pendant	<p>Rééducation extrêmement prudente tant que le cal n'est pas englué (3 à 6 semaines)</p> <p>Traction axiale douce en préalable à toute technique.</p>
Orthèse moulée de Sarmiento	<p>Consolidation en 6 à 12 semaines pour l'écharpe et le plâtre pendant.</p> <p>Pas de contraintes en flexion, compression et torsion.</p> <p>Contraction musculaires en poutre tout au long de la journée.</p> <p>Consolidation en 8 à 14 semaines pour l'orthèse de sarmiento.</p>
Traitements chirurgicaux	
Plaque vissée	<p>Immobilisation en Mayo-clinic en dehors des séances pendant 45 jours.</p> <p>Rééducation active immédiate prudente.</p> <p>Vérifier systématiquement le nerf radial.</p> <p>Surveiller les signes de sepsis.</p> <p>Pas de contraintes en flexion, traction et torsion ;</p> <p>Consolidation en 12 à 20 semaines.</p>
Clous centro-Médullaires Verrouillés	<p>Immobilisation en mayo-clinic ou Dujarier en dehors des séances pendant 45 jours.</p> <p>Rééducation active immédiate. Atteinte possible de la coiffe des rotateurs.</p> <p>Risques de conflits en flexion-abduction-rotation médiale. Réaliser un centrage passif et actif de la tête humérale. Pas de contraintes en torsion. Prévenir la raideur de l'épaule. Consolidation en 8 à 18 semaines.</p>
Enclouages non verrouillé (enclouage fasciculé)	<p>Immobilisation stricte pendant 21 jours. Rééducation active retardée. Se méfier de la migration des clous fasciculés. Pas de contraintes en flexion, traction ni torsion. Prévenir la raideur de l'épaule (voie haute) ou du coude (voie basse).</p> <p>Consolidation en 10 semaines</p>
Fixateur externe	<p>Rééducation active précoce prudente. Surveiller les broches. Pas de contraintes en flexion, compression ni torsion. Prévenir la raideur du coude. Compenser le cal vicieux en torsion par la rotation de l'épaule.</p> <p>Consolidation en 15 semaines.</p>

## **DEUXIEME PARTIE**

## **MATERIEL ET METHODE**

### **I – Matériel**

#### **I – 1 – Cadre d'étude**

Notre étude s'est déroulée dans le service d'Orthopédie-Traumatologie de l'Hôpital Aristide Le DANTEC. Cet hôpital est devenu un Établissement Public de Santé depuis la réforme hospitalière de 1998. Le CHU Aristide Le Dantec est situé au sud-ouest de la presqu'île du Cap Vert. Il est isolé de par sa position géographique. C'est l'un des quatre centres de référence de Dakar dans la prise en charge de la pathologie de l'appareil locomoteur.

Le service hospitalo-universitaire d'Orthopédie-Traumatologie, avec ses 49 lits d'hospitalisation, prend en charge les pathologies orthopédiques et traumatologiques de l'adulte. Il comporte :

- ❖ une aile A réservée aux hommes avec 14 lits ;
- ❖ une aile B réservée aux femmes avec 13 lits ;
- ❖ une salle de réveil de 04 lits ;
- ❖ quatre cabines individuelles ;
- ❖ la salle de septique avec 08 lits ;
- ❖ la salle des urgences avec 06 lits ;

Les interventions chirurgicales sont effectuées dans 04 salles d'opérations :

- ❖ pour les urgences traumatologiques ;
- ❖ pour le programme réglé ;
- ❖ pour la chirurgie ambulatoire ;
- ❖ pour la chirurgie septique .

Le service est doté d'une unité de rééducation et de réadaptation fonctionnelle, d'une salle de plâtre et d'une salle de soins externes.

Le service prend en charge les affections orthopédiques et traumatologiques des patients des 2 sexes dont l'âge est supérieur à 15 ans.

Le personnel médical permanent est constitué de deux Professeurs Titulaires, de deux Maitres de Conférences Agrégés, deux Maitres-assistants et deux Assistants

hospitaliers. Le personnel médical en cours de formation est constitué de 25 médecins dont 07 Internes des hôpitaux, tous inscrits au Diplôme d'Études Spéciales (D.E.S.) d'Orthopédie et de Traumatologie. Le service reçoit également des stagiaires dont des étudiants de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie ainsi que des élèves-infirmiers de l'École Nationale de Développement Sanitaire et Social (E.N.D.S.S.) et des écoles privées de formation des infirmiers et infirmières mais également des élèves du Centre National d'Appareillage Orthopédique (C.N.A.O.).

Le personnel paramédical compte trois techniciens supérieurs en kinésithérapie, huit aides kinésithérapeutes, deux infirmier d'état, sept aides instrumentistes et de deux garçons de bloc opératoires, dix infirmiers brevetés, un aide infirmier, deux filles de salles, deux garçons de salles, quatre brancardiers, un plâtrier, un aide archiviste et un gardien-planton.

Le secrétariat est constitué d'une secrétaire universitaire et de deux secrétaires hospitalières.

Les activités quotidiennes du service comprennent les consultations sur rendez-vous, les consultations aux urgences, les interventions chirurgicales programmées et celles des urgences ainsi que les activités de soins en unités d'hospitalisation. Des cours didactiques sont dispensées le mercredi après midi.

Le service d'Orthopédie reçoit en moyenne 75 patients en consultation par jour (répartis entre la consultation externe, la consultation des anciens malades et les urgences). Nous réalisons en outre 8 interventions chirurgicales par jour (5 au programme réglé et 3 au service des urgences).

Une réunion technique (staff) est organisée le matin à 07h45 min pour présenter les dossiers des patients reçus la veille au service des urgences. Une visite des malades hospitalisés (en salle de passage des urgences et dans le service) est organisée chaque jour après cette réunion.

La programmation des malades à opérer la semaine se fait le lundis matin à 10 h.

## **I – 2 – Type et période d'étude**

Il s'agit d'une étude longitudinale rétrospective réalisée sur une période continue de 04 ans allant de Janvier 2009 à Novembre 2012.

## **I – 3 – Population étudiée**

### **I – 3 – 1 – Critères de sélection**

Cette étude concernait 58 cas de dossiers de patients reçus et suivis dans le service avec une fracture de la diaphyse humérale traitée orthopédiquement ou chirurgicalement..

#### **I – 3 – 1 – 1 – Critères d'inclusion**

Ont été inclus dans notre étude :

- ✓ tous les patients dont l'âge est supérieur à 15 ans ;
- ✓ les fractures de la diaphyse humérale vues avant le 30<sup>ème</sup> jour post traumatique ;
- ✓ les patients suivis avec un délai supérieur à 22 semaines.

#### **I – 3 – 1 -2 – Critères de non inclusion**

Ont été exclus de notre étude :

- ✓ les patients dont le dossier est inexploitable ;
- ✓ les patients perdus de vue ;
- ✓ les patients ayant une fracture pathologique ;

## **II – Méthodologie**

Nos données sont recueillies à partir des registres de consultation des urgences, des hospitalisations, et des consultations plaie-bosse (CPB).

Nous avons ainsi établi pour chaque patient une fiche d'exploitation sur laquelle nous avons recueilli les données épidémiologiques, étiologiques, cliniques, radiologiques, thérapeutiques et évolutives ( annexe):

## **II – 1 - Les données épidémiologiques comportaient:**

- l'âge du patient ;
- le sexe : masculin ou féminin ;
- la profession ;
- le membre atteint ;
- le côté dominant (main dominante) ;
- le délai de consultation : entre le traumatisme et la prise en charge.

## **II – 2 – Les données étiologiques**

- les circonstances de survenue de la fracture;
- le mécanisme.

## **II – 3 - Les données cliniques : notamment :**

- la douleur ;
- l'impotence fonctionnelle du membre
- une attitude de Dessault ;
- la présence d'œdème ; de déformation , de tuméfaction
- les lésions associées ;
- la présence de complications

## **II – 4 – radiologiques :**

- le type de la fracture, nous avons utilisé la classification de l'AO pour donner le type de fracture. La diaphyse humérale est représentée par le code 12 dans ce système intégral de classification des fractures (SICF) ;
- le siège de trait de fracture était apprécié par la classification de Hackethal modifié par De La Caffinière [22].

## **II – 5 - Les données thérapeutiques:**

- la méthode de traitement : orthopédique ou chirurgical ;
- la voie d'abord ;

- le délai de consolidation ;
- l'existence ou non de complications.

## **II – 6 – Les données évolutives :**

➤ l'évaluation du traitement : Il s'agissait d'une évaluation fonctionnelle, anatomique et radiologique. Cette évaluation s'est faite selon les critères de Stewart et Hundley appliqués aux fractures de la diaphyse humérale. Ces critères évaluaient 3 paramètres : la douleur, la mobilité du coude et de l'épaule ainsi que les résultats radiologiques .

**Tableau III : score de Stewart et Hundley [52]**

RESULTAT	DOULEUR	AMPLITUDE	CAL VICIEUX
Très bon	Nulle	Normale	Aucun
Bon	Météorologique	Limitation < 20°	< 20°
Assez bon	Peu importante	20° < limitation > 20° <40°	
Mauvais	Persistante	> 40°	Pseudarthrose

## RESULTATS

### III - DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES

#### III – 1 – L’âge

L’âge moyen était de 33,3 ans avec des extrêmes de 17 ans et de 70 ans le (**tableau I**)

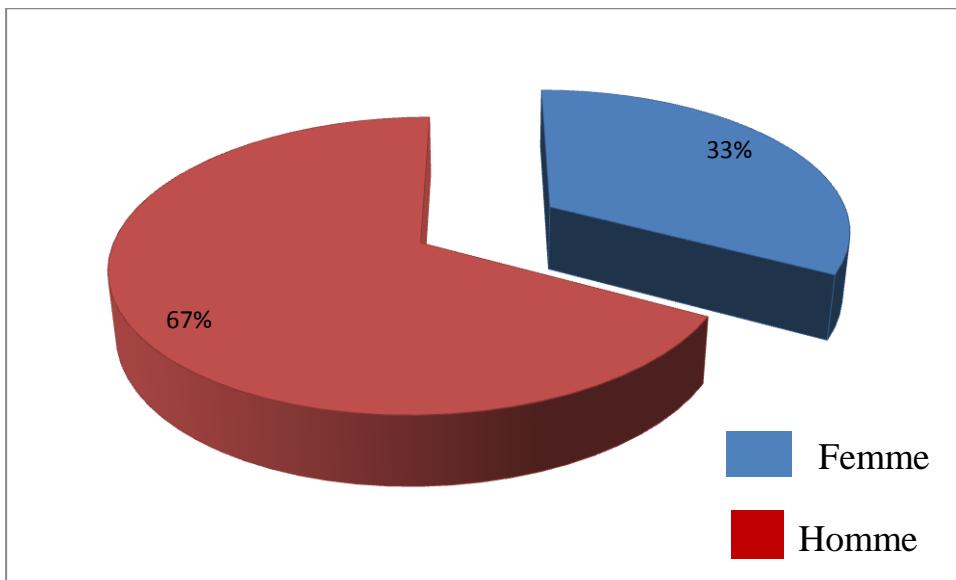
**Tableau IV : Répartition par tranche d’âges selon l’OMS**

AGE	Effectifs	Pourcentage
15 – 18 ans Adolescent	10	17,24%
19 - 39 ans adulte jeune	38	65,51%
40 – 59 ans grand adulte	4	6,8%
60 – 74 ans gérontin	6	10,34%
75 – 89 ans vieillard	0	
Total	58	100%

#### III – 2 – Le sexe

La série comprenait 39 hommes (67%) et 19 femmes (33%), soit un sex-ratio de 2,05.

La répartition est consignée sur le graphique ci-après (**figure 24**).



**Figure 25: Diagramme en secteur de la fréquence des sexes**

### III – 3 – Les circonstances de survenue

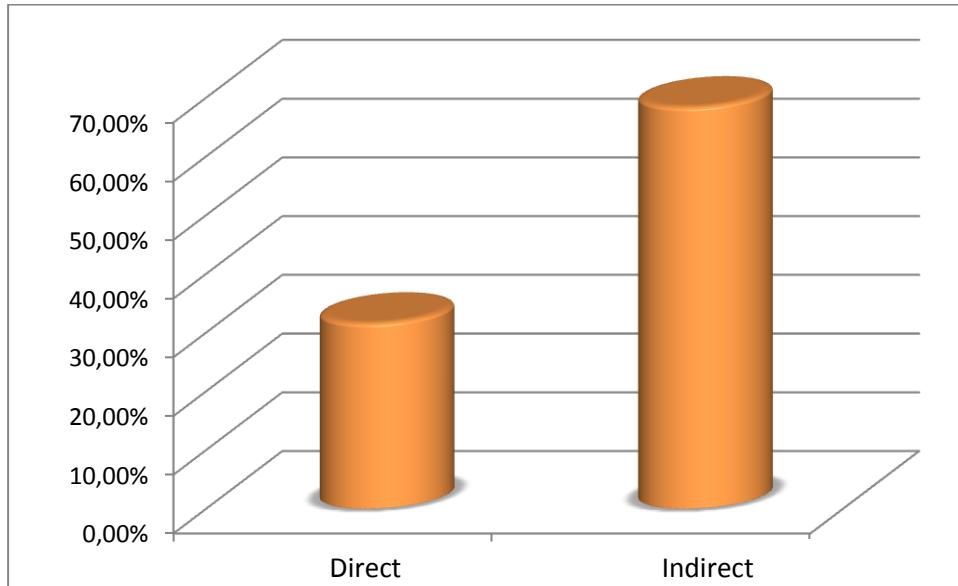
Les accidents de la circulation et les accidents domestiques étaient plus fréquents avec respectivement 22 cas soit 37,9 %. et 12 cas soit 20,7 % ( tableau V).

**Tableau V : Fréquence du type d'accident**

Type d'accident	Effectif	Pourcentage
AC	22	37,9%
AD	12	20,7%
AP	3	5,2%
AS	9	15,5%
AVP	7	12,1%
R	5	8,6%
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>100%</b>

## I – 4 – Le mécanisme :

Le mécanisme indirect était en tête avec 40 cas sur les 58 soit 68,4% (**figure 25**).



**Figure 26 : Fréquence du mécanisme**

## III – 5 – Le côté atteint :

Le côté gauche était le plus souvent atteint avec 32 cas soit 55,2% (**tableau VI**).

**Tableau VI : Fréquence du côté atteint**

Côté atteint	Effectif	Pourcentage
D	32	55,2%
G	26	44,8%
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>100,0%</b>

## **IV – ASPECTS DIAGNOSTIQUES**

### **IV – 1 – Le délai de prise en charge**

Le délai moyen de prise en charge était de 72 heures avec des extrêmes de 1 heure et de 720 heures (soit 30 jours).

### **IV – 2 – Les aspects cliniques**

La douleur localisée au niveau du siège de la fracture et l'impotence fonctionnelle du bras étaient retrouvées dans tous les cas.

Dans 68,18% des cas la tuméfaction du bras a été observée.

La déformation et l'angulation étaient relevées dans 7 cas soit 15,9 % des cas.

### **IV – 3 – Les aspects radiologiques selon la classification AO**

#### **IV – 3 – 1 – le type de trait**

La répartition selon la classification AO est représentée par le **tableau VII**.

**Tableau VII : Fréquence du type de fracture selon la classification AO**

<b>Classification AO</b>	<b>Effectifs</b>	<b>Pourcentage</b>
A1	14	24,1%
A2	13	22,4%
A3	11	19,0%
B1	11	19,0%
B2	9	15,5%
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>100,0%</b>

## **IV – 3 – 2 – Le déplacement**

Il y avait 17 fractures déplacées selon le siège du trait de fracture plusieurs types de déplacement ont été observés :

- en abduction pour 6 cas ;
- en rotation externe pour 5 cas ;
- en chevauchement pour 6 patients.

## **V – LES ASPECTS THERAPEUTIQUES**

### **V – 1 – Le type de traitement**

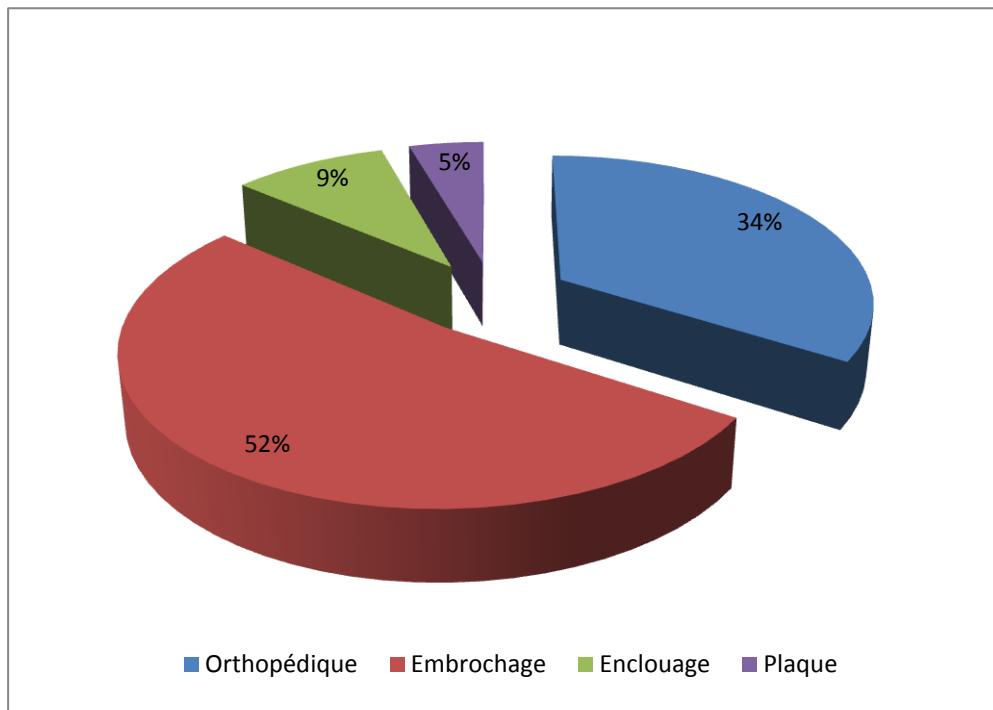
Le traitement était orthopédique ou chirurgical.

#### **V – 1 – 1 - Le traitement orthopédique :**

Il a été utilisé dans 20 cas soit 34 %. Il s'agissait d'un plâtre brachio anté brachio palmaire (BABP).

#### **V – 1 – 2 – Le traitement chirurgical**

- **L'embrochage centromédullaire** : il concernait 30 patients soit 52 % des cas. Cette indication se posait pour les fractures du 1/3 moyen. La voie sus-épicondylienne a été la plus utilisée avec 23 cas soit 48,3 %. Des broches de calibre 18, 20, et 22 mm ont été utilisées. Le nombre d'implants dépendait de la dimension du canal.
- **La plaque vissée** : 5 patients ont été traités par cette méthode soit 9 % des cas. L'indication se posait pour les fractures de type transversal et celles du 1/3 distal. La voie d'abord a été latérale. Les implants étaient constitués de 4 plaques larges (2 de 8 trous 8 vis, une 8 trous 7vis et une 11 trous 9 vis) et une plaque étroite de 7 trous et 7vis.
- **L'enclouage centromédullaire** a été fait chez 3 patients soit 5 % des cas et la voie d'abord a été proximale.



**Figure 27 : Diagramme en secteur de la fréquence des types de traitements**

### V – 3 – Le recul avant évaluation

Le recul moyen était de 22,8 mois avec des extrêmes de 3 mois et de 56 mois.

### V – 4 – Les résultats anatomiques et fonctionnels

#### ✚ Le traitement orthopédique

Selon les critères de **Stewart et Hundley [52]** ce traitement a donné 94 % d'excellents résultats anatomiques et un cas de cal vicieux de moins de 20° avec un recul moyen de 22 semaines. Au plan fonctionnel, 100% des patients traités ont eu un excellent résultat. Le cal vicieux de moins de 20° n'était pas gênant au plan fonctionnel.



A



B



C

**Figure 28 : Observation n°17 : A : Cal vicieux de moins de 20° du bras gauche**

**B et C : Excellente fonction sur cal vicieux**

- ⊕ **L'embrochage centromédullaire** a été utilisé chez 52% des patients de notre série. Il a donné 91 % de bons résultats anatomiques et fonctionnels. Cependant il s'est compliqué 3 fois de pseudarthrose.
- ⊕ **Le traitement par plaque vissée** a été réalisé chez 5 patients. Il a donné 3 bons résultats anatomiques avec une bonne consolidation. Cependant, il s'est dans 2 cas compliqué de paralysie radiale.
- ⊕ **L'enclouage centromédullaire** a été utilisé chez 3 patients. Au plan anatomique 2 patients ont été évalués et ont eu une bonne consolidation. Au plan fonctionnel la récupération de la fonction de l'épaule grâce à la rééducation fonctionnelle a été complète.

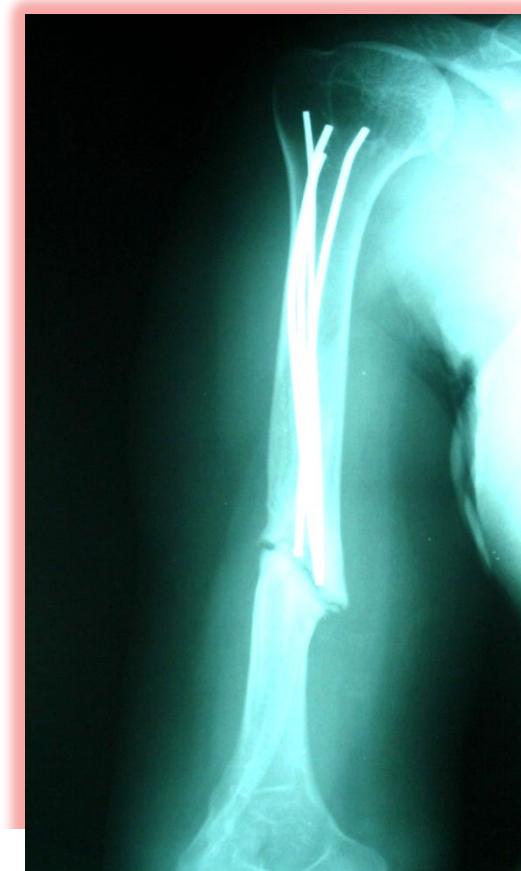
## V – 5 – Les complications après traitement

**Tableau VIII : Complications après traitement chirurgical**

Complication	Effectifs
Pseudarthrose	3
Paralysie radiale	2
<b>Total</b>	<b>5</b>

- **La paralysie radiale iatrogène** était consécutive au traitement par plaque vissée. Il s'agissait d'une anesthésie du dos de la main pour le premier cas. Dans le deuxième cas en plus de l'anesthésie du dos de la main il y avait une chute de celle-ci en pronation avec impossibilité de faire des mouvements de flexion et d'extension des doigts. Dans les deux cas la rééducation a permis une récupération complète de la fonction de la main (figure 29).
- **La pseudarthrose** était consécutive au traitement par embrochage centromédullaire. Il s'agissait dans 2 cas de formes hypertrophiques (patients de 23 et 40 ans) et dans le 3<sup>ème</sup> cas d'une forme atrophique accompagnée d'une algodystophie pour une patiente âgée de 60 ans (figure 30).

Les fractures compliquées de pseudarthrose étaient respectivement de type A3.2 pour le premier cas et de type A3.3 pour les 2 derniers cas. Le montage était renforcé par la mise en place d'un plâtre brachio antébrachiopalmaire pendant 2 semaines.



**Figure 30 observation 19** A : Pseudarthrose avec rupture de matériel d'ostéosynthèse  
**B : Mauvaise fonction sur pseudarthrose**

## **TROISIEME PARTIE : DISCUSSION**

## I - DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES :

### I – 1 – L’âge

L’âge moyen dans notre série est de 33,3 ans. Celui de **Diémé** [25] est de 37 ans. Cette étude a été réalisée dans le même service mais à des périodes différentes. Cette fréquence chez les sujets jeunes masculins s’explique par :

- ✓ la prévalence élevée des accidents de la circulation constituant par ce fait le principal mécanisme étiologique dans les deux séries ;
- ✓ la pratique de plus en plus populaire de la lutte traditionnelle avec ou sans frappe (7 cas dans notre étude).

Les études de **Sarr** [97] (37 ans) et **Diakité** [24] (32 ans) réalisées dans la sous région et d’autres faites en Europe et en Asie [22, 62, 110] confirment nos résultats. Par contre des études réalisées dans un contexte de population vieillissante en Europe [19, 71, 83, 88, 105] montrent respectivement un âge moyen de 60 ans, 59,7 ans, 53 ans.

La plus jeune série de la revue de la littérature est celle de **Pehlivan** [83] avec un âge moyen de 25 ans. Cette étude a la particularité d’être réalisée dans un environnement militaire.

Ainsi dans un contexte européen, la moyenne d’âge de survenue des fractures de l’humérus est en général élevée contrairement au contexte africain dans lequel la moyenne d’âge de survenue des fractures de l’humérus est jeune.

### I – 2 – Le sexe

Dans notre série il y a une nette prédominance masculine le sexe ratio étant de 2,05 identique à celle de **Diémé** [25] où il est de 1,7.

De même dans l’étude de **Dayez** [22] et **Lenoble** [55] le sexe ratio est respectivement de 2,6 et de 2,03 concordant avec nos résultats.

Une prédominance féminine est retrouvée dans celle de **Toivanen** [105] avec un ratio de 1,44.

.

### I – 3 – le côté atteint

Le côté gauche prédomine légèrement avec 55,2 % par rapport au côté droit dans notre série. Les auteurs consultés constatent un taux variable :

- ✓ Le côté gauche prédomine chez certains auteurs [24, 25, 98].
- ✓ Par contre chez d'autres le côté droit prédomine [88].

### I – 3 - Le mécanisme étiologique

Dans notre série les accidents de la circulation constituent le principal mécanisme étiologique avec 37,9 % des cas. La même constatation est faite par **Diémé** [25] 61%, **Sarr** 48% [97] et **Diakité** 55 % [24].

Ailleurs dans un autre contexte de population moins jeune, le mécanisme étiologique reste dominé par les chutes d'une hauteur de moins de 3 mètres [71, 88].

Ainsi dans la série de **Toivanen** l'âge moyen avancé et la prédominance féminine justifie ce mécanisme prédominant.

Cependant chez **Zhiqian** [110], les accidents de travail par machine industrielle viennent en seconde position après les accidents de la circulation.

Dans la série **Pehlivian** [83], la réalisation de l'étude dans un environnement militaire a révélé une prédominance équivalente des chutes et des accidents par explosifs telles que les grenades.

Le mécanisme étiologique est fortement influencé par plusieurs facteurs à savoir d'une part l'âge de survenue de la fracture (âge jeune ou avancé), et d'autre part l'environnement de l'étude (voir tableau XII).

**Tableau IX : Tableau récapitulatif de données épidémiologiques**

Auteurs	Age moyen	Sexe-ratio		Principale Etiologie
		M	F	
<b>Chantelot C. [19]</b>	<b>60</b>	-	<b>1,4</b>	<b>Chute</b>
<b>Dieme C. [25]</b>	<b>37</b>	<b>1,76</b>	-	<b>AC</b>
<b>Diakité I [24]</b>	<b>32</b>	<b>2,0</b>	-	<b>AC</b>
<b>Meekers F S L.[71]</b>	<b>46,2</b>	<b>1,01</b>	-	<b>AC</b>
<b>Pehlivian O [84]</b>	<b>25</b>	<b>4,25</b>	-	<b>Chute/Explosif</b>
<b>Sarr S S [97]</b>	<b>37</b>	<b>2,33</b>	-	<b>AC</b>
<b>Rodriguez-Merchau E C. [96]</b>	<b>45</b>	<b>6,5</b>	-	<b>Chute</b>
<b>Toivanen [105]</b>	<b>55</b>	-	<b>1,44</b>	<b>Chute</b>
<b>Zhiquan An [110]</b>	<b>39,5</b>	<b>2,07</b>	-	<b>AC</b>
<b>Notre série</b>	<b>33,3</b>	<b>2,05</b>	-	<b>AC</b>

## **II – ASPECTS CLINIQUES ET RADIOLOGIQUES**

### **II- 1 - Clinique :**

Le diagnostic clinique d'une fracture diaphysaire pose peu de problèmes, l'attitude vicieuse du membre supérieur est évidente. Par contre, le bilan des lésions associées est plus complexe. Un examen clinique complet tant sur le plan local que général ne doit passer à côté d'une lésion menaçant le pronostic vital ou une complication nerveuse notamment une paralysie radiale. Ainsi dans l'étude de **Masmejean et Chetboun [67]** le taux de paralysie radiale est de 13,4 %.

Pour ces auteurs les fractures du tiers moyen déplacées sont le plus pourvoyeuses de paralysie radiale immédiate.

Selon **Alnot [2]** le fragment inférieur se déplace en haut en avant et en dehors et traumatise directement le nerf radial.

Pour **Cognet [17]** le fragment inférieur impose au nerf une forte traction à partir de sa traversée de la cloison intermusculaire latérale, point de relative fixité.

Selon ces auteurs certains critères doivent faire rechercher cette complication dès l'examen clinique à savoir un contexte de traumatisme à haute énergie, une large ouverture cutanée ou un traumatisme balistique. Ces facteurs font craindre plus une rupture qu'une simple contusion.

### **II- 2 - Radiologie:**

#### **II– 2 – 1 - Siège du trait de fracture :**

Dans notre série, le trait de fracture siège le plus souvent au niveau du tiers moyen de la diaphyse humérale avec 46,5 % fractures de siège D4

Ces résultats concordent avec ceux de **Diémé [25]** avec 53,9 %, **Bézes [9]**

avec 50,8 %. Pour **Toivanen [105]** et **Alnot [2]** les taux sont plus élevés avec respectivement 63,4 % et 72 %.

Ainsi dans toutes ces séries, le siège au 1/3 moyen est plus fréquent lié au fait que cette partie de l'os semble être plus exposée que les autres.

## **II – 2 – 2 – le type de trait :**

Le trait de fracture est déterminé selon la classification AO.

Le type A prédomine dans toutes les séries suivi du type B et du type C [25, 71, 105]

Ainsi dans notre série les fractures simples ou de type A représentent 60,3% des cas contre 39,6% des cas des fractures de type B.

Ces résultats sont conformes à ceux de **Diémé** [25] avec 73 % de fractures de type A; de **Meekers** [71] 56 % et **Toivanen** [105] 89 %.

Par contre pour **Pehlivan** [81] le type B prédomine avec 57 % des cas.

## **II – 2 – 3 - Déplacement des fractures :**

Il associe en proportion variable :

- un déplacement transversal des fragments l'un par rapport à l'autre ;
- un chevauchement avec un raccourcissement plus au moins important.

Un décalage en rotation, le fragment inférieur étant habituellement en rotation interne alors que le supérieur est en position indifférente.

Ce déplacement est commandé par les actions musculaires et varie en fonction du siège du trait de fracture. En effet, selon **Djahangiri et Farron** [23] la relation entre la localisation de la fracture et les insertions des muscles deltoïde et grand pectoral vont déterminer le déplacement osseux sur la base de principes biomécaniques. Ainsi dans les fractures sous deltoïdiennes du tiers moyen, la déformation est importante à crosse antéro-externe, le fragment supérieur est attiré par le deltoïde en dehors et par le muscle pectoral en avant alors que le fragment inférieur reste vertical sous l'effet de la pesanteur [66].

Dans les fractures du tiers inférieur de la diaphyse, les déplacements sont en général minimes et sont dus à la violence du traumatisme initial, à l'obliquité du trait et à la position réflexe d'immobilisation.

Ainsi l'importance du déplacement est variable et explique une possible survenue de complications à type de paralysie radiale ou d'ouverture cutanée.

**TableauX : récapitulatif du siège du trait prédominant selon la classification de la Caffinière**

Siège1/3moyen	
<b>Alnot [2]</b>	<b>72%</b>
<b>Bézes[8]</b>	<b>50,8%</b>
<b>Diémé [25]</b>	<b>53,9 %</b>
<b>Masmejean E[66]</b>	<b>54%</b>
<b>Toivanen J. A. [94]</b>	<b>63,4%</b>
<b>Wally T [109]</b>	<b>43,8%</b>
<b>Notre série</b>	<b>46,5%</b>

**Tableau XI : Récapitulatif des auteurs selon la classification AO**

Auteurs	Type A	Type B	Type C
Diémé [25]	<b>73%</b>	<b>17%</b>	<b>1,5%</b>
Meekers [71]	<b>56%</b>	<b>28%</b>	<b>14%</b>
Toivanen [105]	<b>89%</b>	<b>11%</b>	-
Pehlivan [83]	<b>43%</b>	<b>57%</b>	-
Petsatodes [88]	<b>51,2%</b>	<b>43%</b>	<b>5%</b>
Masmejean [66]	<b>51,2%</b>	<b>43%</b>	<b>5%</b>
Notre série	<b>60,4%</b>	<b>39,6%</b>	-

### **III - COMPLICATIONS PRIMAIRES**

#### **III- 1 – L’ouverture cutanée**

Elle se rencontre dans 3 à 8 % des séries ; elle est secondaire à des traumatismes violents et se rencontre volontiers chez les patients polytraumatisés ou poly fracturés. [37,38]

Elle comporte un risque septique d’emblée. Sa gravité dépend du mécanisme de l’ouverture:

- ✓ de dedans en dehors (de la profondeur vers la superficie) : la plaie est causée par une arête osseuse qui crée une brèche de dimension réduite, souvent punctiforme et à bords nets ;
- ✓ de dehors en dedans (de la superficie vers la profondeur): l’altération cutanée est importante, l’agent vulnérant fait souvent éclater la peau avant de briser l’os et introduit à l’intérieur de la plaie des corps étrangers septiques [98]

Dans notre série les 3,4 % concordent avec les différents taux dans les séries de **Diémé [25], Djahangiri et Farron [23]**.

Pour **Djahangiri et Farron [24]** les fractures ouvertes grade III de Cauchoux et Duparc constituent des indications opératoires absolues alors que le grade I et II constituent des indications opératoires relatives du fait de l’existence de lésions associées.

#### **III- 2 - Paralysie radiale immédiate (concomittante au traumatisme)**

Deux cas de paralysie radiale ont été rapportés dans notre étude soit 3,4 %.

Ce taux est comparable à la moyenne dans la littérature, inférieure à 10 % [2, 3, 17, 22, 62, 67].

La localisation préférentielle des traits au niveau du tiers moyen fait qu’il faut toujours rechercher une paralysie du nerf radial. En effet du point de vue anatomique le nerf passe par cette zone, plaqué contre l’os dans sa gouttière [23,66].

Aucune interruption n’a été retrouvée. Sa classique section par un fragment osseux est rare. Cette constatation est confirmée par **Bèzes [9]** sur 17 cas explorés.

Dans la série de **Diémé [25]** le taux de paralysie radiale est de 8,6 %

La survenue d'une paralysie radiale est une indication opératoire relative car elle peut régresser spontanément.

## IV – LES ASPECTS THERAPEUTIQUES

### IV– 1 – Le type de traitement

#### IV – 1 – 1 – Le traitement orthopédique

Ce traitement concerne le type A et B de la classification AO chez 34 % des patients de notre série. Il s'agit le plus souvent de fractures siégeant au tiers moyen et au tiers distal. Selon la classification AO ce type de traitement concerne le type A et B. [23].

Nous avons obtenu 94 % d'excellents résultats anatomiques et 6% cas de cal vicieux de moins de 20° avec un recul moyen de 22 semaines. Au plan fonctionnel, 100% des patients traités ont eu un excellent résultat.

**Toivanen [95]** préconise l'utilisation d'une attelle fonctionnelle pour le traitement des fractures isolées et fermées du 1/3 moyen et du 1/3 distal de l'humérus. Son étude a rapporté 77 % de très bonne consolidation clinique et radiologique. Selon cette étude l'insertion des muscles deltoïde et grand pectoral sur la partie proximale de la diaphyse humérale est probablement une raison anatomique qui fait que la majorité des fractures du 1/3 proximal ne donnent pas un bon résultat lors du traitement par attelle fonctionnelle. Ces deux muscles créent une distraction entre les deux fragments si la fracture siège au 1/3 proximal empêchant ainsi la bonne consolidation [23, 95].

Ainsi selon cet auteur le seul facteur prédictif de la réussite du traitement par attelle fonctionnelle est la localisation de la fracture, les types de la classification AO n'ayant aucune différence significative.

**Wallny [109]** confirme le siège de la fracture comme facteur prédictif de la bonne consolidation. La comparaison des résultats fonctionnels du traitement par attelle

fonctionnelle à d'autres types de traitements conservateurs tels que l'attelle en U ne montre pas de différence dans les délais de consolidation et l'alignement final des deux fragments. Cependant la fonction du coude lors du traitement par attelle fonctionnelle est meilleure [14].

**Meekers** [71] préconise un traitement par Dujarier avec attelle directionnelle. Certains patients ont développé une intolérance à ce mode de traitement qui a été remplacé par une attelle de sarmiento. Il a donné de bons résultats fonctionnels.

Ainsi selon ces auteurs le traitement conservateur demande de l'exercice et de la patience. Ils recommandent d'abord la réalisation d'un plâtre brachio anté brachial puis celle d'un sarmiento après 15 jours.

Par contre **Pehlivian** [83] a fait une étude comparative entre un plâtre brachio anté brachial, une attelle en U et un plâtre pendant qui sont utilisés dans un premier temps jusqu'à la stabilisation après en moyenne 8 jours. Après ce délai le dispositif est substitué par une attelle fonctionnelle fabriquée par l'équipe traitante pour chaque cas en utilisant les mensurations de sarmiento. L'étude rapporte de bons résultats fonctionnels et une mobilité satisfaisante du coude et de l'épaule.

Ainsi selon cet auteur l'âge jeune est un facteur en faveur d'un bon résultat dans le traitement par attelle fonctionnelle.

Cependant tous les auteurs sont unanimes sur la possibilité de survenue de déformation antérieure, en varus et en rotation interne. Mais tous admettent que la consolidation en cal vicieux n'a de conséquences cliniques ou esthétiques que lorsqu'elle dépasse 25° de déformation.

Toutes ces études montrent la place du traitement orthopédique dans la prise en charge des fractures diaphysaires simples du 1/3 moyen de l'humérus.

## **IV – 2 – Le traitement chirurgical [44]**

Dans notre série 52 % des cas ont été traité par embrochage, 9 % par Plaque et 5 % par enclouage. La voie d'abord sus épicondylienne a été la plus utilisé pour l'embrochage avec 48,3 % des cas.

### **❖ L'embrochage centromédullaire [27, 28, 47]**

L'embrochage à foyer fermé est la règle.

Dans notre série des broches 18, 20, 22 sont utilisées et le nombre de broches est fonction des dimensions du canal médullaire. Selon le diamètre du canal l'opérateur peut introduire 2, 3, 4 ou 5 broches.

Le foyer ouvert est utilisé en cas de paralysie radiale post traumatique ou s'il existe un besoin de stabiliser le montage par un cerclage.

L'embrochage est réalisé pour les fractures du tiers moyen et celles du tiers proximal. Les résultats de notre série ne s'éloignent pas de ceux des auteurs consultés avec 91 % de bons résultats anatomiques et fonctionnels. Cependant il est à l'origine de deux cas de pseudarthrose.

Selon **Dieme** [25], l'embrochage par voie sus épicondylienne est une méthode fiable pour tous les types de fractures déplacées de la diaphyse humérale avec 84,5 % de très bons résultats fonctionnels.

D'autres auteurs [68] préconisent son utilisation dans les fractures du tiers moyen de type transversal car elles sont souvent responsables de non consolidation du fait d'une probable atteinte de l'artère nourricière.

**Osman** [84] préconise son utilisation dans les fractures du 1/3 proximal et du 1/3 moyen. Il la trouve assez aléatoire avec possibilité de ne pas impacter sur le foyer de fracture. Un mauvais passage ou une fausse route peut entraîner des complications post-opératoires telles que la paralysie radiale ou la migration des broches au niveau de l'épaule. Selon l'auteur le faible pourcentage de bons résultats fonctionnels est lié à la réduction de la mobilité du l'épaule par migration des broches ou du coude par saillie externe des implants.

D'autres parmi lesquels **Meekers** [71] confortent l'hypothèse des complications de l'embrochage par voie sus épicondylienne, préférant d'autres voies d'ostéosynthèse à la place.

Par ailleurs **Dieme** [25] propose une amélioration de la méthode qui a l'avantage d'être facile et à faible coût économique dans notre contexte. Ainsi l'introduction latérale des broches dans le canal médullaire permet leur blocage distal une fois qu'elles sont fichées dans le tissu spongieux de la tête humérale. Le montage est ensuite complété par une immobilisation de type mayo clinic pendant 21 jours.

### ❖ La plaque vissée [35,50]

Ce traitement a concerné 5 patients de notre série.

L'indication du type de plaque (étroite ou large) et du nombre de vis dépend des dimensions de l'humérus.

Ainsi dans notre série, des plaques de 8 trous avec 8 vis et 7 trous avec 7 vis ont été utilisées.

Il s'agit d'une ostéosynthèse rigide avec possibilité de mobilisation précoce.

La voie d'abord est latérale [33]..

Cette méthode a donné trois bons résultats anatomiques et fonctionnels. Cependant deux patients ont eu une paralysie radiale transitoire après traitement.

Pour **Meekers** [71] la technique est plus exigeante mais donne de meilleurs résultats par rapport aux autres options chirurgicales. Il recommande l'ostéosynthèse par plaque pour le traitement primaire dans l'indication chirurgicale des fractures de l'humérus à l'exception des fractures pathologiques, des fractures ouvertes et aussi des fractures chez les patients très obèses.

La série d'**Osman** [84] a eu 23 très bons résultats et 3 bons résultats sur 26 patients traités par plaque.

Cependant d'autres auteurs proposent l'ostéosynthèse par plaque avec une chirurgie mini-invasive (MIPO) en la comparant avec la conventionnelle [57, 110].

Cette méthode permet une réduction du temps opératoire et de la consolidation. Elle préserve la fonction de l'épaule et du coude.

Elle permet surtout de réduire le taux d'incidence des paralysies radiales iatrogènes.

Elle reste non utilisée chez nous du fait de l'exigence de son plateau technique.

#### ❖ L'enclouage centromédullaire [13, 34, 42, 49]

Cette méthode a été utilisée pour traiter 2 patients dans notre série.

La voie d'abord est proximale pour les deux cas.

Ces 2 patients ont eu de bons résultats anatomiques et fonctionnels après évaluation.

Certains auteurs comme **Cuny** [20] ont utilisé le clou Télégraph long [19]. Les résultats obtenus paraissent équivalents à ceux des autres méthodes d'ostéosynthèse de la diaphyse humérale. Les scores fonctionnels ne mettent pas en évidence des complications iatrogènes systématiques telle qu'une atteinte de la coiffe des rotateurs.

La mise en place d'un système de verrouillage distal dynamique améliore les résultats fonctionnels et diminue la prévalence de la pseudarthrose [20].

D'autres auteurs tel que **Chantelot** [19] ont utilisé le clou de Marchetti [18] car il représente un compromis entre la technique d'embrochage centro-médullaire (Hackethal) et l'enclouage. Il a l'avantage d'être moins fastidieux que la technique de Hackethal. Son système de verrouillage semble sûr. L'introduction proximale respecte la coiffe des rotateurs. L'introduction par voie sus olécrânienne ne semble pas modifier la fonction du coude. Il donne de bons résultats fonctionnels.

# **CONCLUSION**

Les fractures diaphysaires de l'humérus se définissent comme une solution de continuité de la diaphyse humérale.

Elles sont peu fréquentes et peuvent être potentiellement graves. Cette gravité réside dans la possibilité de survenue de complication notamment une atteinte du nerf radial. L'objectif est de décrire les aspects épidémiologiques, diagnostiques et thérapeutiques des fractures diaphysaires de l'humérus dans le service d'Orthopédie et de Traumatologie de l'Hôpital Aristide Le Dantec.

Il s'agit d'une étude rétrospective sur une durée continue de quatre ans allant de Janvier 2008 à Décembre 2012.

Nous avions colligés 58 cas de fractures diaphysaires de l'humérus. Les patients sont répartis en 39 hommes et 19 femmes. L'âge moyen est de 33,3 ans avec des extrêmes de 17 et 70 ans. Les accidents de la circulation sont en tête des circonstances de survenue des fractures diaphysaires avec 22 cas soit 37,9 %. Les accidents de sport notamment la lutte pratiquée chez nous était également pourvoyeur de fractures de l'humérus avec 7 cas soit 12,1 %. Le mécanisme de survenu était indirect dans 60 % des cas. Le côté gauche était le plus souvent atteint avec 32 cas soit 55,2 % contre 26 cas pour le côté droit soit 44,8 %. Le type A de la classification AO était le plus fréquent avec 33 cas.

Le diagnostic clinique et radiologique de la fracture ne posait généralement pas de difficultés, celui des lésions associées notamment la paralysie radiale pouvait être plus difficile.

Dans notre série 52 % des cas ont été traités par embrochage, 34 % orthopédiquement, 9 % par plaque et 5 % par enclouage centromédulaire.

Après un recul moyen de 22,8 mois, 44 patients ont été évalués selon la cotation de Stewart et Hundley modifiée.

Le traitement orthopédique a donné 94 % de bons résultats anatomiques et fonctionnels. Il a été à l'origine d'un cal vicieux de moins de 20° bien toléré au plan fonctionnel et esthétique.

Le traitement chirurgical a donné 86,8 % de bons résultats anatomiques et fonctionnels, 13 % de mauvais résultats dont 3 pseudarthroses, et deux paralysies radiales secondaires à ce traitement.

Les paralysies radiales ont régressé et les pseudarthroses traitées par plaque ont bien consolidé.

Les auteurs consultés montrent qu'il n'existe pas de méthode de traitement pouvant entraîner une adhésion unanime.

Au terme de notre analyse nous pouvons dire que le traitement orthopédique garde toujours son importance dans la prise en charge des fractures de l'humérus. Il est moins invasif, moins couteux mais demande une technique très rigoureuse et contraignante. Il doit de se faire rester le traitement de première intention des fractures simples du 1/3 moyen de la diaphyse de l'humérus car donne de très bons résultats fonctionnels.

Le traitement chirurgical présente des avantages de mobilité précoce du coude, de l'épaule et d'exploration du nerf radial en cas de paralysie post traumatique. Cette méthode peut cependant être pourvoyeuse de complications telles que la pseudarthrose et la paralysie radiale.

## Recommandations

- Adopter le traitement orthopédique en première intention pour les fractures simples non déplacées de type A du 1/3 moyen.
- Améliorer le traitement orthopédique en utilisant un brassard fonctionnel, permettant de conserver la mobilité du coude, à la place d'une immobilisation par plâtre.
- Utiliser le traitement par embrochage pour les fractures du 1/3 proximal et du 1/3 moyen en stabilisant le montage par une attelle pendant 21 jours.
- Adopter le traitement par plaque pour les fractures du 1/3 distal et les fractures à trait transversal.
- Guetter systématiquement certaines complications du traitement chirurgical pour les prévenir.

# **REFERENCES**

**1 - Alnot J.Y. ,**

Les lésions traumatiques du tronc du nerf radial au bras  
Rev chir orthop 1989; 75 : 152.

**2 - Alnot J.Y., Osman N, Masmefean E., Wodecki P.,**

Les lésions du nerf radial dans les fractures de la diaphyse humérale  
Rev Chir Orthop, 2000, 86: 143-50.

**3 - Amillo S. Barrios R. H., Martinez-Peric R., Losada J. L.,**

Surgical treatment of the radial nerve lesions associated with fracture of humerus.

J Orthop Trauma, 1993, 7: 211-215.

**4 - Allain J., Goutalier D.**

Traumatisme de l'épaule et du bras  
EMC, Elsevie, Urgences, 24-100-C-60, 2002, 13p.

**5 - André S.,**

Les fractures récentes de la diaphyse humérale de l'adulte.  
Comparaison du traitement orthopédique et des traitements chirurgicaux. A propos de 252 cas.  
Rev Chir Orthop, 1984 ; 70 : 49-61.

**6 - Apard T., Lahogues J. F., Prouvé S., Hubert L., Talha A., Cronier P.,**

**Massin P.,**

Traitemennt des fractures récentes de la diaphyse humérale par enclouage centro-médullaire verrouillé rétrograde.  
Rev Chir Orthop, 2006; 92 : 19-26.

**7 - Bertrand L.,**

Pathologie et consolidation des fractures Prise en charge des fractures,  
Elsevier Masson, Paris ; 2010 : 3-24.

**8 - Bézes H.,**

L'intérêt à synthétiser par plaque vissée bon nombre de fracture de la diaphyse humérale: à propos de 246 synthèses.  
Int Orthop 1995 ; 19 : 16-25.

**9 - Bonnevialle P.,**

Chirurgie de la diaphyse humérale : voies d'abord et techniques Opératoires.  
EMC, Techniques chirurgicales orthopédiques Traumatologiques 1998 , T2, 44330.

**10 - Bonnevialle P.,**

Fractures diaphysaires de l'adulte (fractures pathologiques exclues)  
EMC-Rhumatologie Orthopédie, 2005, 2 : 394–410.

**11 - Bousquet G., Colas, Chambat P., Basconlergne B.,**

La voie postéro-interne dans les fractures du tiers inférieur-tiers moyen de l'humérus.  
Rev Chir Orthop, 1977 ; 63: 59.

**12 - Blieri M. Chagnon S., Jacquenod P.,**

Radiodiagnostic squelette normal Appareil locomoteur  
EMC Elsevier SAS, Paris, 1987, 30-330-A-10.

**13 - Butin E., Herent S., Delehaye P.,**

Traitemet des fractures de la diaphyse humérale par le clou de Marchetti : à propos de 50 cas.

Rev Chir Orthop, 2001, 87: 758-764.

**14- Camden P., Nades S.,**

Fracture bracing the humerus.

Injury, 1992; 23: 245-248.

**15 - Chevalier Jean-Marc.,**

Anatomie de l'appareil locomoteur.

Medecine-Sciences Flammarion Paris, 2006 ; 2(4):92-93.

**16 - Coudane H., Bonneviale P., Bernard J. N., Claudot F.,**

Fracture de la diaphyse humérale chez l'adulte.

EMC Elsevier Masson SAS 2007; 14-039-A-10.

**17 – Cognet J. M., Fabre T., Durandeau A.**

Paralysies radiales persistantes après fracture de la diaphyse humérale: origine traitement et résultats.

Rev Chir Orthop, 2002, 88 : 655-62.

**18 - Cyteval C., Bléry M., Sarrabère-Barou M P.**

Imagerie normale du membre supérieur :  
bras, coude, avant-bras.

EMC-Radiologie 2004, 1 : 377–392.

**19 - Chantelot C., Robert G., Aihonnou T., Guegen G., Migaud H., Fontaine C.,**

Rôle de la fixation externe dans le traitement des fractures humérales : étude d'une série de 23 cas de fixateurs Orthofix.

Chir Main, 2002, 88: 655-662.

**20 – Cuny C., PfefferF., Irrazi M., Chammas M., Empereur F., Berrichi A.,**

Un nouveau clou verrouillé pour les fractures proximales de l’humérus.

Rev Chir Orthop, 2002, 88: 62-67.

**21 -Cuny C., Irrazi M., Ionescu N., Locquet V., Chaumont P L., Berrichi**

**A., Wenger V.,**

Le clou Telegraph long dans les fractures de l’humérus.

Rev Chir Orthop, 2007; 93 : 564-570.

**22 - Dayez J.,**

La plaque interne vissée dans les fractures récentes

de la diaphyse humérale.

Rev Chir Orthop, 1999 ; 85 : 238-244.

**23 - Djahangiri A., Farron A.,**

Quand faut-il opérer une fracture diaphysaire de l’humérus.

Rev Med Suisse, 2011 ;7 : 2478-81.

**24 – Diakité I. K.,**

Etude épidémiologique et Clinique des fractures diaphysaires de l’humérus dans le service de chirurgie orthopédique et traumatologique de l’hôpital Gabriel Touré de Bamako.

Thèse Médecine Bamako ; 2006, n° 122.

**25 - Diémé C.B., Abalo A., Sané A. D., Fall D., Dakouré P. W., Ndiaye A., Seye S. I. L.,**

Embrochage centromédullaire ascendant des fractures diaphysaires de l’humérus de l’adulte. Evaluation des résultats anatomiques et fonctionnels à propos de 63 cas.

Chirurgie de la main et du MS, 2005 ; 24 : 92-98.

**26 - Dufour M.,**

Anatomie de l'appareil locomoteur Tome 2 : membres supérieurs.

Masson SAS, Paris 2002 : 39-49, 168-190.

**27 – Dufour O., Beaufils P., Ouaknine M., Vives P., Perreau M.,**

Traitemet fonctionnel des fractures de la diaphyse Humérale par la méthode de Sarmiento.

Rev Chi Orthop, 1989, 75 : 292-300.

**28 - Dumontrier C., Froissard M.T., Dauzac C., Monet J., Sautet A.,**

Prise en charge et rééducation des lésions nerveuses périphériques.

Encycl. Méd. Chir. Elsevier, Paris, Kinésithérapie-Médecine physique-réadaptation, 26-465-A-10; 2002; 15.

**29 – Dauce Y., Chapin-Bouscara B.,**

Traitemet kinésithérapeute de la paralysie radiale.

KS, 1999, 39 : 37-9.

**30 - De la Caffinière J. Y.,**

Traitemet des fractures de la diaphyse humérale de l'adulte par embrochage centro-médullaire. Technique opératoire. Indication.

Rev Chir Orthop, 1988; 74 : 771-7.

**31 - De La Caffiniere J. Y., Benzimra R., Lacaze F., Chain A .,**

Embrochage centromédullaire des fractures de la diaphyse humérale. Une ostéosynthèse à risque minimum.

Rev Chir Orthop, 1999; 8: 125-135.

**32 -Dubin R Gottesmen M., SAundeers K**

hackethat stacked nailing of humeral shaft fractures.

Clin orthop, 1983; 168-175.

**33 – Duparc J., Huten D.,**

Classification des fractures ouvertes.

Cahier d'enseignement de la SOFCOT Paris 1981 : 62-72.

**34 – Drake L. R., Vogl W., Adam W. M. M.,**

Grays Anatomie.

Elsevier Masson Paris 2006 : 653-98.

**35 – Esling F., Savornin C., Ranoarivony T., Baton O.,**

Les fractures de la diaphyse humérale par “bras de fer”.

Rev Chir Orthop. , 2002, 19 : 208-13.

**36 - El-ayoubi L, Karmouta A, Roussignol X, Auquit-Auckbur I, Milliez PY,**

Duparc F : Transposition antérieure du nerf radial dans les fractures du 1/3 moyen de l'humérus : bases anatomiques et applications cliniques.

Rev Chir Orthop, 2003, 8: 537-543.

**37 - Ekholm R., Tidermark J., Tornkvist H.,**

Outcome after closed functional treatment of humeral shaft fractures.

J.Orthop Trauma 2006; 20: 591-596.

**38 - E. C. Rodriguez-Merchan.,**

Hackethal nailing in closed transverse humeral shaft fractures after failed manipulation.

Int Orthop,1996 ;20: 134 – 136.

**39 - El Ibrahimi A., Shimi M., Daoudi A., Elmrini A.,**

Floating elbow: Retrospective study and review of literature.

Chirurgie de la main, 2012 ; 31: 350–354.

**40 - Galissier B., Dmytruk V., Gougam T., Mabit C., Durand-Fontanier S.,**

**Valleix D.,**

Bases anatomiques de la voie d'abord postéro-latérale de la diaphyse humérale.

Association des Morphologistes, 86e congrès : 100.

**41 - Gaullier O., Rebais L., Dunaud JL , Moughabghab M., Benaissa S.,**

Traitements des fractures récentes de la diaphyse humérale par enclouage centro-médullaire verrouillé selon Seidel. Révision des 23 premiers cas à 2,5 ans avec étude de la coiffe des rotateurs.

Rev Chir Orthop, 1999; 85: 349-361.

**42 - Gregory P. R., Sanders R. W.,**

Compression plating versus intramedullary fixation of humeral shaft fractures.

J Am Acad Orthop Surg, 1997; 5: 39-45.

**43 - Gayet L. E., Muller A., Pries P., Merienne J. F., Brax P., Soyer J.**

Fractures de la diaphyse humérale : place de l'embrochage fasciculé selon Hackethal. À propos de 129 cas.

Rev Chir Orthop, 1992 ; 78 : 13-22.

**44 - Gayet L. E., Freslon M., Nebout J.,**

Traitements chirurgical : l'embrochage fasciculé.

symposium — SO.F.C.O.T 2003.

Rev Chir Orthop, 2004; 5: 42-4.

**45 - Gleizes V., Camelot C., Saillant G., Benazet J. P.,**

Fractures homolatérales de l'humérus et des deux os de l'avant-bras. In: Le polytraumatisé, le polyfracturé. 4e Journée de traumatologie et d'Orthopédie de la Pitié Salpétrière:  
Édition Sauramps Médical; 1998: 123–31.

**46 – Guide pratique de traumatologie (6e édition).,**

Fractures de la diaphyse humérale.  
Elsevier Masson Paris, 2010 : 50-54.

**47 - Hannouche D., Sedel L.,**

Aspects fondamentaux et applications : consolidation des fractures.  
Masquelet Chirurgie Orthopédique : principes et généralités.  
Elsevier Masson SAS Paris, 2004; 3: 22-25.

**48 - Heim D., Herkerf F., Hess P., Regazzoni P.,**

Surgical treatment of humeral shaft fractures. The basal experience.  
J Trauma, 1993; 35: 226.

**49 - Hierholzer C., Sama D., Toro J. B., Peterson M.,**

Plate fixation of united humeral shaft fractures: Effect of type bone graft on healing.  
J Bone Joint Surg ,2006; 88-A : 1442-47.

**50 - Jellahi T., Boutayeb F., Daoudi A.,**

Ostéosynthèse par clou télégraphe des fractures proximales de l'humérus.Téchnique et Résultats (série de 6 cas).  
Rev.Maroc. Chir. Orthop. Traumato, 2004: 7-9.

**51 - J. A. K., Toivanen J. , Nieminen H. J., Laine .S. E., Honkonen .**

**M. J., Järvinen.,**

Functional treatment of closed humeral shaft fractures

Int Orthop2005; 29: 10–13.

**52 – Jawa A., Mc Carty P., Doornberg j., Harris M., Ring D.,**

Extra-articular distal-third diaphyseal fractures humerus  
a comparison of the functional bracing and plate fixation.

J bone Joint Surg Am, 2006, 88 : 234-37.

**53 - Judet R., Patel A., Demeulenaere C.,**

Trois voies d'abord de l'extrémité supérieure de l'humérus et de la diaphyse humérale.

Presse Med, 1968, 76 : 1961-1963.

**54 - Kamina P.,**

Anatomie clinique 4<sup>e</sup> édition, Tome 1 : Anatomie générale-membres.

Maloine 2011, Paris : 219-223.

**55 – Kempf I.,**

L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales récentes.

Rev chir orthop 1994 , 80 : 5-13.

**56 - Koch p., gross D., Gerber C.,**

The results of the functional (Sarmiento) bracing of humeral shaft fractures,

J Shoulder Elbow Surg 2002, 11 : 143-50

**57 - Laporte C., Biette g., Jouve F., El Barnoussi A.,**

Les différentes voies d'abord pour ostéosynthèse par plaque des 2/3 distaux de l'humérus.

Maitrise orthopédique 2003, 11 : 128.

**58 - Laporte C., Jouve F., Jegou D., Saillant G.,**

Les voies médiales pour l'ostéosynthèse des fractures des 2/3 distaux de l'humérus.

Rev Chir Orthop, 2002 ; 88 : 177-181.

**59 – Lefevre C., Liot M., Jacq JJ., Perruez H.,**

Contexte anatomique de l'humérus.

Symposium SOFCOT 2003.

Rev Chir Orthop, 2004, 90: 31-34.

**60 - Lefèvre C.,**

Complication traitement des fractures de la diaphyse humérale.

symposium — SO.F.C.O.T. 2003, 66.

**61 - Larsen LB., Barfred T.,**

Radial nerve palsy after simple fracture of the humerus.

Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 2000, 34 : 363-366.

**62 – Le Noble E.,**

Traitements des fractures diaphysaires de l'humérus par fixateur Externe de Hoffman.

Rev Chir Orthop 1993 ; 79 : 606-14.

**63 – Lortat –Jacob A., Boisrenoult P.,**

Techniques de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte.

EMC, techniques chirurgicales, Orthopédie traumatologie 1999, 44 : 20 - 13.

**64 - Lin Y.,**

Treatment of humeral shaft fractures with humeral locked nail and comparison with plate fixation.

J. Trauma, Injury, Infection and Critical Care, 1998, 44 : 859-864.

**65 – Marcelli C., Lafage-Proust M. H.,**

Physiologie et pathologie de l'adaptation de l'os à l'effort : douleurs

Osseuses d'effort et fractures de contrainte.

EMC, Appareil locomoteur, 2000, 15-904-A-10 : 12.

**66 – Masmejean E.,**

Aspect clinique et traitement de la paralysie radiale.

KS, Octobre 1999,393 : 33-6.

**67 - Masmejean E., Chetboun A., Jacquot F., Augereau B., Bonnevialle P.,**

Paralysies radiales et autres complications vasculo-nerveuses.

Rev Chir Orthop, 2003 ; 35 : 61 -64.

**68 – Mast J. W., Spiegel P. G., Harvey J. P., Harrisson C.,**

Fractures of the humeral shaft: a retrospective study of 240 adult fractures.

Clin Orthop, 1975, 112 : 254-262.

**69- Martinez A. A., Herrera A., Perez J. M., Cuença J.,**

Treatment of humeral shaft non union by fixation :valuable option.

J Orthop . 2001; 6 : 238-241.

**70 - Mc Cormack R. G., Brien D., Buckley R. E., McKee M. D., Powell J.,**

Schemitsch EH : Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. A prospective, randomised trial.

J Bone Joint Surg (Br), 2000, 82: 336-339.

**71 - Meekers F. S. L., Broos P. L. O.,**

Operative treatment of humeral shaft fractures  
the leuven experience

Acta Orthopædica Belgica, 2002, 68; 5 : 462- 471.

**72 – Meyrueis J. P., Cazenave A., Zimmermann R.,**

Biomécanique de l'os. Application au traitement des fractures.

EMC - Rhumatologie-Orthopédie, 2004 ; 1 : 64-93.

**73 – Meyrueis J.P., Cazenave A.,**

Consolidation des fractures.

EMC - Rhumatologie-Orthopédie, 2004, 2 : 138-162.

**74 – Meyrueis J. P.,**

Bases mécaniques de la consolidation osseuse. Application à la fixation Externe.

Maîtrise Orthop. 1999 ; 88 :123-13.

**75 - Meyrueis JP., Cazenave A., Zimmermann R., Meyrueis J.,**

Matériel d'ostéosynthèse. Vis et plaques.

EMC Techniques chirurgicales Orthopédie- Traumatologie.  
44-015-B 1995 : 11.

**76 - Meyrueis J. P.,**

La fixation d'une fracture doit t-elle être stable ou instable, statique ou Dynamique?

Cahier d'enseignement de la SOFCOT.

Expansion Scientifique Française ; 2002 : 113-24.

**77 - Modabber M. R., Jupiter J. B.,**

Operative management of diaphyseal fractures of the humerus. Plate versus nail.

Clin. Orthop., 1998, 347 : 93-104.

**78 – Moyi Koua A.,**

Fractures récentes de la diaphyse humérale de l'adulte. Place du Traitement chirurgical par plaque vissée (35cas opérés).

Rev chir orthop 1992 ; 78 : 23-7

**79 - Muller M. E., Nazarian S., Koch P.,**

Classification AO des fractures.

Berlin : Springer-Verlag ; 1987: 135.

**80 - Muller ME., Allgover M., Schneider R., Willenegger H.,**

Manuel d'ostéosynthèse.

Technique AO. Berlin : Springer-Verlag ; 1992.

**81 - Powell J., Schemitsch E. H.,**

Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. A prospective, randomised trial.

J. Bone Joint Surg., 2000, 82-A, 336-339.

**82 - Nazarian S.,**

Système intégral de classification des fractures de Maurice E.Muller.  
Maitrise orthopédique 1999, 35: 3001.

**83 - Ozcan Pehlivan.,**

Functional treatment of the distal third humeral shaft fractures.  
Arch Orthop Trauma Surg (2002) 122 :390–395

**84 - Osman N., Touam C., Masmjean E., Asfazadouriah H.,**

Resultats of non operativ and operative treatment of humeral shaft fractures.

Ann Chir Main, 1998, 17: 195-206.

**85 – Paris H., Tropiano P., Clouet D. B., Chaudet H., Poitout D. G.,**

Fractures diaphysaires de l'humérus : ostéosynthèse systématique par plaque. Résultats anatomiques et fonctionnels d'une série de 156 cas et revues de la littérature.

Rev Chi Orthop, 2000, 86 : 346-59.

**86 – Pierron G., Cloup P., Sabourin F.,**

Chaîne de force et chaîne de vitesse du membre supérieur.  
Actualités Sport et Médecine, 1991, 12 : 13-20.

**87 - Passuti N., Waast D., Pietu G., Gouin F.,**

Complications de la consolidation osseuse : Les pseudarthroses.  
Symposium SOFCOT 2003.  
Rev Chir Orthop, 2004, 90: 57-60.

**88 – Petsadodes G .,**

Functional treatment of the distal third humeral shaft fracture.

Arch Orthop Trauma Surg (2002) 122 :390–395.

**89 - Putti A. B., Uppin RB.Putti B. B.,**

locked, intramedullary nailing ver sus dynamic compression  
plating for humeral shat fractures.

J orthop Surg 2009, 17:139-41.

**90 - Putz P., Lusi K., Baillon J. M., Bremen J.,**

Le traitement des fractures de la diaphyse humérale par l'embrochage  
Fasciculé.

selon Hackethal. À propos de 194 cas.

Acta Orthop Belgica, 1984, 50 : 521-538.

**91 - Plaweski S., Benhyahia H., Vouaillat H., Merloz P.,**

Ostéosynthèse à foyer ouvert par plaque vissée.

Rev Chir Orthop, 2004 : 48- 51.

**92 - Quesnot A., Chanussot J. C. , Danowski R. G.**

Fractures de la Diaphyse Humérale Rééducation de l'appareil locomoteur.

Tome 2. Membre supérieur.

Masson Paris 2008, Pages 121-139.

**93 - Reignier M., Elbanna S., Hayez JP., Stelmaszyk J., Raynal P.,**

L'ostéosynthèse des fractures diaphysaires de l'humérus.

Acta Orthop Belgica, 1987, 53 : 485-491.

**94 - Rutgers M., Ring D.,**

treatment of diaphyseal fractures of the humerus using a functional brace.  
J,Orthop trauma 2006; 20 : 597-601

**95 - Rouvière H.,**

Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle.  
Masson Paris; 1973, 10-24 51-60 : 223-229.

**96 - Rommens P. M., Blum J., Runkel M.,**

Retrograde nailing of humeral shaft fractures.  
Clin. Orthop., 1998, 350 : 26-39.

**97 - Sarmiento A., Zagorski J. B., Zuch G. A., Latta L. L., Capps CA.,**

Fonctional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis.  
J Bone Joint Surg Am 2000; 82 : 478-80.

**98 - Sarr S. S.,**

Traitemet chirurgical des fractures de la diaphyse humérale comparaison entre :  
enclouage centro-médullaire et plaque vissée (A propos de 50 cas)  
Universite Sidi Mohammed Ben Abdellah faculte de medecine et de pharmacie fès Thèse 2012, 133.

**99 - Segonds JM., Alnot JY., Masmejean E.,**

Pseudarthrose et retard de consolidation aseptique de la diaphyse humérale: à propos de 30 cas traités par plaque et autogreffe greffe osseuse.  
Rev Chir Orthop 2003 ; 89 : 107-14.

**100 – Seidel H.,**

L'enclouage centromédullaire de l'humérus  
Cahier d'enseignement de la SOFCOT.  
Paris , Expansion Scientifique Française, 1998 : 55-9.

**101 - Thomas T., Martin A., Lafage-Proust M. H.,**

Physiologie du tissu osseux.  
Encyclo Med Chir Appareil locomoteur  
Elsevier Masson SAS, Paris 2008; 14-002-B-10.

**102- Tubiana R., Mc Cullough C. J., Masquelet A. C.,**

Voies d'abord chirurgicales du membre supérieur.  
Paris : Masson, 1992 : 82-84.

**103 –Waitzenegger T., Guillon P., Guenoun B., Meunier C.,**

**Azmi C., Carcopino J. M.,**

Intérêts de la voie postérieure dans les fractures diaphysaires de l'humérus.

Rev de Chir Orthop et Traum, 2011, 97 : S353-S354.

**104 - Thompson J. C., M. D.,**

Précis d'anatomie Clinique d'orthopédie.  
Elsevier Masson, Paris, 2008 :283,402-1,405,446.

**105 - Toivanen J. A. K., Nieminen J., Laine H.-J.,  
Honkonen S. E., Järvinen M. J.,**

Functional treatment of closed humeral shaft fractures  
International Orthopaedics (SICOT) (2005) 29: 10–13.

**106 - Tryherleigh-Strong G., Walls N., MacQueen M. M.,**

The epidemiology of humeral shaft fractures.

J Bone Joint Surg 1998; 80B: 249-53.

**107 – Tsourvakas S., Alexandropoulos C., Papachristos I., Tsakoumis G., Ameridis N.,**

Treatment of humeral shaft fractures with antegrade intramedullary locking nail.

Musculoskelet Surg (2011) 95:193–198

**108 - Vander G. R., Tomassin J., Ward E.F.,**

Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures. Result using AO plating techniques.

J Bone Joint Surg (Am), 1986, 68 : 430-433.

**109 –Wallny T., Sagabiel C., Westernium K.,**

comparature résultats of bracing and interloking nailing in the treatment of humeral shaft fractures.

Int.Orthop ( SICOT) 1997 21 : 374-79

**110 - Zhiquan An & Bingfang Zeng & Xiaojian He & Qi Chen**

**& Shundong Hu**

Plating osteosynthesis of mid-distal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique.

Int.Orthop (SICOT) (2010) 34:131–135.

## **RESUME**

Les fractures de la diaphyse humérale se définissent comme une solution de continuité de la diaphyse. Elles siègent entre l'insertion du muscle grand pectoral et l'insertion distale du muscle brachial antérieur.

Elles sont peu fréquentes. Elles peuvent être potentiellement graves. Cette gravité réside de la possibilité de survenue de complication notamment une atteinte du nerf radial.

Le but de notre étude est de décrire les aspects épidémiologiques, diagnostiques et thérapeutiques des fractures diaphysaires de l'humérus dans le service d'Orthopédie et de Traumatologie de l'Hôpital Aristide Le Dantec.

Il s'agit d'une étude rétrospective sur une durée continue de quatre ans allant de Janvier 2008 à Décembre 2012.

Nous avons colligé 58 cas de fracture diaphysaire de l'humérus. Les patients étaient répartis en 39 hommes et 19 femmes. L'âge moyen était de 33,3 ans avec des extrêmes de 17 ans et de 70 ans. Les accidents de la circulation représentaient le principal mécanisme de survenue avec 22 cas soit 37,9 %. Les accidents domestiques suivaient avec 12 cas soit 20,7 % puis les accidents de sport notamment la lutte avec 12 %. Le mécanisme était indirect dans 60 % des cas. L'atteinte du côté gauche prédominait avec 32 cas soit 55,2 %. Le diagnostic clinique et radiologique de la fracture ne posait généralement pas de difficultés, Celui des lésions associées notamment la paralysie radiale pouvait être plus difficile.

Le traitement était soit orthopédique soit chirurgical à savoir l'ostéosynthèse par embrochage centromédullaire, par enclouage centromédullaire ou par plaque vissée.

Après un recul moyen de 22,8 mois, 44 patients ont été évalués selon la cotation de Stewart et Hundley modifiée. Le traitement orthopédique a donné 94 % de très bons résultats anatomiques et fonctionnels. Cependant il est à l'origine d'un cal vicieux de moins de 20° bien toléré au plan fonctionnel et esthétique.

Le traitement chirurgical a donné 86,8 % de très bons résultats anatomiques et fonctionnels. Cependant il est à l'origine de 2 paralysies radiales et de 3 pseudarthroses. Les 2 paralysies radiales avaient bien régressé. Les 2 pseudarthroses ont été traitées par plaques et ont bien consolidé.

Le traitement orthopédique garde toujours sa place dans la prise en charge des fractures simples du 1/3 moyen de l'humérus. Il est moins invasif, moins couteux, mais exige une technique très rigoureuse. Il donne de très bons résultats anatomiques et fonctionnels.

**Mots clés :** Fracture, Diaphyse, Humérus.