



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



Année 2015

Thèse N° 125/15

LE COUDE FLOTTANT

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 16/06/2015

PAR

Mme. SAIDI EL HASSANI KHADIJA

Née le 12 Octobre 1988 à RISSANI

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Humérus - Radius - Cubitus - Fractures ipsilatérales

JURY

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

PLAN

Chapitre 1 : introduction	6
I. Introduction.....	7
Chapitre 2 : matériels et méthodes.....	8
A. Matériels	9
B. Méthodes	9
C. Fiche d'exploitation	10
Chapitre 2 : résultats.....	12
I- Données épidémiologiques :	13
1. Age.....	13
2. Sexe.....	14
3. Côté atteint.....	15
4. Circonstances étiologiques.....	16
II- Données cliniques.....	17
1. Examen du membre atteint.....	17
2. L'ouverture cutanée.....	17
3. Complications vasculo-nerveuses.....	18
a. Lésions vasculaires	18
b. Lésions nerveuses.....	18
4. Lésions associées à distance.....	18
III- Bilan radiologique.....	18
1. Les incidences radiologiques	18
2. Le siège du trait de fracture.....	19
IV- Classification	20
V- Traitement.....	23
1. Technique opératoire	23

A- Délai d'intervention	23
B- Type d'anesthésie	23
C- La chronologie opératoire	23
D- Matériel d'ostéosynthèse	23
1- nos moyens d'ostéosynthèses utilisées dans le traitement des lésions humérales	24
2- Nos moyens d'ostéosynthèses utilisés dans le traitement des lésions antébrachiales	25
2. Rééducation	31
VI- Evolution	31
A. Délai de consolidation	31
B. Complications	31
1. Complications immédiates	31
2. Complications secondaires et tardives.....	31
VII- Les résultats fonctionnels	32
1. Les critères d'évaluation des résultats.....	32
2. Les résultats globaux	33
3. Les résultats analytiques	34
Chapitre 3 : discussion	35
I- Historique	36
II- Rappel anatomique	37
1. Anatomie du bras	37
2. Anatomie du coude	43
3. Anatomie de l'avant bras	49
III- Biomécanique du coude	53
1. Le valgus physiologique	53

2. La flexion–extension	55
a. Les amplitudes articulaires.....	55
b. L’axe de flexion–extension	55
c. Les muscles moteurs de la flexion–extension	57
3. La pronation–supination	58
a. Les amplitudes articulaires.....	58
b. Description du mouvement	59
c. Les muscles moteurs de la prono–supination	61
4. La stabilité du coude	62
4.1. La stabilité osseuse.....	62
4.2. La stabilité ligamentaire	62
IV– Epidémiologie.....	64
a. Age.....	65
b. Sexe.....	65
c. Circonstances étiologiques	65
V– Etude radio–clinique	66
1. Clinique	66
A. Les ouvertures cutanées.....	67
B. Les lésions vasculo–nerveuses	70
B–1. La paralysie du nerf radial	70
B–2. Les autres complications neurologiques	70
B–3. Les lésions vasculaires.....	71
2. Radiologie	72
2–a– le siège du trait de fracture.....	72
2–b– classification	72
VI– Traitement.....	74

1. Le traitement orthopédique	74
2. Le traitement chirurgical.....	74
A. Le traitement des fractures de l'humérus	75
B. Le traitement des fractures des deux os de l'avant bras.....	79
C. Les soins postopératoires	81
1. L'immobilisation.....	81
2. La rééducation	81
VII- Complications.....	82
VIII- Résultats fonctionnels.....	83
A. Etude comparative des résultats fonctionnels avec les autres séries ...	83
B. Les facteurs pronostics.....	84
Conclusion	85
Résumé	87
Bibliographies	93

ABREVIATIONS

A	:	artère
Ant	:	antérieur
DCP	:	plaque de compression dynamique
Lat	:	latéral
ECMES	:	enclouage centromédullaire élastique stable
M	:	muscle
N	:	nerf
Post	:	postérieur
Sup	:	supérieur

INTRODUCTON :

Le " coude flottant "ou "floating elbow "est une pathologie rare survenant dans les traumatismes à haute énergie [1,2].Elle est définie de façon classique comme l'association homolatérale d'une fracture de l'humérus et de l'un ou des os de l'avant bras [3].

Des dérivés de cette lésion traumatique on été décrites dans la littérature [4,5, 6] tels que l'association d'une fracture de la diaphyse humérale et d'une fracture Monteggia, de Galeazzi ou de l'olécrane ou encore l'association d'une fracture de la palette humérale à une fracture diaphysaire des deux os de l'avant bras, fracture de Galeazzi, de Monteggia ou de l'olécrane.

Cette appellation "coude flottant" signifie que l'articulation du coude se trouve libre, flottante, entre deux solutions de continuité brachiale et antébrachiale. 7, 8, 9]

Le diagnostic est facile et basé sur l'examen clinique et radiologique.

Ce complexe fracturaire est souvent associé à des lésions cutanées, vasculaires et nerveuses [10,4, 8], qui déterminent à la fois l'attitude thérapeutique initiale et le pronostic ultérieur.

Les fractures ipsilatérales du membre supérieur présentent essentiellement un problème thérapeutique. La difficulté vient de l'impossibilité d'appliquer à l'association fracturaire le traitement additionnel adopté à chaque fracture isolée.

Le but du traitement reste la préservation de la fonction du coude que seule une stabilisation chirurgicale solide et une rééducation précoce et régulièrement suivie permet de l'obtenir.

Ce travail est réalisé au **service de chirurgie ostéo-articulaire B4 de CHU Hassan 2 FES** à propos de dix cas colligés pendant cinq ans (Janvier 2009– décembre 2013).

L'objectif de notre étude est de montrer les particularités cliniques, thérapeutiques, et évolutives de ce traumatisme étagé du membre supérieur.

MATERIEL

ET METHODES

A-Matériel :

Notre travail est une étude rétrospective portant sur l'analyse des cas du "coude flottant" hospitalisés et traités dans le service de chirurgie ostéo-articulaire B4 de CHU Hassan 2 FES durant la période allant du mois de janvier 2009 au mois de décembre 2013,

Tous nos malades ont été admis aux urgences et suivis en consultation par des examens cliniques et radiologiques

B-Méthodes :

Pour chaque patient inclus dans cette série une fiche d'exploitation a été réalisée, les données vont être recueillies des dossiers et des registres, portant sur le profil du patient (âge, sexe), le type de fracture selon la classification d'AGARWAL et CHADHA, les lésions associées, l'attitude thérapeutique et les complications représentées ultérieurement.

Les résultats à long terme ont été évalués selon la classification de Lange et Foster.

C-FICHE D'EXPLOITATION

1-Numéro du dossier

2-Nom et prénom du patient :

3-Age :

4-Sexe : -M

 -F

5-Profession :

6- Côté dominant : -droitier

 -gauchier

7-ATCD : -médicaux

 -chirurgicaux

8-cause

9-Côté atteint : -droit

 -gauche

10-Siège de la fracture humérale

11-Siège de la fracture antébrachiale

12-Lésions associées : -cutanées :

 - siège

 - type : GUSTILO

 • Type I

 • Type II

 • Type IIIa

 • Type IIIb

 • Type IIIc

 - ostéo-articulaires

 -vasculo- nerveuses

 -Autres traumatismes

13-Classification d'Agarwal et Chadha :

 -site fracturaire :

 • S0

 • S1

 • S2

 • S3

 -atteinte articulaire :

 • A0

 • A1

 • A2

- ouverture cutanée :

- O0
- O1
- O2
- O3

15-Traitement de la fracture humérale

16-Traitement de la fracture de l'avant bras :

-radius

-cubitus

17-Durée d'hospitalisation

18-Délai de consolidation

19-Evolution

20-Résultats fonctionnels : -bon

- moyen

- mauvais

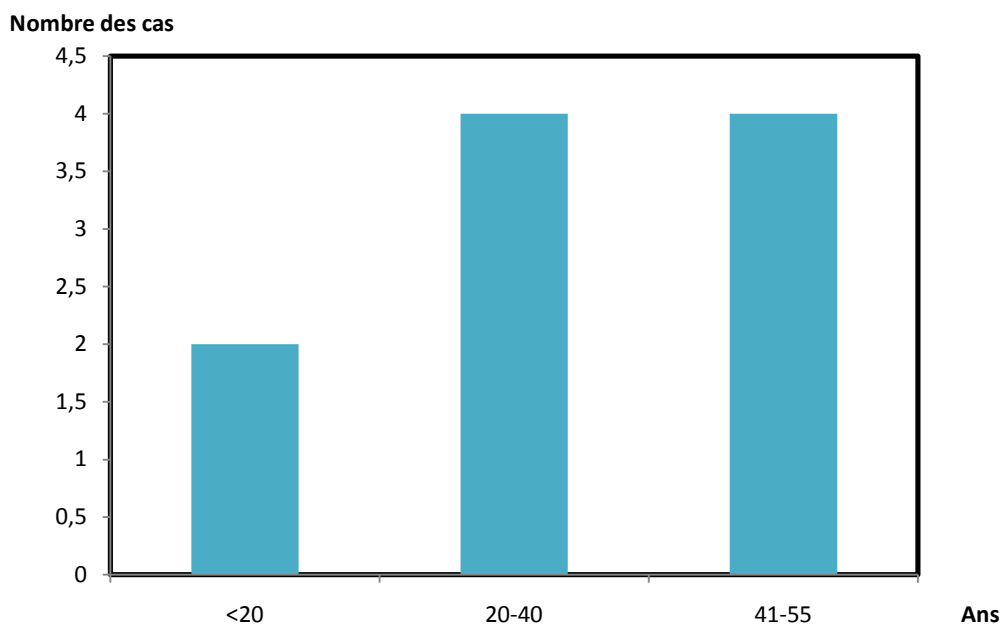
RESULTATS

I-données épidémiologiques

Notre étude rétrospective est portée sur dix cas du coude flottant qu'on a pu colliger au service de chirurgie ostéo-articulaire B4 de CHU Hassan 2 FES, cette étude concerne une durée de cinq ans (du mois de janvier 2009 au mois de décembre 2013), avec un recul moyen de 13 mois (de 6 à 20 mois]

1- Age :

Dans notre série les âges extrêmes étaient de 15 à 55 ans, avec un âge moyen de 35ans



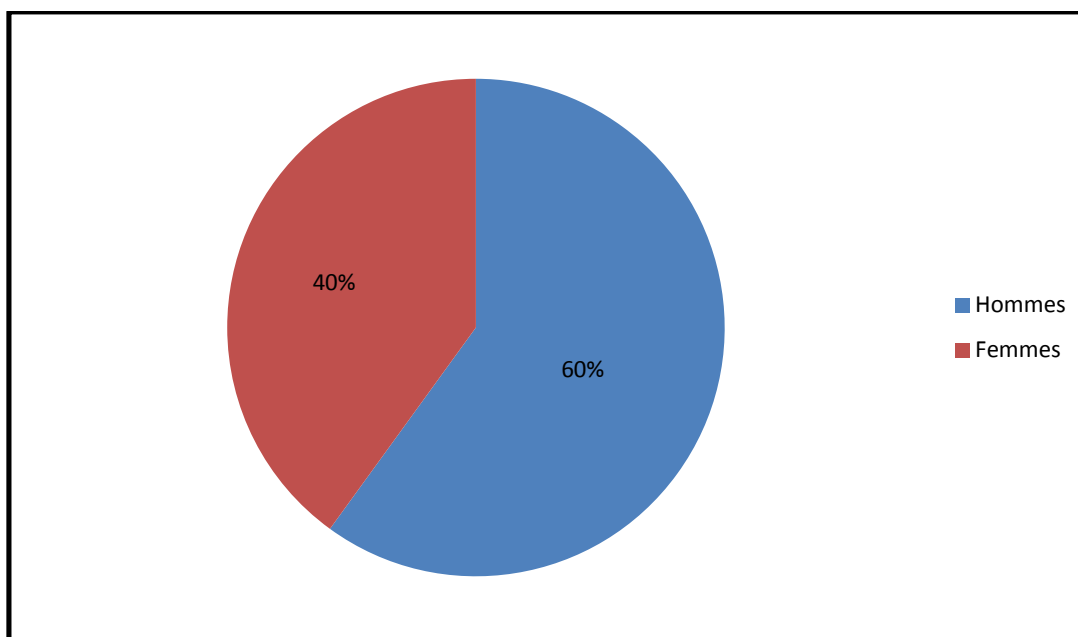
Graphique 1 : La répartition des malades par tranches d'âge

2-sexe

Sur 10 cas nous avons enregistré :

- Six hommes, soit 60%
- Quatre femmes soit 40%

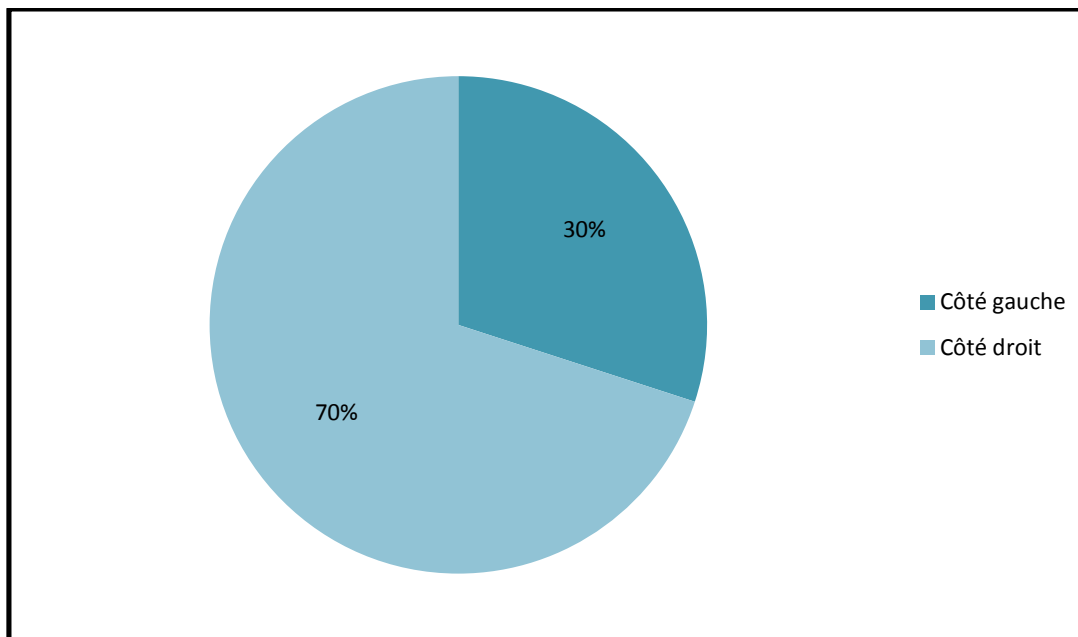
On constate une prédominance masculine



Graphique 2 : Répartition des malades en fonction du sexe

3-côté atteint

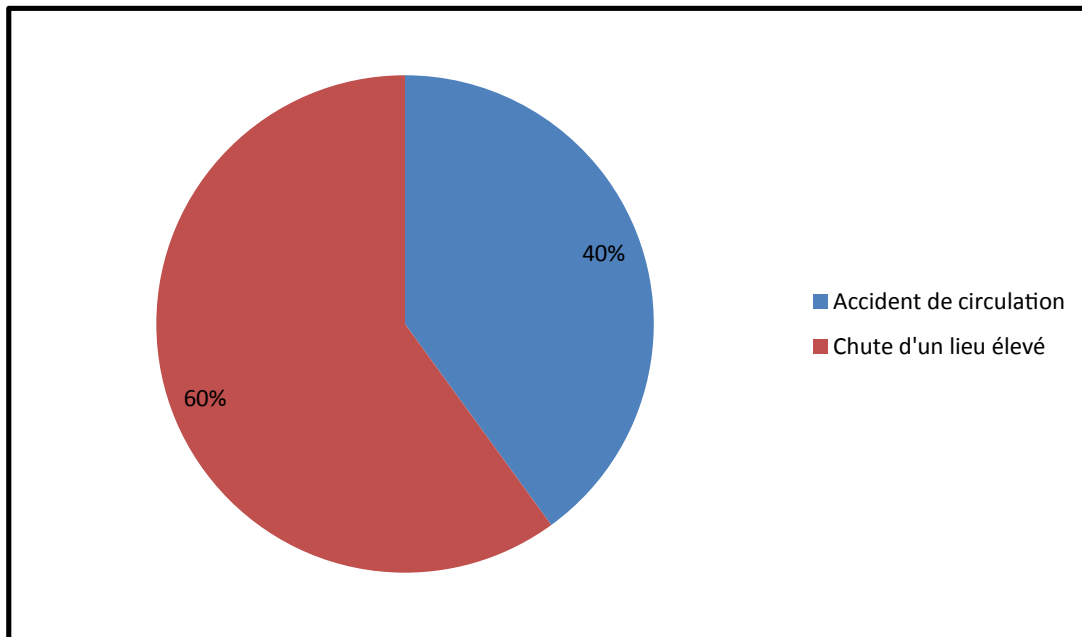
Dans notre série, on a noté une nette prédominance de l'atteinte du coté droit avec un pourcentage de 70%



graphique3 : Répartition des malades en fonction du côté atteint

4- les circonstances étiologiques :

Etiologie	Nombre de cas	Pourcentage %
Accident de circulation	4	40
Chute d'un lieu élevé	6	60



Graphique 4 : Répartition des malades en fonction de l'étiologie

Dans notre série la chute d'un lieu élevé est la principale cause du coude flottant

II- données cliniques

Tous nos malades ont été admis dans le cadre d'urgence, le but de l'examen initial a été :

- L'élimination d'une lésion majeure mettant en jeu le pronostic vital du malade
- La réalisation d'un examen loco-régional à la recherche d'une complication immédiate, telle qu'une lésion vasculaire qui est une urgence pour l'avenir vital du membre.
- Un syndrome de loge doit également être éliminé.
- La réalisation d'un examen général à la recherche d'autres lésions associées à distance, afin de dresser les priorités thérapeutiques.

1. examen du membre atteint :

Après avoir équilibré l'état hémodynamique et éliminé une urgence vitale, l'examen clinique et minutieux du membre traumatisé a montré chez tous nos malades :

- Une impotence fonctionnelle totale du membre atteint
- Douleur avec parfois œdème au niveau des deux foyers fracturaires
- Attitude du traumatisé du membre supérieur : patient penché en avant et le membre sain soutenant le membre blessé.

2. l'ouverture cutanée

Dans notre série nous avons trois malades qui ont présentés des fractures ouvertes, ces dernières ont été classifiées selon les critères de **Gustilo** :

- Une fracture ouverte du bras stade I : 10%
- Une fracture ouverte du bras stade II : 10%
- Une fracture ouverte de l'avant bras stade II : 10%

3. complications vasculo-nerveuses

a- Les lésions vasculaires

Dans notre série aucun patient ne présentait une lésion vasculaire associée au traumatisme du membre supérieur.

b- les lésions nerveuses

Dans notre série les lésions nerveuses ont été représentées par une paralysie radiale. Deux de nos patients soit un taux de 20%, ont présenté une paralysie radiale initiale

4. les lésions associées à distance

Dans notre série on a constaté :

- une fracture du radius controlatéral
- deux fractures du cotyle
- une fracture du scaphoïde
- deux traumatismes crâniens

III-bilan radiologique

Chez nos malades le diagnostic du « coude flottant » a été évoqué par la clinique et confirmé par le bilan radiologique standard.

1- les incidences radiologiques

Deux incidences face et profil de chaque segment prenant les articulations sus et sous jacentes,

2-Siège du trait de fracture

Dans notre série le siège du trait de fracture était variable aussi bien au niveau de l'humérus qu'au niveau de cubitus ou du radius.

Tableau 1 : Siège du trait de fracture au niveau de l'humérus, cubitus et radius

Siège		Extrémité supérieure	diaphyse	Extrémité inférieure
Humérus	Nombre de cas	2	7	1
	Pourcentage	20%	70%	10%
Cubitus	Nombre de cas	-	10	-
	Pourcentage	-	100%	-
radius	Nombre de cas	-	8	2
	Pourcentage	-	80%	20%

On a constaté que les fractures diaphysaires prédominent au niveau des deux segments brachial et antébrachial.

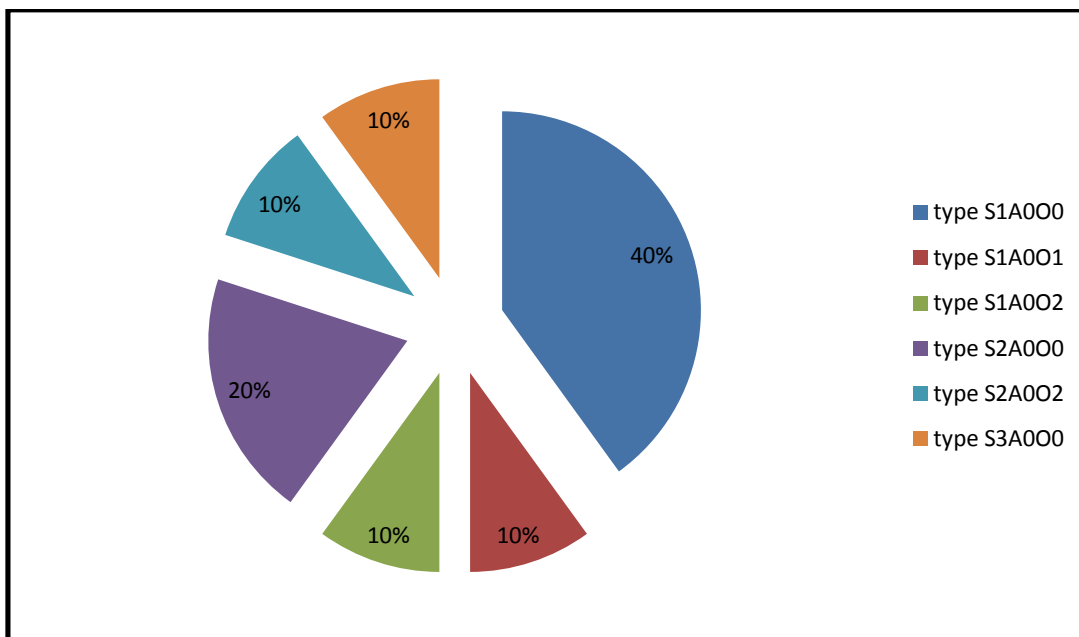
IV-CLASSIFICATION

Les différentes fractures ont été classées selon la classification universelle des traumatismes flottants proposée par Agarval et Chadha : [11]

Tableau 2 :Classification universelle d'Agarval et Chadha des traumatismes flottants

Site fracturaire : S	Atteinte articulaire : A	Ouverture cutanée : O (classification de Gustilo)
S0 un seul site	A0 sans atteinte articulaire	O0 traumatisme fermé
S1 bidiaphysaire	A1 une seule composante articulaire	O1
S2 unidiaphysaire et unimétaphysaire	A2 deux composantes articulaires	O2
S3 bimétaphysaire		O3 a, b, c

Résultats selon la classification :



Graphique 5 : Répartition des cas de notre série selon la classification d’Agarwal et Chadha

On remarque que le type S1A000 est le plus fréquent.

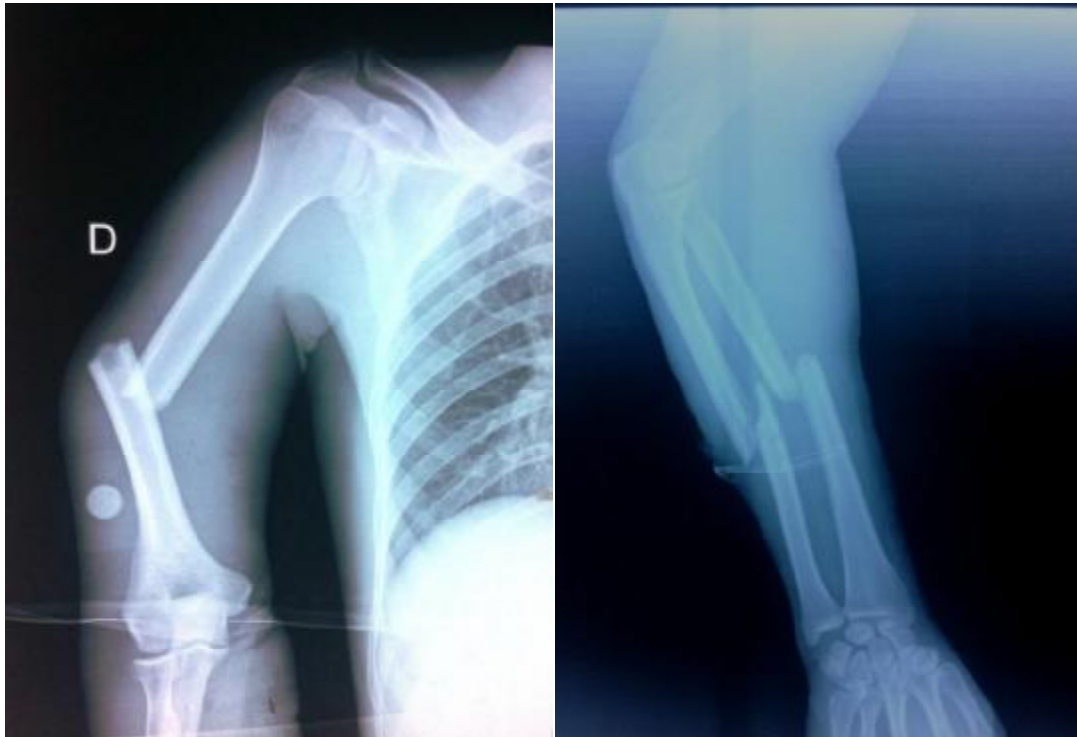


Figure 1 .un coude flottant type S1A000.

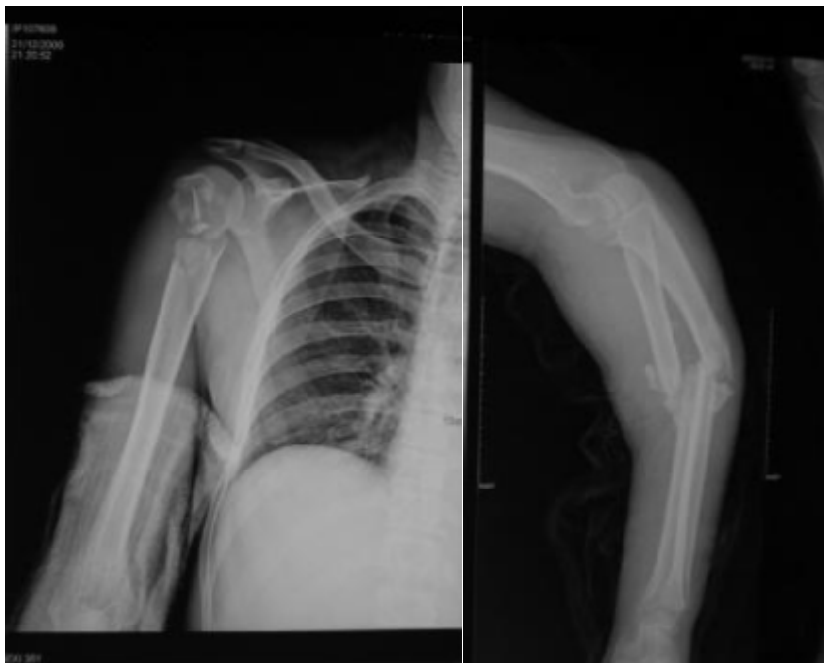


Figure 2 .un coude flottant type S2A000

V-TRAITEMENT

Le traitement choisi pour l'ensemble de nos malades était chirurgical, aussi bien pour l'humérus que pour l'avant bras.

Les méthodes thérapeutiques sont variées suivant : le type de l'association lésionnelle, le type de la lésion dans chaque segment du membre, la nature des lésions associées mais également selon le choix de l'opérateur.

1- technique opératoire

A- Délai d'intervention :

Le délai opératoire été varié entre 1 et 3 jours avec une moyenne de 48h

B- type d'anesthésie :

L'anesthésie générale a été adoptée chez tous nos patients

C- la chronologie opératoire :

Dans les 10 cas, la fixation de l'humérus et du squelette de l'avant bras a été réalisée.

Nous avons noté l'ordre d'intervention entre l'humérus et les deux os de l'avant bras, on commence toujours par l'humérus.

D- le matériel d'ostéosynthèse :

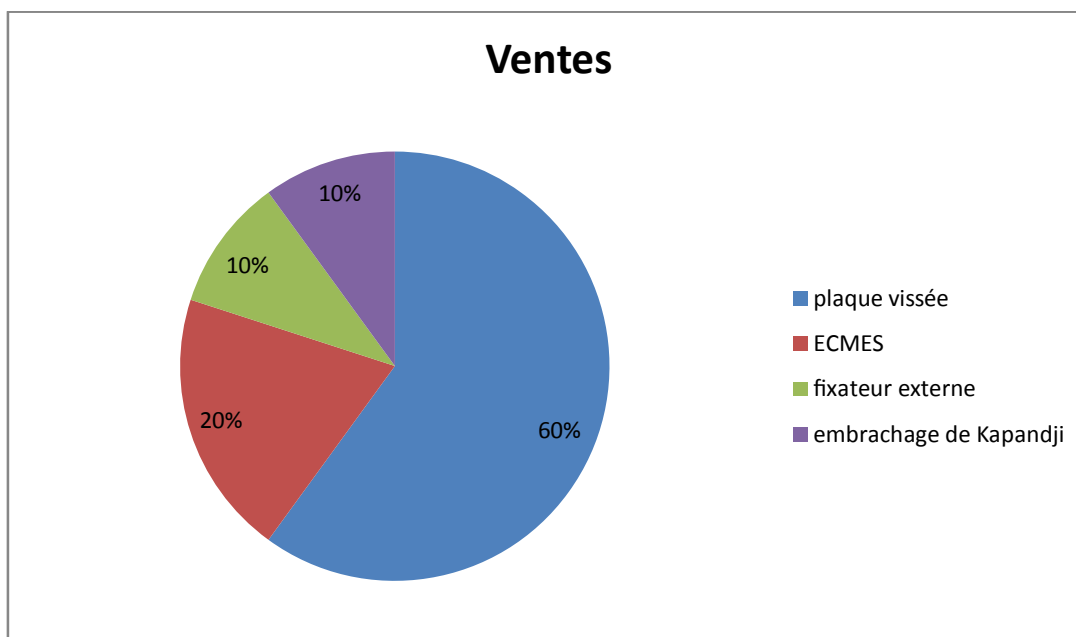
Le matériel d'ostéosynthèse utilisé dans notre série est

- Plaque visée DCP
- Plaque anatomique
- Plaque lecestre
- ECMES
- Embrochage de kapandji
- Fixateur externe

1- nos moyens d’ostéosynthèses utilisés dans le traitement des lésions humérales

Tableau 3 : Matériel d’ostéosynthèse en fonction du siège du trait de fracture

Matériel d’ostéosynthèse	Lésion humérale	Nombre de cas
Plaque vissée	la diaphyse	5
	Humérus proximal	1
ECMES	La diaphyse	2
Fixateur externe	Humérus distal	1
Embrochage de kapandji	Humérus proximal	1



Graphique 6 ; moyens d’ostéosynthèses utilisées dans le traitement des lésions humérales

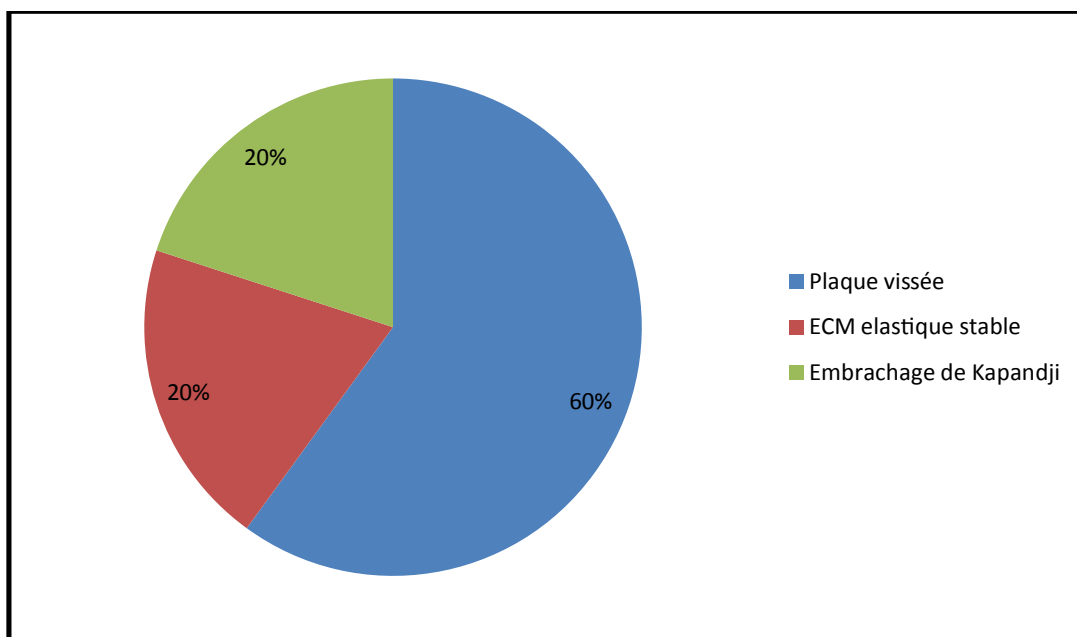
Le matériel d'ostéosynthèse le plus utilisé dans notre série pour la fixation des lésions humérales est la plaque vissée : 60%,

2- Nos moyens d'ostéosynthèses utilisés dans le traitement des lésions antébrachiales

2-1 moyens d'ostéosynthèse des fractures du radius

Tableau 4 : Matériel d'ostéosynthèse en fonction du siège du trait de fracture

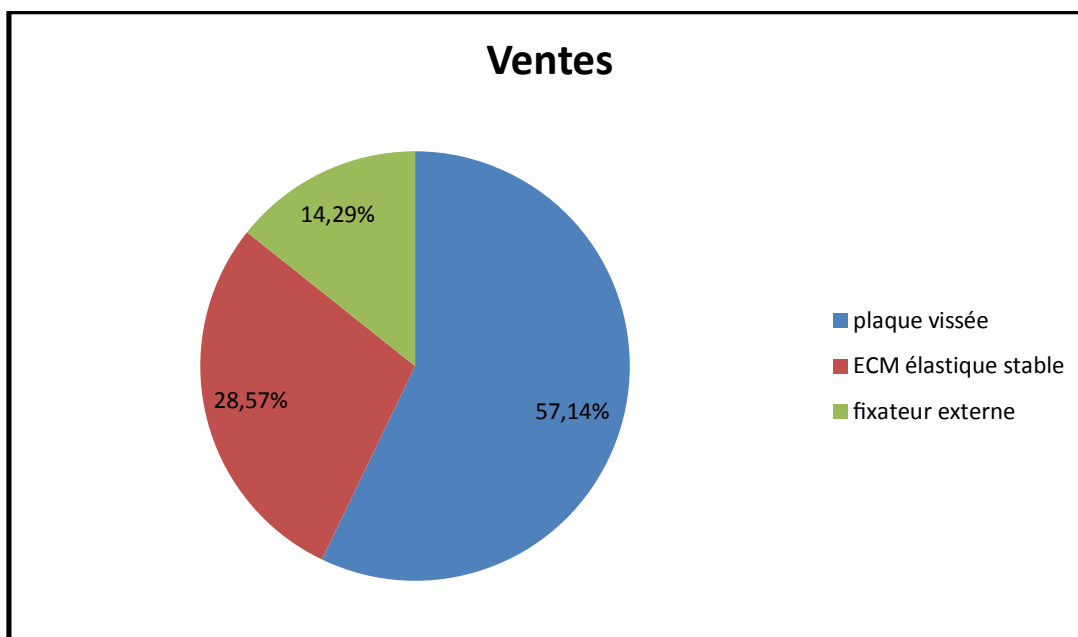
<i>Matériel d'ostéosynthèse</i>	<i>Lésions antébrachiales</i>	<i>Nombre de cas</i>
Plaque vissée	Tiers moyen de la diaphyse	6
ECMES	Tiers moyen de la diaphyse	2
Embrochage de kapandji	Radius distal	2



Graphique 7 : moyens d'ostéosynthèses du radius

2-2 moyen d'ostéosynthèse des fractures du cubitus**Tableau 5 : Matériel d'ostéosynthèse en fonction du siège du trait de fracture**

<i>Matériel d'ostéosynthèse</i>	<i>Lésions antébrachiales</i>	<i>Nombre de cas</i>
Plaque vissée	Tiers moyen de la diaphyse	4
ECMES	Tiers moyen de la diaphyse	2
Fixateur externe	Tiers moyen de la diaphyse	1

**Graphique 8 : Moyens d'ostéosynthèse du cubitus**

Le matériel d'ostéosynthèse le plus utilisé pour la fixation des lésions antébrachiales est la plaque vissée.

L'antibioprophylaxie était systématique chez tous les patients.



Figure 3-A : ostéosynthèse interne par plaque vissée anatomique de l’humérus proximal.

Figure3-B : ostéosynthèse interne par deux plaques vissées dynamique de l’avant bras.



Figure 4-A : ostéosynthèse interne par plaque vissée lecestre de la diaphyse humérale.

Figure 4-B : ostéosynthèse interne par deux plaques vissées dynamique de l'avant bras.

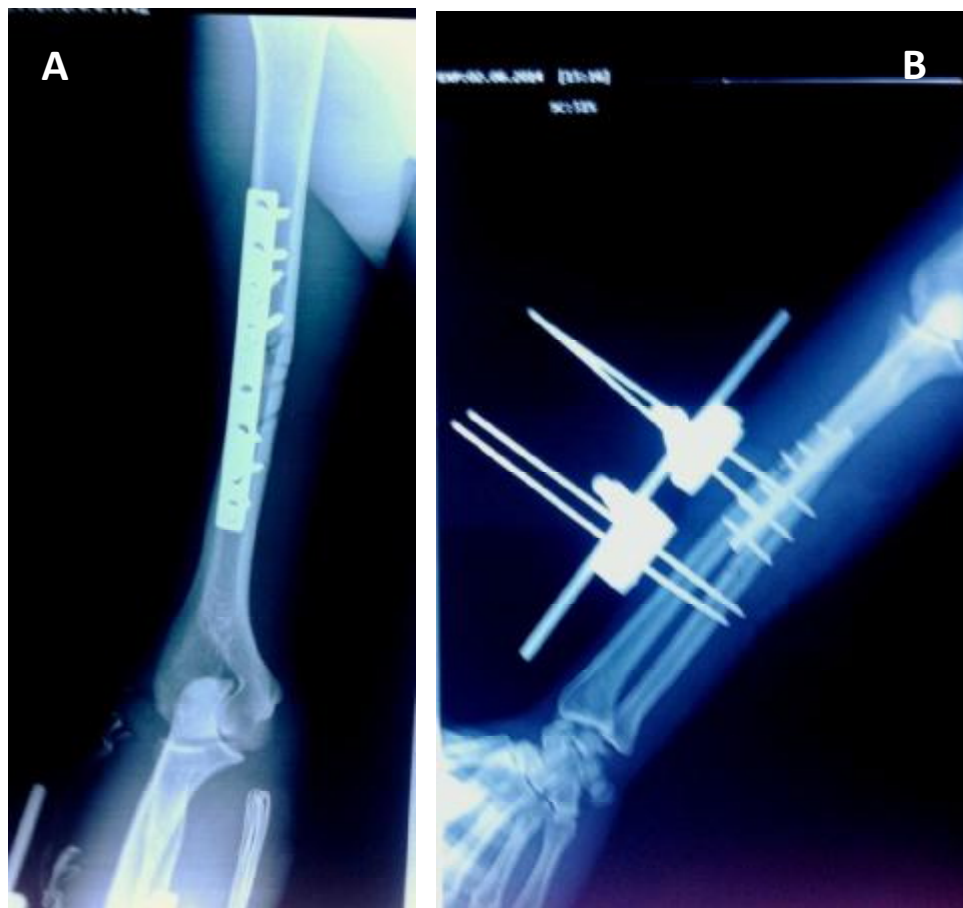


Figure 5-A : ostéosynthèse interne par plaque vissée dynamique de la diaphyse humérale.

Figure 5-B : ostéosynthèse interne par plaque vissée dynamique du radius et par fixateur externe du cubitus.



Figure 6-A ostéosynthèse par ECMES de la diaphyse des deux os de l'avant bras

Figure 6-B ostéosynthèse par ECMES de la diaphyse huméral

2-la rééducation :

Tous les malades ont bénéficié d'une rééducation précoce, elle a intéressé l'épaule, le coude et le poignet.

VI- L'évolution**A-délai de consolidation :**

Dépend de la localisation de la fracture

- Deux à cinq mois pour L'humérus avec une moyenne de 3,5 mois chez 9 patients soit un taux de 90% (un cas de pseudarthrose humérale).
- Deux à trois mois pour l'avant bras avec une moyenne de 2,5 mois chez tous les patients soit un taux de 100%.

B-complications :**1-complications immédiates :****a- l'infection :**

Dans notre série on n'a noté aucun cas d'infection post opératoire précoce.

b-paralysie radiale iatrogène :

On n'a décelé aucun cas de paralysie radiale iatrogène.

2-complications secondaires et tardives :**a- le déplacement secondaire :**

On a noté un cas de déplacement secondaire sur plaque vissée de l'humérus, la patiente a bénéficié d'une reprise chirurgicale avec ostéosynthèse par deux broches de Métezeau

b- syndrome de loge :

Ont n'a décelé aucun cas de syndrome de loge

c- pseudarthrose :

La pseudarthrose aseptique humérale a été rencontrée chez un patient, le traitement a consisté en une deuxième ostéosynthèse après ablation du matériel et décortication suivie d'une greffe spongieuse.

Aucune pseudarthrose septique n'a été décelée.

d- cal vicieux :

On n'a noté aucun cas de cal vicieux

e- raideur du coude :

On a noté deux cas de raideur du coude soit un pourcentage de 20%, la cause qui peut être à l'origine de cette raideur est le non suivi de la rééducation.

VII- Les résultats fonctionnels

1-les critères d'évaluation des résultats :

L'appréciation des résultats tardifs de nos malades a nécessité un suivi régulier et prolongé.

Les malades ont été revus en consultation périodique avec un recul moyen de 13 mois.

La classification de Lange et Foster prenant en compte la fracture et la restauration fonctionnelle du membre supérieur [7] a été utilisée pour l'évaluation de nos patients :

Bon résultat : consolidation des fractures, absence de limitation fonctionnelle significative ;

Moyen : consolidation des fractures sans reprise chirurgicale mais avec limitation des mouvements ou modification possible des activités ;

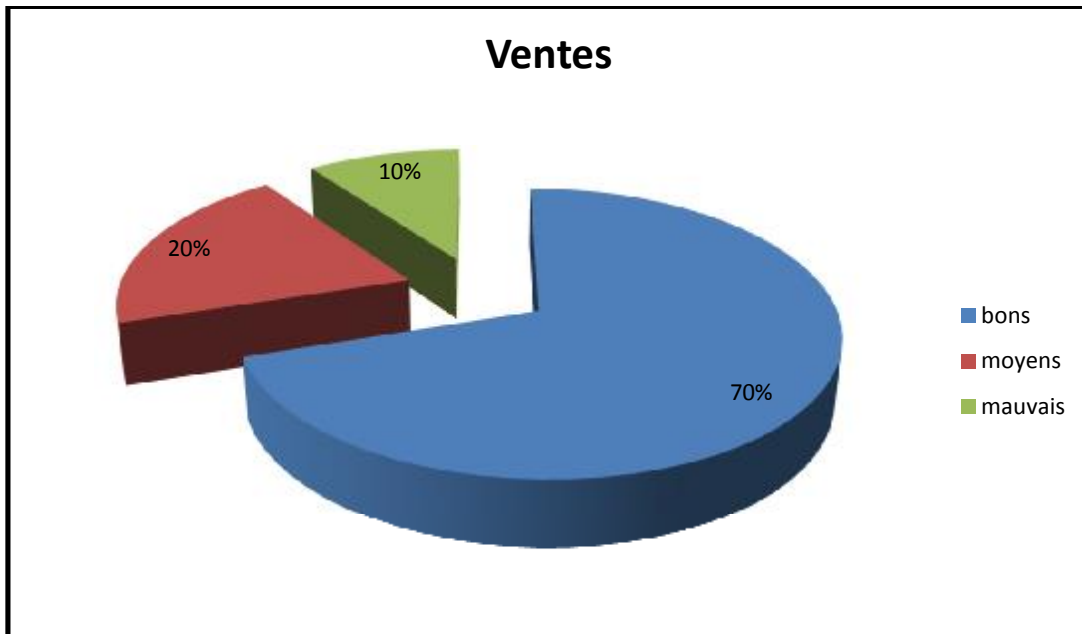
Mauvais : absence de consolidation + reprise chirurgicale ou si complication majeure ou si limitation importante des activités.

2-Les résultats globaux :

Bons : sept cas.

Moyens : deux cas de raideur du coude.

Mauvais : un cas de pseudarthrose de l'humérus.



Graphique 9 : Répartition de nos malades selon les résultats fonctionnels

Dans notre série les résultats bons sont prédominants avec un taux de 70%.

3-résultats analytiques :**a. selon l'ouverture cutanée :**

Résultats		bons	Moyens	Mauvais
2 fractures fermées	nombre de cas	5	0	2
	Pourcentage %	71,43		28,57
1 ou 2 fractures ouvertes	nombre de cas	2	1	0
	Pourcentage %	66,66	33,33	

Dans notre série on a noté :

- 71,43% des résultats bon et moyen pour les fractures fermées.
- 100% des résultats bon et moyen pour les fractures ouvertes.

b. Selon les lésions nerveuses :

Résultats		bon	Moyen	Mauvais
Malades sans lésions nerveuses	nombre de cas	7	1	
	Pourcentage %	87,5	12,5	
Malades avec lésions nerveuses	nombre de cas	0	0	2
	Pourcentage %			100

Tous les malades ayant des lésions nerveuses ont des résultats fonctionnels mauvais.

Les lésions nerveuses ont aggravé les résultats fonctionnels ultérieurs.

DISCUSSION

I-HISTORIQUE :

Le « coude flottant » reste une entité peu fréquente comme en témoigne la rareté des publications, et dont le traitement n'a pas encore fait l'unanimité des auteurs [7].

La notion du coude flottant était présentée la première fois par STANISKI et MICHELI [9] pour décrire chez l'enfant un modèle de lésion impliquant des fractures concomitantes, et ipsilatérales de l'humérus et de l'avant bras. Cette description a été prolongée aux patients adultes qui soutiennent des fractures ipsilatérales de l'humérus et de l'avant bras.

Ce sont ROGERS, BENNETT et TULLOT [12] qui proposèrent en 1982 la notion du « coude flottant » par similitude aux fractures étagées du membre inférieur réalisant le « genou flottant ».

Pendant que la communauté orthopédique s'est développée pour comprendre mieux les fractures isolées de l'humérus et de l'avant bras, cette connaissance a été employée pour améliorer les résultats des traitements des fractures étagées du membre supérieur [13].

II-RAPPEL ANATOMIQUE

1-anatomie du bras [14,15]

1-1- Squelette

1-1-1- Définition

L'humérus forme le squelette du bras, il présente deux extrémités, supérieure et inférieure et un corps

1-1-2-extrémité supérieure de l'humérus

Elle est constituée par :

- la tête humérale : a une forme de demi-sphère et s'articule avec la cavité glénoïdale de la scapula
- le col anatomique : il s'étend entre les tubercules majeur et mineur latéralement, et entre la tête et la diaphyse plus médialement
- les tubercules majeur (trochin) et mineur (trochiter) : sont des faces proéminentes de la partie proximale de l'humérus
- le sillon intertuberculaire ou gouttière bicipitale sépare les tubercules majeur et mineur, où passe le tendon du chef long du biceps brachial.
- le col chirurgical

1-1-3-le corps huméral

Il est triangulaire à la coupe et présente trois faces et trois bords

-les faces :

Antérolatérale : caractérisée dans sa partie supérieure par le V deltoïdien

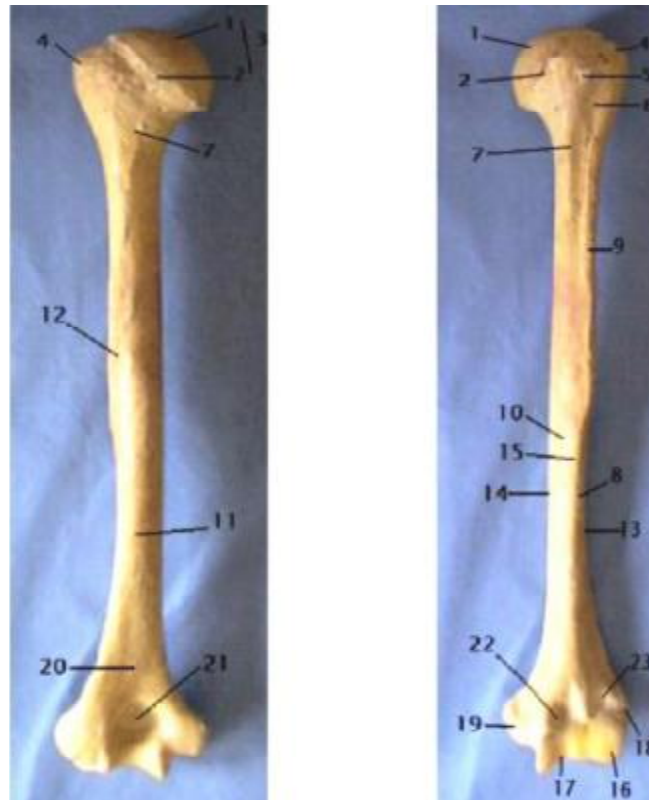
Antéromédiale

Postérieure : traversée par la gouttière du nerf radial ou chemine le nerf radial et l'artère humérale profonde avec ses veines satellites

-les bords : au nombre de trois ; latéral, médial et postérieur.

1-1-4-l'extrémité inférieure : elle comporte :

- deux zones articulaires : l'une latérale c'est **le capitulum**, et l'autre médiale c'est la **trochlée**.
- deux saillies osseuses surplombant chacune une surface articulaire : **l'épicondyle latéral**, et **l'épicondyle médial ou épitrochlée**.
- L'ensemble est relié au reste de l'os par :
- **la palette humérale** : elle comporte en arrière **la fossette olécranienne**, en avant **la fossette coronoïde**, en avant et en dehors **la fossette condylienne**



Vue postérieure

Vue antérieure

Figure 7 : vue antérieure et postérieure de l'humérus [16]

- 14. Surface articulaire
- 15. Col anatomique
- 16. tête humérus
- 17. trochiter
- 18. trochin
- 19. coulisse bicipitale
- 20. le col chirurgical
- 21. face latérale
- 22. V deltoïdien
- 23. Face médiale

- 1. Face postérieure
- 2. Gouttière du nerf radial
- 3. Bord latéral
- 4. Bord médial
- 5. Bord antérieur
- 6. Capitulum
- 7. Trochlée
- 8. Epicondyle latéral
- 9. Epitrochlée
- 10. Palette humérale
- 11. Fossette olécranienne
- 12. Fossette coronoïde
- 13. Fossette condylienne

1-2-artères et veines

1-2-1-artères

Artère brachiale (humérale) : c'est la principale artère du bras, qui se trouve dans le compartiment antérieur, elle prolonge l'artère axillaire au niveau du bord inférieur du muscle grand rond, et se termine juste sous l'articulation du coude ou se divise en artères radiale et ulnaire.

L'artère brachiale profonde : c'est la plus grosse branche de l'artère brachiale. Elle passe dans le compartiment post du bras qu'elle vascularise, l'artère humérale profonde et le nerf radial cheminent dans le sillon du nerf radial à la face post de l'humérus

1-2-2-les veines

Les veines brachiales : au nombre de deux, accompagnent l'artère brachiale

Deux veines satellites de l'artère brachiale profonde, Deux veines superficielles principale : la veine céphalique et la veine basilique.

1-3-les nerfs : L'innervation du membre supérieur provient des branches collatérales et terminales du plexus brachial.

1-3-1-le plexus brachial :

Il est formé à partir des branches antérieures des cinquième, sixième, septième, huitième nerfs cervicaux et celle du premier nerf dorsal, anastomosées entre elles et formant d'abord trois troncs primaires

Les trois troncs primaires se divisent chacun en deux branches, postérieure et antérieure.

Les trois branches postérieures des troncs primaires fusionnent en un **tronc secondaire postérieur.**

Les branches antérieures des premier et deuxième troncs primaires forment le **tronc secondaire antérolatéral**

La branche antérieure du troisième tronc primaire donne **le tronc secondaire antéro-médial**

Les troncs secondaires du plexus brachial se terminent en donnant :

- **le nerf brachial cutané interne et son accessoire, le nerf cubital, et la racine médiale du nerf médian, pour le tronc secondaire antéro-médial,**
- **le nerf musculo-cutané et la racine latérale du nerf médian, pour le tronc secondaire antéro-latéral,**

1-3-2-les nerfs du bras :

- **le nerf musculo-cutané :** il arrive au bras en perforant le muscle coraco-brachial qu'il a innervé au passage.

Au niveau du bras il chemine entre les deux couches musculaires, en avant le muscle brachial antérieur, en arrière le muscle biceps, et il se dirige obliquement en bas et en dehors.

- **le nerf médian :** il se place sur un plan antérieur par rapport à l'artère brachiale. D'abord situé sur son bord externe, il croise en X allongé sa face antérieure obliquement de haut en bas et de dehors en dedans pour se placer sur son côté interne à la partie basse de la région, il n'abandonne aucun collatéral au niveau du bras.
- **le nerf ulnaire :** le nerf ulnaire entre dans le bras avec le nerf médian et l'artère axillaire, à la moitié du bras, le nerf ulnaire traverse le septum intermusculaire médial et entre le compartiment postérieur ou il chemine devant le chef médial du triceps brachial.
- **le nerf radial :** pénètre dans le bras par une fente entre le col chirurgical de l'humérus et la longue portion du muscle triceps appelée la fente huméro-tricipitale, et rejoint ensuite l'artère brachiale profonde et ses veine satellites, pour cheminer ensemble dans la gouttière du nerf radial,
- Au tiers inférieur du bras, le nerf radial devient latéral, perfore la cloison intermusculaire latérale et descend jusqu'à la gouttière bicipitale latérale.



Figure 8 : Vue médiale du bras [16]



Figure 9 : Vue latérale du bras [16]

1-3-les muscles

1-2-1-le compartiment antérieur

Ce compartiment contient trois muscles : **biceps brachial**, constitué de deux chefs, la courte portion et la longue portion, **coracobrachial** et **brachial antérieur**.

1-2-2-le compartiment postérieur

Ce compartiment contient un seul muscle

- **le muscle triceps brachial**, est constitué de trois portions distinctes :
 - la longue portion
 - le vaste latéral
 - le vaste médial

Ces trois portions fusionnent pour constituer le corps du muscle

2- anatomie du coude [14,15]

2-1- les articulations du coude

Le coude est le trait d'union entre le bras et l'avant bras. Cette jonction se fait entre l'extrémité de trois os qui forment trois articulations :

Huméro-radiale, huméro-cubitale, et radio-cubitale proximale.

Les surfaces articulaires :

- **L'extrémité inférieure de l'humérus** : comporte deux surfaces articulaires : le capitulum, et la trochlée
- **L'extrémité supérieure du cubitus** : Elle est volumineuse et présente, en avant :
 - **la grande cavité sigmoïde**, qui épouse la trochlée humérale formant l'articulation trochléenne.
 - **la petite cavité sigmoïde**, latéralement répond à la tête radiale.

En arrière : – l'olécrane, relief palpable du coude
 – l'apophyse coronoïde

- **L'extrémité supérieure du radius** : Elle comporte : **la tête radiale**, portion de cylindre avec deux parties articulaires, **la cupule radiale**, excavé et répond au capitulum formant **l'articulation condylienne**, **la bande circonférentielle**, placée au -dessous, s'articule à la petite cavité sigmoïde du cubitus. La tête radiale est séparée du reste du corps de l'os par : le col du radius.

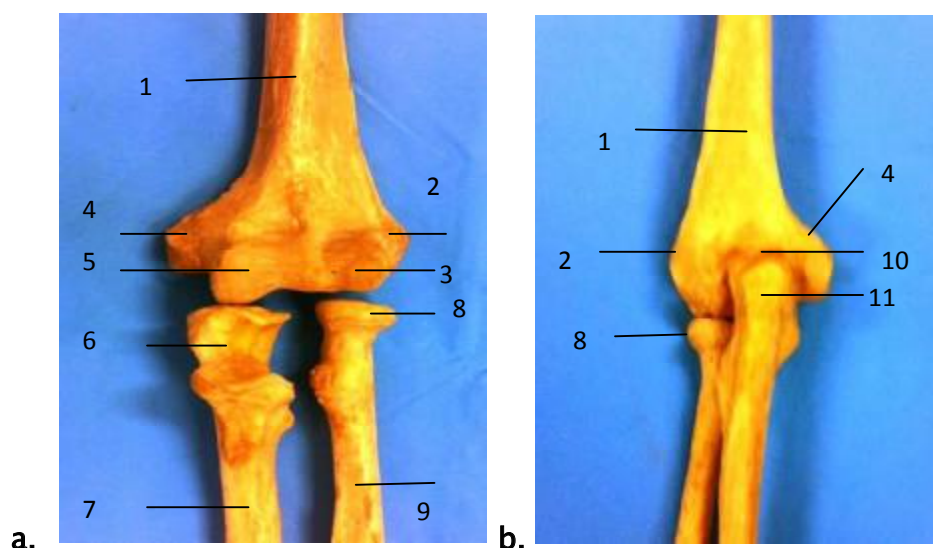


Figure 10 : vue antérieure (a) et vue postérieure (b) de l'articulation du coude [16]

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 6. Humérus | 1. Cubitus |
| 7. Epicondyle latéral | 2. Tête radiale |
| 8. Capitulum | 3. Radius |
| 9. Epitrochlée | 4. Fossette olécranienne |
| 10. Trochlée | 5. Olécrane |
| 11. Incisure trochléaire | |

Les moyens d'union :

1-la capsule : forme un manchon fibreux qui englobe les trois extrémités osseuses. En s'insérant sur le porteur de leurs surfaces articulaires respectives :

- **du côté huméral :** en avant et en arrière, sur le pourtour des trois fossettes, latéralement sur le bord inférieur de l'épitrôchlée et de l'épicondyle.
- **du côté cubital :** elle couvre la cavité sigmoïde et laisse les becs olécranien et coronoïdien libres.
- **du côté radial :** la capsule s'insère autour du col mais s'interrompt latéralement par le ligament annulaire de l'articulation cubito-radiale supérieure, en s'unissant à lui.

2-les ligaments articulaires :

- **le ligament antérieur :** en forme d'éventail, et étendu des fossettes antérieures, et des faces antérieures de l'épitrôchlée et de l'épicondyle, au bord externe de l'apophyse coronoïde, où quelques fibres se perdent sur le ligament annulaire.
- **le ligament postérieur :** comprend trois sortes de fibres :
 - Profondes, verticales, huméro-olécranienne.
 - moyennes, transversales, huméro-humérale.
 - Superficielle, oblique, huméro-olécranienne.
- **le ligament collatéral radial :** forme un éventail à trois faisceaux
 - Le faisceau antérieur est tendu de l'épicondyle au bord antérieur de la petite cavité sigmoïde.
 - Le faisceau moyen est tendu de l'épicondyle au bord postérieur de la petite cavité sigmoïde
 - Le faisceau postérieur est tendu de l'épicondyle au bord externe de l'olécrane, il est épais et de forme quadrilatère.

- **Le ligament collatéral ulnaire** : les trois faisceaux qui le constituent prennent attache sur l'épitrôchlée et se termine sur la face médiale de la grande cavité sigmoïde
 - Le faisceau antérieur, se termine sur le versant médial de l'apophyse coronoïde ;
 - Le faisceau moyen, se termine sur le tubercule coronoïde et se poursuit sur le bord médial du cubitus ;
 - Le faisceau postérieur, se termine sur le bord médial de l'olécrane

Entre la face médiale de l'apophyse coronoïde et l'olécrane, est tendue une bandelette fibreuse passant au dessous du faisceau moyen, appelée : **le ligament de Cooper**.

2-2-la région antérieure du coude : le pli du coude

A- les plans musculaires : il sont représentés par trois groupes musculaires.

- **un groupe musculaire moyen**, comportant d'avant en arrière les muscles suivants : biceps brachial, brachial antérieur
- **un groupe musculaire médial ou épitrôchléen** comprenant cinq muscles, disposés en deux plans :
 - a-un premier plan formé, de dehors en dedans, par les muscles :
 - rond pronateur
 - grand palmaire
 - petit palmaire
 - cubital antérieur

b- un deuxième plan formé par un seul muscle : le fléchisseur commun superficiel des doigts.

-un **groupe musculaire latéral ou épicondylien**. Ce groupe comprend quatre muscles superposés, de la profondeur vers la superficie, dans l'ordre suivant :

- le muscle court supinateur
- Le muscle deuxième radial
- Le muscle premier radial
- Le muscle long supinateur ou muscle brachioradial

b- les vaisseaux et nerfs

Les artères

- **L'artère humérale** : elle chemine suivant le bord médial du muscle biceps, elle se divise au niveau du coude en **artère radiale et artère cubitale**.

L'artère humérale donne, un peu au dessus de l'épitrôchlée, l'artère collatérale médiale inférieure qui se divise en deux branches, l'une antérieure, s'anastomose avec l'artère récurrente cubitale antérieure, branche de l'artère cubitale, l'autre postérieure qui s'anastomose avec l'artère collatérale médiale supérieure, qui à son tour s'anastomose avec l'artère récurrente cubitale postérieure.

- **L'artère humérale profonde** : elle chemine dans la gouttière bicipitale latérale et se divise en deux branches : l'une antérieure s'anastomose avec l'artère récurrente radiale antérieures, branche de l'artère radiale ; l'autre postérieure, s'anastomose avec l'artère récurrente radiale postérieure.

Les veines : Elles sont deux pour chaque artère.

Les nerfs

- **Le nerf médian** : il chemine dans la gouttière bicipitale médiale, en dedans de l'artère humérale, et passe entre les faisceaux épitrôchléen et coronôidien du muscle rond pronateur, et donne ses branches collatérales au niveau de la partie inférieure du pli du coude.

- **Le nerf radial** : chemine dans la gouttière bicipitale latérale, au niveau de la tête radiale, il se divise en deux branches, antérieure sensitive et postérieure motrice.

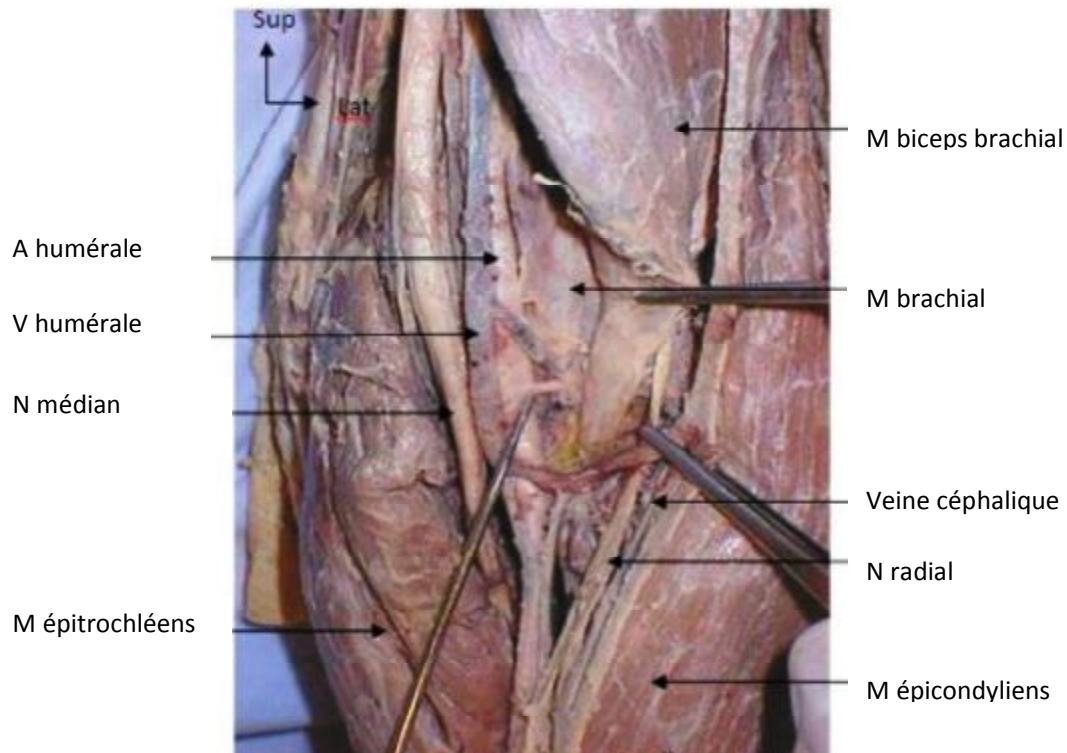


Figure 11 : vue antérieure du coude gauche [16]

3-Anatomie de l'avant bras [14,15]

3-1-le plan osseux : Formé par le radius et le cubitus, réunis l'un à l'autre par la membrane interosseuse

A- la diaphyse du radius : elle est triangulaire, située à la partie externe de l'avant bras, et présente trois faces et trois bords

Les faces : une face antérieure, qui s'étend de la tubérosité bicipitale à l'extrémité inférieure de l'os, postérieure, et latérale arrondie.

Les bords : au nombre de trois : médial ou interosseux, antérieur et postérieur.

B- l'espace interosseux

Entre le radius et le cubitus, de forme ovalaire, Il est comblé dans sa grande partie par la membrane interosseuse qu'est une membrane fibreuse, qui unit les corps du radius et du cubitus en s'insérant sur leurs bords interosseux respectifs.

C-la diaphyse cubitale

Elle est située à la partie interne de l'avant bras, et présente une légère concavité antérieure, et beaucoup plus grêle. Elle présente trois faces, antérieure, postérieure et médiale, et trois bords, latéral ou interosseux, postérieur ou crête cubital et médial.

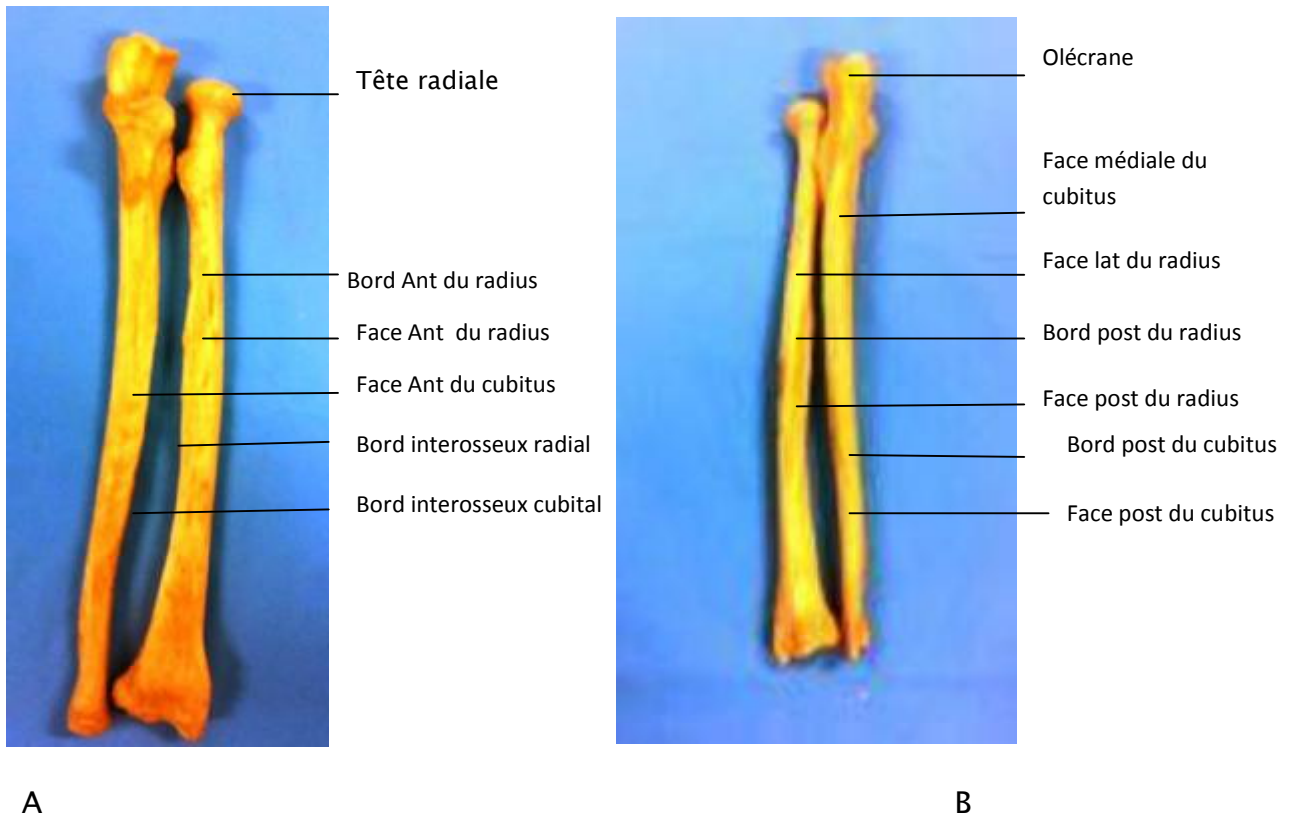


Figure 12 : vue antérieure (A) et vue postérieure (B) de l'avant bras [16]

3-2- vaisseaux et nerfs profonds

A- la région antérieure de l'avant bras

Les artères :

a- **l'artère radiale** : branche latérale de bifurcation de l'artère humérale, descend obliquement en bas et en dehors, jusqu'à la gouttière du pouls

b- **L'artère cubitale** : branche médiale de la bifurcation de l'artère humérale, descend obliquement en bas et en dedans, puis verticalement. Elle donne deux troncs artériels collatéraux : le tronc des artères cubitales antérieures et postérieures et le tronc des artères interosseuses qui se divise en deux branches : l'artère interosseuse antérieure et l'artère interosseuse postérieure.

Les veines : elles sont satellites des artères

Les nerfs : les nerfs de cette région sont :

a- **Le nerf médian** : elle chemine dans l'axe de l'avant bras

b- **Le nerf cubital** : Il descend verticalement en longeant le bord médial de l'avant bras

c- **Le nerf radial** : Il est représenté par sa branche antérieure sensitive, cette dernière pénètre dans la gaine du muscle long supinateur et continue son trajet jusqu'au tiers distal de l'avant bras, contourne le bord latéral de la région et devient postérieur.

B- La région postérieure de l'avant bras :

Les artères : La vascularisation de cette loge est assurée par l'**artère interosseuse postérieure**, il pénètre dans la région postérieure en franchissant le bord supérieur de la membrane interosseuse.

Les veines : Elles suivent le trajet de l'artère interosseuse postérieure

Les nerfs : Ils sont représentés uniquement par la branche terminale postérieure **du nerf radial**

3-3-les plans musculaires

a. La région antérieure de l'avant bras

Le plan musculaire superficiel : il est représenté par le groupe des muscles épicondyliens, en dehors et celui des muscles épitrochléens en dedans.

Les muscles épicondyliens : elles s'attachent en commun sur l'épicondyle huméral.

Les muscles épitrochléens : l'origine commune se fait sur l'épitrochlée.

Le plan musculaire moyen : il est constitué par un seul muscle, le muscle fléchisseur commun superficiel des doigts

Le plan musculaire profond : il est constitué de trois muscles :

- Le muscle long fléchisseur propre du pouce
- Le muscle fléchisseur commun profond des doigts
- Le muscle carré pronateur

b. La région postérieure de l'avant bras :

Les muscles de cette région sont disposés en deux plans.

Un plan superficiel constitué de quatre muscles :

- Le muscle anconé
- Le muscle cubital postérieur
- Le muscle extenseur propre du cinquième doigt
- Le muscle extenseur commun des doigts

Un plan profond :

- Le muscle long abducteur du pouce
- Le muscle court extenseur du pouce
- Le muscle long extenseur du pouce
- Le muscle extenseur propre de l'index

III-Biomécanique du coude

Le coude constitue l'articulation intermédiaire entre le bras et l'avant bras et permet d'orienter dans l'espace son extrémité active qui est la main.

On lui distingue 2 fonctions séparées :

- La flexion extension qui implique 2 articulations : l'articulation huméro ulnaire et l'articulation huméro radiale. Elle a un rôle de rapprochement et d'éloignement de la main par rapport au corps.

- La pronation supination (rotation axiale) qui concerne l'articulation radio ulnaire proximale. Elle a un rôle dans l'orientation de la paume de la main dans l'espace.

1. Le valgus physiologique

On définit le valgus physiologique, « carryng angle », par l'angle formé, dans le plan frontal, entre l'axe du bras et l'axe de l'avant bras comme représenté dans la figure 13.a [18,19]

Ceci est dû à l'orientation de la gorge de la trochlée qui n'est pas strictement verticale. En effet celle-ci est verticale sur une vue antérieure et oblique en bas et en dehors sur une vue postérieure (figure 13.b) [20]. Il en résulte qu'en extension complète l'avant bras se porte en valgus alors que lors de la flexion celui-ci vient se projeter en dedans du bras [18, 21].

Il existe donc un mouvement de varus valgus lors de la flexion extension du coude. Le valgus physiologique est variable de 9 à 14°, plus important chez la femme (15°) que chez l'homme (11°) [22].

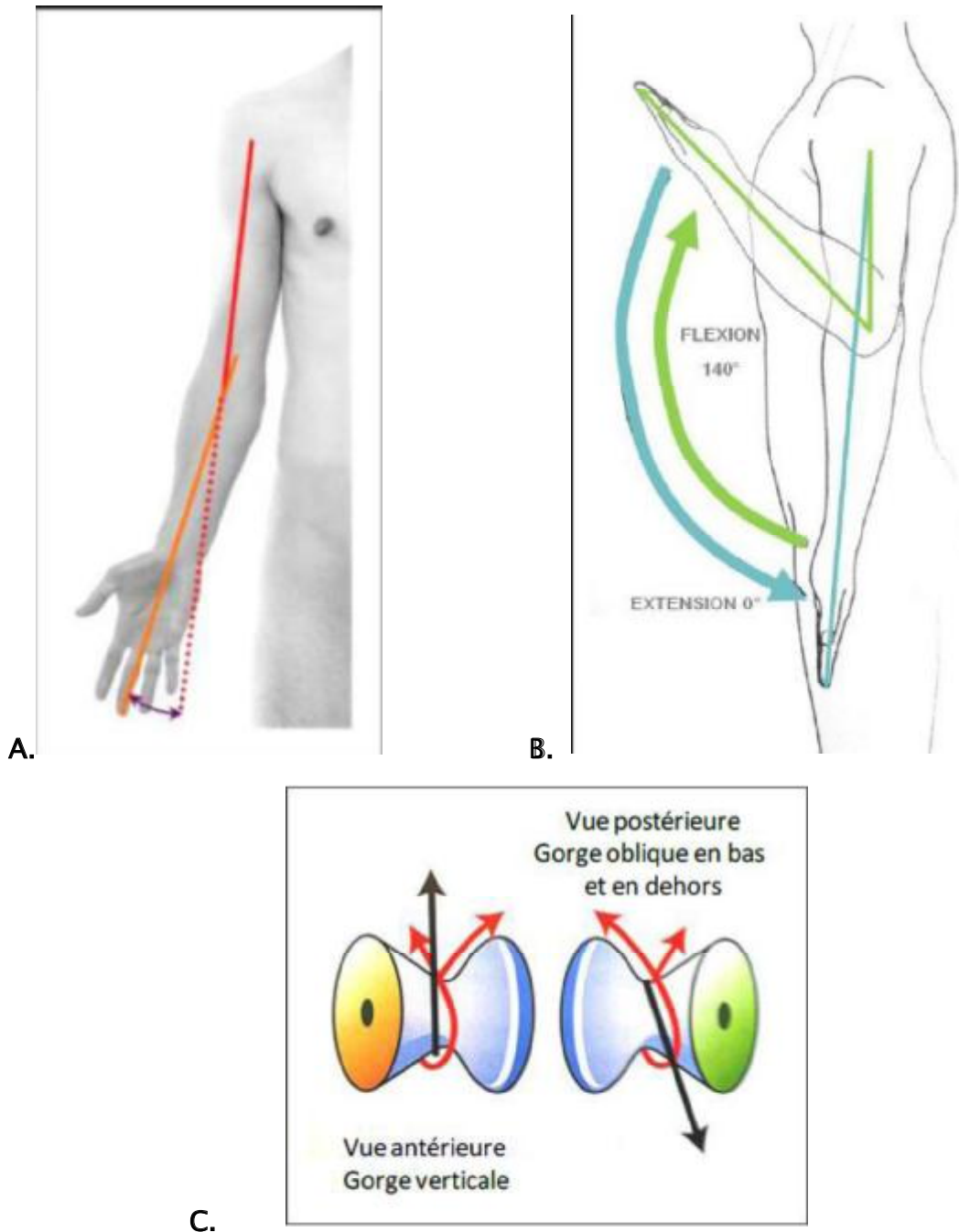


Figure 13 : Trochlée humérale

A. Valgus physiologique. En rouge est représenté l'axe du bras, en orange l'axe de l'avant bras

B. Représentation schématique de la trochlée et de l'orientation de la gorge (d'après Kapandji [20])

C. Amplitudes de flexion et d'extension

2. La flexion extension

2. 1. Les amplitudes articulaires

L'extension complète est de 0°. Au-delà, on parle d'hyper extension (5-10°).

La flexion complète passive est de 160°. La flexion complète active est de 140°, limitée par le volume des masses musculaires en contraction (figure 13.c) [23].

Il existe une notion de secteur minimum de flexion extension (entre 70 et 100°), de secteur utile (entre 30 et 130°) et secteur de « luxe » (entre 0 et 30° et entre 130 et 140°) [23, 24].

2. 2. L'axe de flexion extension

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

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

Initialement, l'axe de rotation du coude était considéré comme fixe [18] et correspondait approximativement à l'axe passant par le centre de la trochlée et par le centre du capitulum et se projetant distalement et ventralement aux deux épicondyles (figure 14) [23, 25].

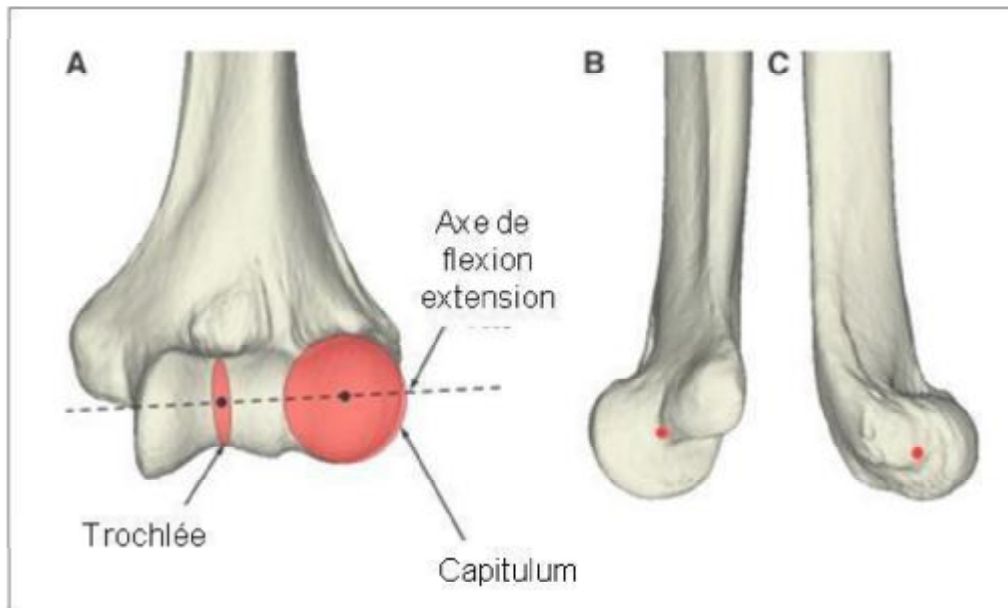


Figure 14 : Axe de rotation du coude d'après Mc Donald en 2010 [26].

A. Axe vu de face, l'axe de rotation passe par le centre de la trochlée et le centre du capitulum.

B. Vue médiale.

C. Vue latérale

En réalité, l'axe de rotation n'est pas fixe : le déplacement des surfaces articulaires associe un mouvement de glissement et de roulement, en particulier dans les mouvements extrêmes [19]. Cet axe est qualifié de « screw displacement axes » (SDA) [17]. Il en découle donc une succession d'axes instantanés de rotation qui changent d'orientation et de position pendant le mouvement de flexion (figure 15). Ces axes sont perpendiculaires à l'axe de l'avant bras entre 2 positions : flexion et extension extrême [19]. Ce mouvement n'est pas uniquement guidé par la géométrie des surfaces articulaires mais est aussi sous la dépendance des muscles, des ligaments et de la capsule articulaire [17].

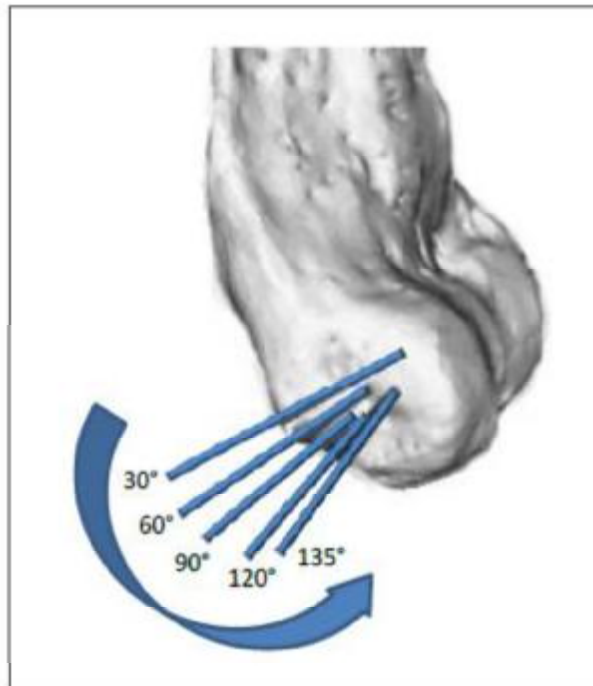


Figure 15: Représentation du déplacement de l'axe de rotation au cours de la flexion selon Goto-2004 [19].

2.3. Les muscles moteurs de la flexion extension

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

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

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

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

3. La pronation supination

3.1. Les amplitudes articulaires

La pronation supination s'étudie coude au corps, fléchi à 90°. On définit la position neutre comme une pronation supination à 0° c'est-à-dire pouce orienté vers le haut (figure 16).

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

La supination est réalisée lorsque la paume de la main est dirigée vers le haut, pouce en dehors. Son amplitude est de 90° [21, 23, 24].

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

Il existe une notion de secteur fonctionnel utile de 50° en pronation et 50° en supination [24].

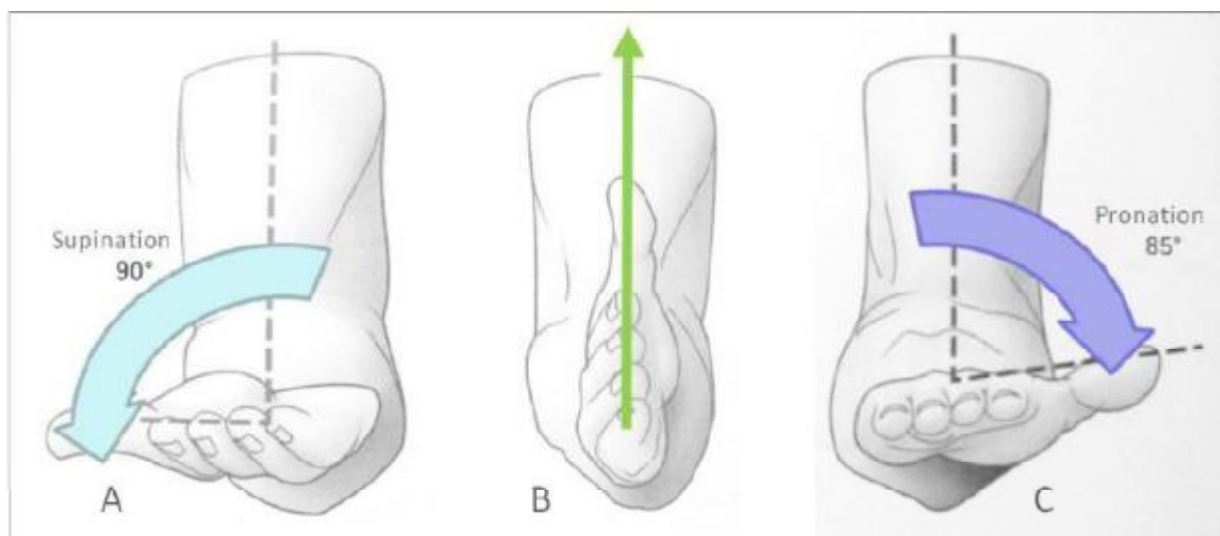


Figure 16 : Amplitudes de pronation et supination. A Supination. B Position neutre. C

Pronation

(D'après Kapandji [20])

3.2. Description du mouvement

Le mouvement de pronation supination se définit comme une rotation de l'avant bras autour de son axe longitudinal (figure 17). Cet axe est défini par la droite passant par l'articulation radio ulnaire proximale (RUP) et par l'articulation radio ulnaire distale (RUD) [27].

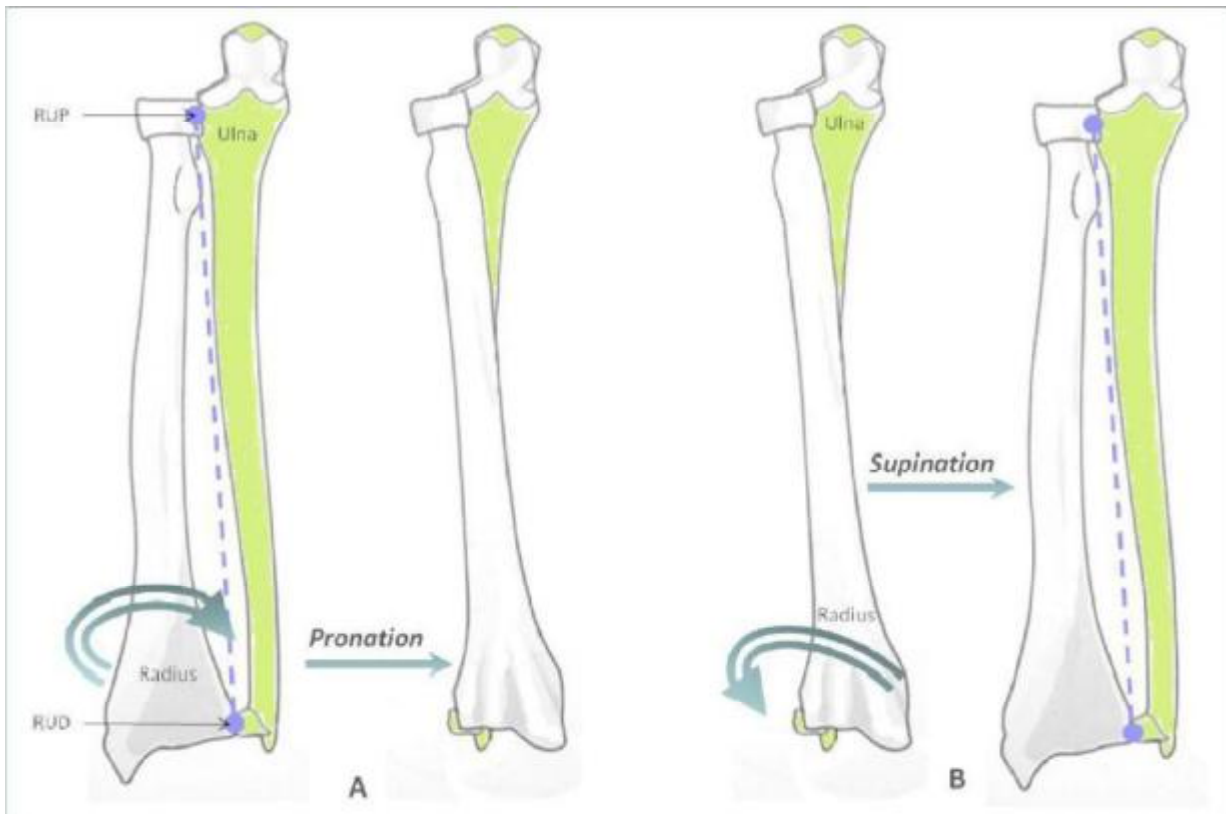


Figure 17 : A : Mouvement de pronation.

B : Mouvement de supination. En violet, l'axe de pronation supination

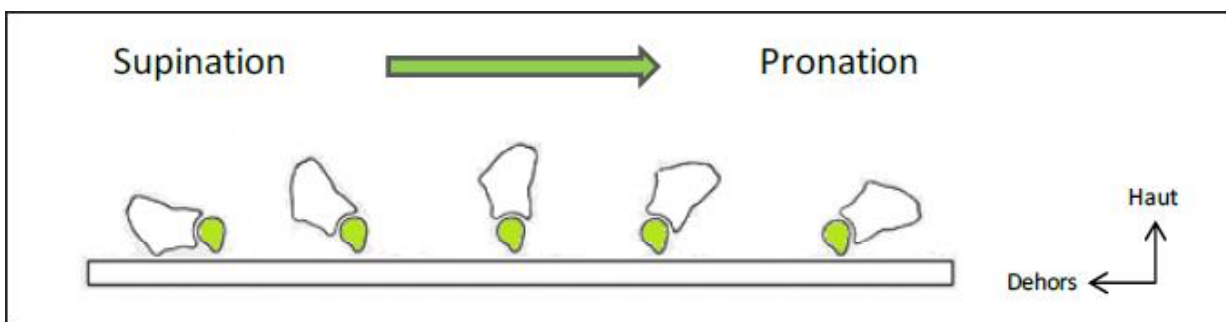


Figure 18 : Représentation du mouvement de pronation. L'ulna est en vert.

Plus récemment, le mouvement de pronation a été décrit non pas comme un simple enjambement de l'ulna par le radius autour de l'axe longitudinal (figure 18), mais comme un mouvement combiné de valgus rotation interne de l'ulna et de varus rotation interne du radius (figure 19) [18]

La translation en valgus de la tête de l'ulna lors de la pronation représente l'angle de déviation angulaire de l'ulna. Ce mouvement de translation de l'ulna et du radius n'est pas rectiligne mais dessine une courbe à concavité inférieure pour le radius et supérieure pour l'ulna [20], entraînant une dorsalisation de la tête de l'ulna en pronation complète [27].

Tout comme l'axe de rotation du coude, l'axe de rotation de l'avant bras n'est pas fixe mais évolue au cours du mouvement [27]

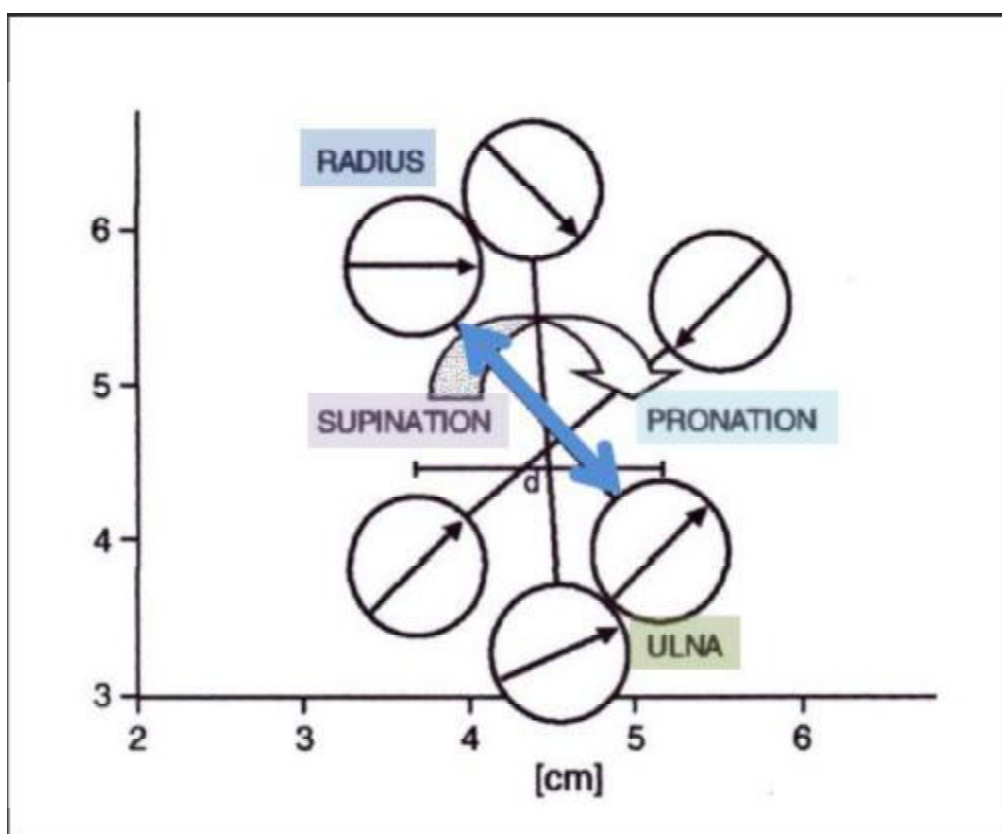


Figure 19 : Représentation des interactions du radius et de l'ulna lors de la pronation (D'après Kasten [29])

Enfin, l'index radio ulnaire (figure 20.a) est défini comme la distance qui sépare deux lignes horizontales, l'une passant par l'extrémité inférieure de l'ulna, l'autre par l'extrémité inférieure et médiale du radius. Cette distance est de + 2 mm si l'on considère la variance ulnaire ou de - 2 mm si l'on considère l'index radio ulnaire. Cet index se modifie au cours du mouvement (figure 20.b). En fin de pronation l'ulna a translaté proximale par rapport au radius avec un index radio ulnaire diminué par rapport à la position en supination maximale [28].

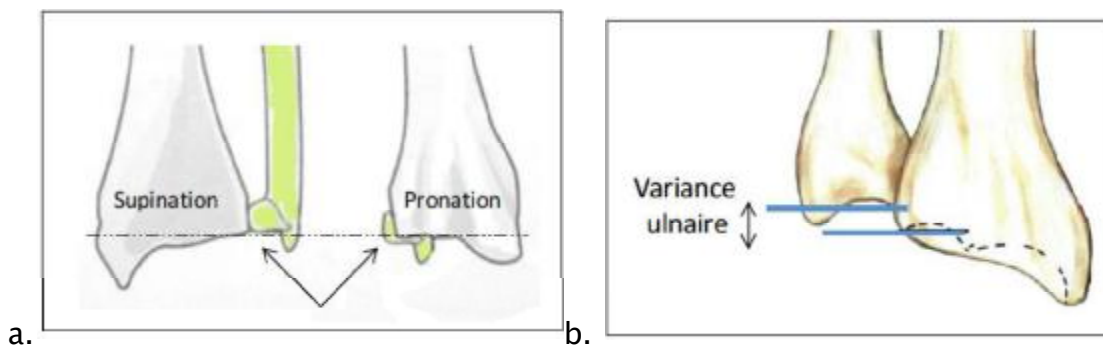


Figure 20 : a. Index radio ulnaire ou variance ulnaire

b. Modification de l'index radio ulnaire au cours de la pronation

3.3. Les muscles moteurs de la pronation supination

Les muscles moteurs de la supination sont le supinateur et biceps brachial.

Les muscles moteurs de la pronation sont le rond pronateur et le carré pronateur ; accessoirement le fléchisseur radial du carpe.

4. la stabilité du coude:[20]

4.1. la stabilité osseuse :

le rôle stabilisateur du coude est très controversé.

Le premier facteur de stabilisation dans un mouvement de valgus est assuré par le faisceau antérieur du ligament collatéral médial. La tête radiale est le deuxième facteur de stabilisation. L'instabilité en varus n'est pas ou peu liée au ligament collatéral latéral (moins de 15% de participation). C'est la moitié distale de l'olécrane et le processus coronoïde qui participent à 65% de cette stabilité en varus.

4.2. La stabilité ligamentaire :

- stabilité médiale et en valgus :

La stabilité en valgus est attribuée à 55% au ligament collatéral médial antérieur à 90° de flexion mais seulement à 30% en extension où c'est la moitié proximale de la fossette olécranienne qui intervient à 70% de cette stabilité. En fait le premier stabilisateur en valgus dès 30° de flexion est le ligament collatéral médial, le deuxième est la tête radiale. Les muscles biceps et triceps, par leur contraction stabilisent quasi-complètement l'articulation même en cas de lésions conjointes du ligament collatéral médial et de la tête radiale, ce sont des stabilisateurs dynamiques.

- Stabilité sagittale :

La flexion-extension est limitée essentiellement par le tissu mou.

Lors de la flexion-extension, le processus coronoïde n'atteint jamais sa fosse du fait de l'épaisseur des parties molles antérieures. Elle est également limitée par la tête radiale dans sa fosse, le faisceau postérieur du ligament collatéral médial. Ainsi que par la capsule et les ligaments postérieurs.

L'extension est limitée par la butée de l'olécrane dans sa fosse, la tension du muscle brachial, la capsule et le ligament antérieur.

La prono-supination est limitée par l'étirement des muscles antagonistes (les muscles épicondyliens latéraux en pronation et épicondyliens médiaux en supination) que par les ligaments.

- **Stabilité frontale et rotatoire :**

La stabilité est sous dépendance des faisceaux du ligament collatéral médial et du ligament collatéral latéral.

- **Stabilité postéro-latérale :**

Est sous dépendance en premier du ligament collatéral latéral et du ligament antérieur. Les autres stabilisateurs sont les muscles épicondyliens latéraux.

- **Stabilité postérieure :**

L'instabilité de la tête radiale n'est sous dépendance du ligament collatéral latéral. Il faut au moins 60% de déplacement rotatoire du coude pour entraîner un déplacement postérieur de la tête radiale.

IV-EPIDEMIOLOGIE :

Les fractures ipsilatérales du membre supérieur réalisant " coude flottant" s'intègrent dans le cadre général des fractures étagées du membre supérieur. Il s'agit d'une association **rare** mais non exceptionnelle.

La fréquence de ce traumatisme chez l'adulte est difficile à apprécier vu le peu de séries rapportées dans la littérature. Brumback et al. [30] dans un contexte de polytraumatisme retrouvent six cas sur 61 fractures humérales, Kempf et al. [31] un cas sur 41 et Heim et al. [32] dix sur 127 fractures humérales issues d'un collectif général. Flynn et al. [33] trouvent un seul coude flottant sur 331 fractures supracondyliennes et Palmer et al. [34] colligent quatre cas sur 78 fractures supracondyliennes.

Les plus grandes séries publiées dans la littérature, sont celles de Rogers et de Pierce qui rapportent respectivement dix neuf et vingt et un patients sur une période de dix ans.

Nous rapportant de notre part une expérience de **dix cas** de " **coude flottant**" sur une période de cinq ans, allant du janvier 2009 au décembre 2013 au service de **chirurgie ostéoarticulaire B4 du CHU Hassan II Fès**.

Tableau 6 : Séries étudiées par les auteurs : nombre de cas par période

Séries	Cas	Durée (ans)
Rogers al [8]	19	10
Pierce et Hodurski [10]	21	10
Harrington et al [35]	15	16
Yokoyama et al [36}	14	10
Solomon et al [37]	18	6
Konstantinos Ditsios et al [38]	19	6
Christopher R. Jokel et al [3]	19	11
Notre série	10	5

A-AGE :

Dans la littérature comme dans notre série, cette association lésionnelle peut survenir chez l'adulte et chez l'enfant.

Tableau 7 : Les âges extrêmes des autres séries

Série	Âges extrêmes
Solomon [37]	14-60 ans
Yokoyama [38]	17-62 ans
Anoumou N .M [40]	15-57 ans
Rogers et al [8]	17-57ans
Konstantinos Ditsios et al [38]	17-55 ans
Notre série	15-55 ans

B-SEXE :

La répartition des sexes suit celle des patients polyfracturés ou polytraumatisés secondaire à un AVP, à savoir une prédominance des patients masculins [4, 5, 6, 8, 9, 41], ceci a rejoint notre étude, puisque 60% de nos malades sont de sexe masculin.

C-LES CIRCONSTANCES ETIOLOGIQUES :

Dans le cas de coude flottant il s'agit toujours d'un traumatisme à haute énergie : [8]

- Les accidents de la voie publique : restent les grandes pourvoyeuses de ce type de fracture
- Les accidents de travail : machine agricole, industrielle, pétrins.

- Les agressions : il faut distinguer les armes de guerre à haute vélocité, les armes civiles, et enfin les armes de chasse.
- Les chutes des hauteurs extrêmes.

Dans notre série comme dans la littérature, il s'agit toujours d'un traumatisme à haute énergie, les chutes d'un lieu élevé représentent 60% des étiologies, et les accidents de la voie publique représentent 40%.

V-ETUDE RADIO-CLINIQUE:

1. Clinique :

Le tableau clinique diffère selon que le blessé présente un traumatisme isolé du membre supérieur, ou s'il présente de multiples lésions associées.

- **Cas d'un traumatisme isolé du membre supérieur :**

Quelque soit le type de fractures homolatérales du membre supérieur, le blessé a toujours la même attitude, celle du traumatisé du "membre supérieur".

Le diagnostic est évident dans le cas où une double déformation est visible au niveau des deux segments du membre, par ailleurs, le diagnostic est moins facile lorsque la déformation d'un des deux foyers fracturaires est plus importante en masquant l'autre segment.

Dans notre série, 50% des malades ont présenté un traumatisme isolé du membre supérieur sans autres atteintes traumatiques.

- **Cas de polyfractures ou polytraumatismes :**

Du fait de la violence du traumatisme, le "coude flottant" se trouve volontiers chez les patients polyfracturés ou polytraumatisés [4, 8,10], et ceci est concordant avec notre série où 30% de nos patients ont été des polyfracturés, et 20% ont été des polytraumatisés.

Dans ce cas les lésions associées mettant en jeu le pronostic vital prédominent et relèguent au second plan les lésions périphériques.

A. Les ouvertures cutanées :

L'ouverture cutanée exposerait aux complications septiques et aux troubles de consolidation.

Tableau 8 : étude comparative de la littérature selon l'ouverture cutanée [36, 37,38, 39]

Séries	Nombre de cas	Ouverture cutanée%
Solomon	18	50
Yokoyama	15	73,33
Konstantinos Ditsios	19	52,6
Christopher R.	19	31,6
Notre série	10	30

Tableau 9 : Répartition de l'ouverture cutanée au niveau du bras et l'avant bras selon les auteurs [36, 37, 39]

Séries	Nombre de cas	Ouverture cutanées%		
		Bras seul	Bras et avant bras	Avant bras seul
Solomon	18	5,56	11,11	33,33
Yokoyama	15	13,33	20	40
Christopher	19	10,6	-	21
Notre série	10	20	-	10

Tableau 10 : Classification des ouvertures cutanées selon les auteurs 36, 37, 38, 39]

Séries	Classifications							
	CAUCHOIX DUPARK%			GUSTILO%				
	I	II	III	I	II	IIIa	IIIb	IIIc
Solomon	5,56	16,67	38,9	-	-	-	-	-
Yokoyama	13,33	20	40	-	-	-	-	-
Christopher	-	-	-	10,5	15,8	5,3	-	-
Konstantinos Ditsios	-	-	-	15,8	21	5,3	10,5	-
Notre série	-	-	-	10	20	-	-	-

On constate que le taux de l'ouverture cutanée varie entre 31,6% pour Christopher et 73,33% selon Yokoyama avec un nombre non négligeable de stade II et III de CAUCHOIX et DUPARC et de GUSTILI.

- Il faut distinguer les plaies franches avec éventuellement une perte de substance, et les contusions appuyées avec une ouverture cutanée limitée.
- Il faudra surtout apprécier la perte de substance cutanée et sa topographie (antérieure, interne, latérale, postérieure) après parage.
- Il faut également apprécier le degré d'urgence des éléments nobles à couvrir immédiatement pour un pontage vasculaire, jusqu'à 48h pour une ouverture articulaire. [42]

De nombreuses classifications concernant les fractures ouvertes furent proposées :

La classification de Chauchoix et Duparc : il tient compte uniquement de l'ouverture cutanée et de la potentialité d'ouverture jugée sur la contusion et le décollement cutané.

Tableau 11 : La classification de Chauchoix et Duparc : [43]

Types	Descriptions
I	Suture possible sans tension, pas de décollement sous aponévrotique.
II	Risque de nécrose secondaire, lambeaux cutané douteux ou décollement-fermeture possible.
III	Perte de substance d'emblée ou après parage chirurgical avec exposition de la fracture.

La classification de Gustilo [44] prend en compte l'état du muscle, du périoste et de la vascularisation. Cette classification est décrite pour le membre inférieur et elle est adaptée au membre supérieur

Tableau 12 : classification de Gustilo : [44]

Types	Descriptions
I	Suture possible sans tension, pas de décollement aponévrotique
II	Risque de nécrose secondaire, lambeaux cutané douteux ou décollement fermeture possible.
IIIa	Attribution étendue des parties molles, mais couverture du foyer de fracture par du muscle ou de l'aponévrose, cicatrisation dirigée possible.
IIIb	Perte de substance étendue des parties molles avec déperiochage franc
IIIc	IIIb + lésion artérielle avec ischémie du membre.

B. Les lésions vasculo–nerveuses :

Le "coude flottant" est fréquemment associé à des lésions vasculaires et nerveuses. Ces lésions surviennent à des fréquences largement plus élevées que celles observées dans les fractures isolées de l'humérus et de l'avant bras [4, 8, 10] ceci doit conduire – d'autant plus que le malade est inconscient – à les rechercher systématiquement.

Ces complications sont souvent secondaires à la fracture de l'humérus

B-1. La paralysie du nerf radial :

C'est une complication fréquente, elle présente 10 à 20% des fractures de la diaphyse humérale. [46,47].

Sur le plan clinique la paralysie est sensitivomotrice avec déformation en col de cygne et anesthésie de la face dorsale de la première commissure. Sur le plan lésionnel il s'agit le plus souvent d'une neuropraxie.

Devant telle complication l'attitude thérapeutique reste toujours à discuter [45, 46, 47,48]. Les autres complications neurologiques sont exceptionnelles.

B-2. Les autres complications neurologiques :

- Le nerf ulnaire serait le plus souvent exposé dans les fractures de la palette humérale, notamment dans les fractures de l'épicondyle médial. [49]
- L'atteinte du nerf médian est exceptionnelle.
- Dans le cas d'une fracture de la palette humérale. Une atteinte du plexus brachial homolatéral peut être associée. [49]

B-3 .les lésions vasculaires :

Elle nécessite une exploration chirurgicale soigneuse, compte tenu du risque de récurrence de la compression vasculaire après réduction orthopédique isolée.

Dans la littérature l'incidence des complications vasculo-nerveuses est variable. [8, 10, 36, 37].

Tableau 13 : L'incidence des complications vasculo-nerveuses [8, 10, 36, 37, 38, 39].

Séries	Taux des complications vasculaires %	Taux des complications nerveuses %
Rogers	16	42
Pierce	-	50
Solomon	5,56	50
Yokoyama	26,67	26,67
Konstantinos Ditsios et Al.	-	47,4
Christopher R	-	36,8
Notre série	0	20

2. Radiologie :

2-a- le siège du trait de fracture

Dans notre série on trouve une fréquence plus importante des fractures diaphysaire par rapport aux fractures des extrémités au niveau des deux segments brachial et antébrachial, et ceci est concordant avec les données de la littérature. [38,8]

2-a- classification :

Sur le plan anatomopathologique, les principales lésions répertoriées dans le coude flottant sont variées selon qu'il s'agit d'enfants ou d'adultes.

Chez l'enfant, il s'agit souvent de fractures fermées, voire ouvertes supra condyliennes humérales déplacées associées aux fractures déplacées diaphysaires des deux os ou d'un os de l'avant bras (Galeazzi ou Monteggia). [35,50]

Chez l'adulte, Rogers et Al. Distinguent deux types lésionnels :

- Le type I associant des fractures diaphysaires humérale, ulnaire et radiale ;
- Type II se caractérisant par l'association d'une fracture diaphysaire humérale et d'une fracture articulaire antébrachiale.

Cette classification n'inclut pas les localisations métaphysaires.

Gleize et al. [51] distinguent les coudes flottants vrais où les lésions sont tridiaphysaires intéressant l'humérus, l'ulna et le radius des dérivées du coude flottant où les fractures sont bidiaphysaires intéressant l'humérus et l'ulna ou radius, cette classification n'inclut pas non plus les localisations métaphysaires et ne tient pas compte de l'atteinte articulaire.

Cependant, Agarwal et Chadha [11] trouvent que toute description d'un traumatisme flottant quel que soit son site doit spécifier le siège de la fracture, l'atteinte articulaire et les lésions des parties moles. Cela va permettre de mieux

prédire les résultats fonctionnels à long terme et rendre les comparaisons du pronostic avec d'autres centres plus précises et scientifiques.

Ainsi Agarwal et Chadha [11] ont proposé une classification universelle pour les traumatismes flottants des extrémités incorporant les caractéristiques démontrées sur **le tableau 2**.

Par exemple, S1A000 représente une lésion diaphysaire avec un minimum de lésions des tissus mous ayant un pronostic relativement bon tandis que S3A2O3c indiquerait une atteinte sévère des membres où il y a une fracture au niveau métaphysaire avec extension intra-articulaire sur les deux sites de fracture et une atteinte étendue des tissus mous, y compris une atteinte vasculaire avec un pronostic grave, cette classification est facile à interpréter, prévoit la planification thérapeutique et le pronostique des patients.

Dans notre série, la variété S1A000 domine le tableau dans 40% des cas.

VI-TRAITEMENT :

Les fractures ipsilatérales du membre supérieur, posent essentiellement un problème thérapeutique, car le traitement de cette association fracturaire est différent des méthodes thérapeutiques appliquées à chacune de ces fractures isolées, en effet tout traitement inadéquat exposerait à des complications dramatiques : allant de la raideur à l'ankylose complète du coude.

1- Le traitement orthopédique :

Le traitement orthopédique n'est pas une bonne solution, même s'il permet d'alléger le temps opératoire chez un patient polyfracturé ou polytraumatisé, dans la mesure où il n'autorise pas la rééducation précoce. Il condamne ainsi le patient à ne débiter la rééducation qu'après une durée minimale d'immobilisation de 45 jours, ce qui compromet fortement les chances de la récupération d'une mobilité normale du coude et de l'épaule.

De plus en terme de consolidation, Rogers et al [8]. Ont traité 19 cas de fractures homolatérales concomitantes de l'humérus et de l'avant bras ; ils ont présenté une incidence élevée de pseudarthrose de l'humérus dans les cas traités orthopédiquement notamment dans le foyer huméral (7 cas), le site radial dans un seul cas. Cela l'a conduit à préférer la réduction chirurgicale et la fixation interne de l'humérus et de l'avant bras.

2- Le traitement chirurgical :

Le but du traitement chirurgical est d'assurer une synthèse solide afin de permettre une rééducation précoce évitant ainsi de lourdes séquelles fonctionnelles, d'autant plus qu'il existe de complications vasculo-nerveuses [4, 6, 8,10].

Dans notre série :

- Le traitement était exclusivement chirurgical pour les deux segments, brachial et antébrachial. Ceci est concordant avec la littérature [36, 37].
- Tous nos malades ayant bénéficiés d'une fixation immédiate.

Tableau 14 : La synchronisation de la chirurgie dans les autres séries [36, 37, 38, 39]

Série	Fixation immédiate %	Fixation retardée %	Fixation immédiate pour l'avant bras et retardée pour l'humérus %
Solomon	100	0	
Yokoyama	66,67	20	33,33
Christopher R. Jokel et al	100	0	
Konstantinos Ditsios et al	100	0	
Notre série	100	0	

- Nous sommes d'accord avec les auteurs qui recommandent cet enchainement : la diaphyse humérale doit être ostéosynthésée de manière systématique et en premier.

A-traitement des fractures de l'humérus :

Le traitement chirurgical est indiqué de nécessité en cas des fractures étagées du membre supérieur avec fracture de la diaphyse humérale [52].

➤ **Matériel d'ostéosynthèse :**

1. Plaques vissées :

➤ Voies d'abord :

- L'abord des foyers diaphysaires se fait par voie antéro-externe. Elle permet d'explorer le nerf radial en cas de paralysie radiale initiale et de positionner le matériel d'ostéosynthèse [53,54].
- La palette humérale est abordée par voie postéro-médiane centrée sur l'olécrane, qui elle seule permet une large exploitation de la palette en respectant les attaches musculaires sur les deux tubérosités [49].

➤ La compression des foyers fracturaires se fait :

1) Dans le cas d'une fracture de la diaphyse humérale par une [52] :

- Vis de compression dans les fractures obliques longues ou spiroïdes.
- Plaque DPC (dynamique compression plaque) appelée plaque à effet de compression axiale dans les fractures transversales ou obliques courtes.

Dans les fractures comminutives, certains auteurs conseillent d'adjoindre une greffe spongieuse première car la plaque de compression assure une stabilité partielle par manque de contact interfracturaire.

2) Dans le cas d'une fracture de la palette humérale : la plaque de lecestre (plaque externe prémoulée de Lecestre-Dupont) constitue un progrès incontestable dans le traitement des fractures parcellaires. La rigidité de cette plaque en forme de gouttière bien adaptée à la morphologie de la colonne externe, est supérieure aux plaques non prémoulées type tiers de tube d'AO. [49].

Selon André et Coll. [51], le traitement par plaques vissées s'est avéré une mauvaise solution thérapeutique même chez le sujet jeune, dans la mesure où cela augmente de façon significative le temps opératoire chez les patients polytraumatisés ou polyfracturés et où le risque de pseudarthrose n'est pas

négligeable (6%) ainsi que celui des complications nerveuses (14%) ceci aggrave le pronostic de ces fractures chez les patients fragiles.

Dans la série de Solomon [37], le traitement par plaque vissée était le traitement de choix.

Tableau 15 : Les résultats du traitement des lésions humérales par plaque vissées dans les autres séries [37,38]

Séries	Plaques vissées	
	Nombre de cas	Taux des résultats bons ou excellents
Solomon	15 dans une série de 18	60%
Yokoyama	5 dans une série de 15	60%
Notre série	6 dans une série de 10	66,7%

2. Fixateur externe :

Il est essentiellement réservé au traitement des fractures ouvertes, les délais de consolidation sont longs, dépassant 4 mois [55]. Lenoble et Goutalier [56] proposèrent en première intention le fixateur externe chez les patients polytraumatisés qu'il existe ou non de complications, dans la mesure où le geste chirurgical est rapide et la synthèse est suffisamment solide pour autoriser une rééducation précoce sans pour autant majorer pour certains auteurs de façon significative le risque de pseudarthrose (consolidation obtenue en dix semaine dans la série de Lenoble [56]) ou de complications vasculaire.

En ce qui concerne le risque neurologique, la littérature est discordante (aucune complication dans la série de Lenoble [56] et 3% dans la série de Burny), il existe cependant un risque potentiel de déplacement secondaire (15%) dans la série de Lenoble où les patients peuvent être repris sans difficultés. La fixation externe

présente outre l'inconvénient d'une consolidation incertaine [57], une faible tolérance esthétique et le risque de suppuration possible des fiches [56, 57].

Tableau 16 : Les résultats du traitement des lésions humérales par fixateur externe dans les autres séries[37, 38]

	Fixateur externe	
Séries	Nombre de cas	Taux des résultats bons ou excellents
Solomon	0	
Yokoyama	1 dans une série de 15	100%
Notre série	1 dans une série de 10	0%

3. Embrochage centromédullaire élastique stable :

Cette technique chirurgicale était pratiquée chez les deux adolescents de notre série avec des bons résultats fonctionnels.

L'embochage élastique stable est une autre conception d'ostéosynthèse qui allie stabilité et élasticité. La stabilité est nécessaire à une reprise précoce de la fonction sans aucune contention plâtrée. La mobilité élastique du foyer de fracture élimine les contraintes néfastes de cisaillement en les transformant en contraintes favorables de compression-traction. Le cal externe ainsi favorisé permet une consolidation osseuse extrêmement précoce du foyer de fracture. La technique qui consiste en la mise en place à foyer fermé de broches centro-médullaires béquillées et cintrées, peut s'adapter à presque toutes les fractures diaphysaires et métaphysaires de l'enfant [58]

4. En cas d'atteinte nerveuse :

L'exploration chirurgicale du nerf est impérative, et le choix du matériel d'ostéosynthèse dépend de l'état cutané [45] :

- En cas d'atteinte nerveuse si la fracture est fermée, l'ostéosynthèse est assurée par plaque vissée dont la mesure où la voie d'abord permet à la fois la réparation nerveuse et la synthèse de l'humérus.

- En cas d'atteinte nerveuse si la fracture est ouverte, la fixation est assurée par fixateur externe après parage cutané et réparation nerveuse ou repérage nerveux et couverture des éléments nobles.

Dans notre série :

Les deux malades ayant présenté une paralysie radiale initiale ont été traités par plaque vissée.

B- traitement des fractures des deux os de l'avant bras :

Il doit être sans hésitation chirurgical, dans la mesure où il conduit lorsqu'elles sont traitées orthopédiquement à des pseudarthroses ou /et des raideurs du coude [59]. Le but de ce traitement chirurgical est une restitution anatomique (seul garant de la récupération complète de la prono-supination) par ostéosynthèse solide permettant ainsi une rééducation précoce [60].

➤ Voies d'abord :

- Le radius est abordé par voie antérieure entre le long supinateur et le grand palmaire, on respectant le paquet vasculo-nerveux. Cette voie permet d'aboutir directement sur la face antérieure de l'os qui est plate, ce qui facilite les manœuvres d'ostéosynthèse. La réduction des fractures doit être anatomique dont il faut respecter la courbure pronatrice [61].
- Le cubitus est abordé par voie interne en passant entre le cubital antérieur et postérieur, permettant ainsi la réduction et l'ostéosynthèse [61].

➤ **Le matériel d'ostéosynthèse :**

1. Plaques vissées :

C'est la technique opératoire de référence [62,63] . Néanmoins, elle expose au risque de démontage en cas d'insuffisance d'extension du matériel d'ostéosynthèse, de pseudarthrose en cas de dépériostage excessif [64], de traumatisme de la membrane interosseuse, facteur de synostose secondaire [61] , de fracture itérative après ablation du matériel et enfin au risque d'infection.

Dans notre série ainsi que dans celle de Solomon et Yokoyama [36,37] toutes les fractures traitées par plaque vissée, ont bien consolidé. En effet l'ostéosynthèse par plaque vissée répond mieux aux exigences de cet objectif fonctionnel et anatomique, en permettant une récupération complète de la prono-supination [59].

Tableau 17 : Lésions antébrachiales traitées par plaques vissées selon les auteurs[36,37,39]

Séries	Lésions antébrachiales traitées par plaque vissée
Solomon	18 dans une série de 18
Yokoyama	1 dans une série de 15
Christopher Jokel et al.	17 dans une série de 19
Notre série	5 dans une série de 10

2. Embrochage intafocal de kapandji :

Le brochage intafocal a été décrit par Kapandji en 1973 afin d'éviter les immobilisations postopératoires qui retardaient la rééducation et d'empêcher les déplacements secondaires de l'embrochage classique. Les broches sont insérées directement dans le foyer de fracture, de telle

sorte qu'elles agissent immédiatement comme des butées qui s'opposent au déplacement postérieur. [66]

Dans notre série cette technique a été utilisée chez deux patients ayant présenté une fracture du radius distal.

3. Fixateur externe :

Il garde son intérêt dans le cadre où il existe une lésion vasculaire associée ou un important délabrement cutané.

Ce moyen garde son indication dans la mesure où il permet d'assurer une synthèse provisoire, rapide, rigide et modelable. En cas de pseudarthrose (fréquente dans la fixation externe de l'avant bras) un abord avec décortication complétée par une synthèse par plaque vissée et d'un apport osseux permettra d'obtenir dans un second temps une consolidation des foyers fracturaires [59].

Dans notre série une seule lésion antébrachiale avec ouverture cutanée stade 2 de Gustilo a été traitée par fixateur externe.

Aucune série de la littérature n'a utilisé le fixateur externe pour le traitement des lésions antébrachiales du "coude flottant".

C- Les soins postopératoires :

1. L'immobilisation :

Elle est utilisée systématiquement pour assurer son rôle antalgique et anti-inflammatoire, en facilitant la posture et le drainage et garder le membre surélevé. Elle peut être réalisée soit par une attelle brachio-antébrachio-palmaire ou par mayo clinique.

2. La rééducation :

Le coude est une articulation sensible et très importante dans la fonction du membre supérieur. Ainsi toute immobilisation prolonger de cette articulation conduit inéluctablement à son enraidissement, d'où la nécessité d'une rééducation précoce des trois articulations du membre blessé.

Dans les séries de Solomon et Yokoyama [36,37], les patients ont bénéficié d'une rééducation passive dès la première semaine.

VII-COMPLICATIONS :

A. Infections :

Dans notre série on n'a décelé aucun cas d'infection postopératoires et ceci rejoint la série de HARRINGTON et al. [35] Qui ne rapportent aucun cas d'infection.

Tableau 18 :Taux d'infections selon les auteurs :[8,35,36]

Auteurs	Nombre de cas	Infection	
		Nombre de cas	Pourcentage
Yokoyama et al.	14	un cas	7,14%
Rogers et al.	19	3 cas	15,8%
Harrington et al.	15	0	0%
Notre série	10	0	0%

B. Pseudarthrose :

On a noté un cas de pseudarthrose, soit un pourcentage de 10%.

Dans la littérature le taux de pseudarthrose est variable comme montre le tableau suivant :

Tableau 19 : Taux de pseudarthrose selon les auteurs :[8, 10,36]

Auteurs	Nombre de cas	Pseudarthrose	
		Nombre de cas	Pourcentage%
Yokoyama et al.	14	2 pseudarthroses humérales et 2 pseudarthroses de l'avant bras	28,6%
Pierce RO et al.	21	4 pseudarthroses cubitales	19%
Roger et al.	19	7 cas de pseudarthroses humérales et un cas de pseudarthrose radiale	42,1%
Notre série	10	un cas de pseudarthrose humérale	10%

C. Cal vicieux :

Dans notre série on n'a noté aucun cas de cal vicieux, contrairement à Yokoyama et al [36]. Qui ont rapporté un cas de cal vicieux en cubitus varus.

VIII- RESULTATS FONCTIONNELS :

A. Etude comparative des résultats fonctionnels avec les autres séries :

Concernant les résultats fonctionnels, la comparaison avec la littérature est difficile car les critères d'évaluation sont variables.

Dans notre série nous avons obtenu 70% de résultats satisfaisants, ce qui confirme en accord avec la littérature, l'intérêt de la prise en charge chirurgicale des lésions du coude flottant dont le pronostic fonctionnel repose sur la restitution anatomique parfaite et les possibilités des mobilisations précoce.

Les résultats moyens sont assez fréquentes : vu le non suivie de la rééducation.

Tableau 20 : Résultats fonctionnels bons et excellents selon les auteurs :

[10,35,36,37,38]

Auteurs	Résultats : bons et excellents %
Harrington et al.	83
Yokoyama et al.	67
Pierce et al.	56
Solomon	44
Konstantinos Ditsios et al.	47,4
Notre série	70

Nous avons obtenu des résultats fonctionnels satisfaisants inférieurs à ceux de Harrington et al, mais supérieurs à ceux des autres séries de la littérature.

B. Les facteurs pronostics :

Tableau 21 : Les facteurs de mauvais pronostic selon les auteurs : [8, 10,,36,37 ,38, 39]

Auteurs	Facteurs de mauvais pronostic
Solomon	Lésions nerveuses
Rogers et al	Traitement non chirurgical
Yokoyama et al	Pas de facteurs spécifiques identifiés Stabilisation chirurgicale nécessaire
Pierce et al	Pas de facteurs spécifiques identifiés
Konstantinos Ditsios et al	Lésions nerveuses Atteinte intra-articulaire
Christopher R. Jokel et al	Lésions nerveuses
Notre série	Lésions nerveuses

CONCLUSION :

Le " coude flottant" est une association lésionnelle rare dont le mécanisme lésionnel est voilent, survenant à toute âge avec prédominance chez le sujet jeune de sexe masculin.

Ces lésions osseuses sont fréquemment associées à des complications vasculo–nerveuses.

Le coude flottant pose un problème pronostique et fonctionnel majeur dont l'amélioration impose la prise en charge rapide des blessés et d'une rééducation précoce.

L'ostéosynthèse de l'ensemble des lésions doit être recommandée. La hiérarchisation des gestes s'impose en fonction de type anatomopathologique des lésions. Cette stratégie a permet d'obtenir des résultats satisfaisantes dans notre série.

RESUME :

- ❖ Le coude flottant représente une association lésionnelle peu fréquente en traumatologie. Les travaux qui lui ont été consacrés ne sont pas nombreux notamment chez l'adulte.
- ❖ Nous rapportons dans ce travail l'étude d'une série de 10 cas de fractures homolatérales de l'humérus et d'un des deux os de l'avant bras, traitées au **service de chirurgie ostéo-articulaire B4 de CHU Hassan 2 FES** , durant cinq ans (du janvier 2009 au décembre 2013).
- ❖ L'objectif de notre étude est de montrer les particularités cliniques, thérapeutiques, et évolutives de ce traumatisme étagé du membre supérieur.
- ❖ 60% de nos malades sont des hommes avec un âge moyen de 35ans.
- ❖ L'atteinte du coté droit est nettement prédominante (70%).
- ❖ Cette association lésionnelle survient lors des traumatismes à haute énergie : il s'agit d'une chute d'un lieu élevé dans 60% des cas et d'un accident de circulation chez 40% de nos patients.
- ❖ Les fractures ouvertes représentent 30% :
 - 20% au niveau de l'humérus,
 - 10% au niveau de l'avant bras.
- ❖ Les lésions nerveuses sont présentes dans 20% des cas.
- ❖ Les différentes fractures ont été classées selon la classification universelle des traumatismes flottants proposée par Agarwal et Chadha.
- ❖ Toutes les fractures ipsilatérales de l'humérus et de l'avant bras ont été traitées chirurgicalement, tous nos malades ayant bénéficié d'une fixation immédiate.

- ❖ Nos résultats fonctionnels globaux, selon la classification de Lange et Foster, sont satisfaisants avec un taux de 70% de bons résultats contre 30% de résultats moyens et mauvais.
- ❖ Le pronostic de ces fractures dépend essentiellement des lésions nerveuses associées et de la qualité de prise en charge représenté par le traitement chirurgical associé à une rééducation précoce.

SUMMARY

- ❖ The floating elbow represents an uncommon combination in traumatology. Few studies have described this lesion especially in adults.
- ❖ We report the study of 10 cases of ipsilateral fracture of the humerus and forearm, treated in **orthopedic service B4 of the teaching hospital center Hassan 2 in Fez**, during 5 years (January 2009–December 2013)
- ❖ The objective of the study is to show the clinical, therapeutic and evolutionary characteristics of this traumatism.
- ❖ 60% of our patients were male with a mean age of 35 years.
- ❖ Achieving the right side is clearly predominant.
- ❖ This combination lesion occurs during high-energy trauma : it is of a fall from a high place in 60% of cases, and a traffic accident in 40% of our patients.
- ❖ Open fractures represent 30% :
 - 20% at the humerus
 - 10% at the forearm
- ❖ Nerve lesions are present in 20% of cases.
- ❖ The different fractures were classified according to the universal classification of floating trauma proposed by AGARWAL and CHADHA.
- ❖ All ipsilateral fractures of the humerus and forearm were treated surgically, all our patients who receive immediate fixation.
- ❖ Our global functional outcomes, as classified by LANGE and FOSTER, are satisfactory with a rate of 70% good results against 30% fair and poor results.

- ❖ The prognosis of these fractures depends primarily related nerve damage and quality of management represented by surgical treatment associated with early rehabilitation.

ملخص

- ✓ "المرفق الطافي" هي إصابة نادرة. الأعمال التي وضعت لها ليست كثيرة و خصوصا عند البالغين
- ✓ قمنا بدراسة عشر حالات من كسور عظم العضد و عظمي الساعد لنفس الجهة، تم علاجها بمصلحة جراحة العظام ب4 بالمركز الإستشفائي الحسن الثاني بفاس وذلك خلال خمس سنوات (يناير 2009 - دجنبر 2013).
- ✓ و إن هدف عملنا هذا هو إظهار الخصائص السريرية و العلاجية و التطورية لهذه الإصابة.
- ✓ شكل الذكور % 60 مع متوسط العمر (35 سنة).
- ✓ إصابة الجهة اليمنى كانت هي الإصابة الغالبة (%70).
- ✓ هذه الإصابة تأتي أثناء الصدمات العنيفة:
- يمثل السقوط من مكان مرتفع % 60، و حوادث السير تمثل % 40 من أسباب الإصابة.
- ✓ % 30 من الكسور هي مفتوحة منها % 20 على مستوى العضد و % 10 على مستوى الساعد.
- ✓ الإصابات العصبية توجد لدى % 20 من المرضى.
- ✓ جميع الإصابات صنفت حسب التصنيف العالمي للإصابات العائمة المقترح من طرف Agarwal et Chadha.
- ✓ جميع حالات المرفق الطافي تم علاجها بالجراحة كما أن جميع المرضى استفادوا من التثبيت الفوري.
- ✓ إن النتائج الوظيفية العامة تبعا للتصنيف إيجابية فهي بمعدل % 70 من النتائج الجيدة مقابل % 30 من النتائج المتوسطة و الضعيفة.
- ✓ تتوقف مآل هذه الكسور أساسا على الإصابات العصبية المرافقة و نوعية التكفل بالعلاج و التي تتضمن الجراحة إضافة إلى الترويض الطبي المبكر.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Bansal VP, Singhal V, MAN MIK, Gill SS**
The floating knee, 40 cases of ipsilateral fractures of the femur and tibia.
International orthopedics ; 1984.8 : 183–187
- [2] **Bonneviale JP, Kany J, Samaran P, Pascal JF, Mansat M.**
Fractures homolatérales associée de la diaphyse fémorale et tibiale.
Revue de chirurgie orthopédique 1993 ; 75 :799–803.
- [3] **A. El Ibrahimy *, M. Shimi, A. Daoudi, A. Elmrini**
Le coude flottant : étude rétrospective et revue de la littérature
Chirurgie de la main 31 (2012) 350–354
- [4] **Reed FE, Apple DF.**
Ipsilateral fractures of the elbow and forearm.
South Med J, 1976 ; 69 : 149–151
- [5] **Sarup S, Bryant P.**
Ipsilateral humeral shaft and Galeazi fractures with a postero–lateral dislocation of the elbow : a variant of the "floating dislocated elbow"
The journal of trauma, infection, and critical care, 1997, 43, 2 : 349–352
- [6] **Simpson S, Jupiter J.**
Complex fracture patterns of the upper extrimty.
Clin orthop, 1995, 317 : 43–53.
- [7] **Lange RH, Foster RJ.**
Skeletal Management of Humeral Shaft Fractures Associated with Forearm Fractures.
Clin orthop Relate Res 1985 ; (195):173–7

- [8] **Rogers JF, Bennet JB, Tullos HS**
Management of concomitant ipsilateral fractures of the humerus and forearm.
J Bone Joint Surg. 1984 ; 66(4) :552-6.
- [9] **Stanitski CL, Micheli J.**
Simultaneous ipsilateral fractures of the arm and forearm in children.
Clin Orthop 1980;153:218-22.
- [10] **Pierce RO, Hodurski DF.**
Fractures of the humerus, radius and ulna in the same extremity.
J Trauma 1979;19:182-5.
- [11] **Agarwal A, Chadha M.**
Floating injuries: a review of the literature and proposal for a universal classification.
Acta Orthop Belg 2004;70:509-14.
- [12] **Rogers JF, Bennet JB, Tullos HS**
Management of "floating elbow" injuries.
Orthop. Trans. Vol 6, 1982 : 359
- [13] **Williams oros, MD, John J Walsh IV.**
Emedecine, orthopedic surgery : fracture of the lateral epicondyl,
Document :
"floating elbow", Sep, 17, 2003.
- [14] **A.BOUCHET, J. GUILLERET**
Anatomie topographique descriptive et fonctionnelle, le membre supérieur
- [15] **A. Lahlaïdi**
Anatomie topographique.
Membre supérieur

- [16] **Chakour K., Daoudi A et Al**
Laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine et de pharmacie de Fes
- [17] **Duck TR, Dunning CE, King GJW, Johnson JA.**
Variability and repeatability of the flexion axis at the ulnohumeral joint.
J. Orthop. Res. Off. Publ. Orthop. Res. Soc. mai 2003;21(3):399–404.
- [18] **Morrey BF, Chao EY.**
Passive motion of the elbow joint.
J. Bone Joint Surg. Am. juin 1976;58(4):501–508.
- [19] **Goto A, Moritomo H, Murase T, Oka K, Sugamoto K, Arimura T, et al.**
In vivo elbow biomechanical analysis during flexion: three-dimensional motion analysis using magnetic resonance imaging.
J. Should. Elb. Surg. Am. Should. Elb. Surg. Al. août 2004;13(4):441–447.
- [20] **A.I. Kapandji.**
Le coude. Physiologie articulaire : schémas commentés de mécanique humaine. 2002.
- [21] **Alcid JG, Ahmad CS, Lee TQ.**
Elbow anatomy and structural biomechanics.
Clin. Sports Med. oct 2004;23(4):503–517, vii.
- [22] **Paraskevas G, Papadopoulos A, Papaziogas B, Spanidou S, Argiriadou H, Gigis J.**
Study of the carrying angle of the human elbow joint in full extension: a morphometric analysis. Surg. Radiol.
Anat. Sra. févr 2004;26(1):19–23.

- [23] **Morrey BF, Askew LJ, Chao EY.**
A biomechanical study of normal functional elbow motion.
J. Bone Joint Surg. Am. juill 1981;63(6):872–877.
J. Hand Surg. 2 avr 2013;
- [24] **Sardelli M, Tashjian RZ, Mac Williams BA.**
Functional elbow range of motion for contemporary tasks.
J. Bone Joint Surg. Am. 2 mars 2011;93(5):471–477.
- [25] **Ericson A, Arndt A, Stark A, Wretenberg P, Lundberg A.**
Variation in the position and orientation of the elbow flexion axis.
J. Bone Joint Surg. Br. mai 2003;85(4):538–544.
J. Biomech. 2007;40(2):296–304.
- [26] **McDonald CP, Moutzouros V, Bey MJ.**
Measuring dynamic in-vivo elbow kinematics: description of technique and estimation of accuracy.
J. Biomech. Eng. déc 2012;134(12):124502.
- [27] **Tay SC, Berger RA, Tomita K, Tan ET, Amrami KK, An K-N.**
In vivo three-dimensional displacement of the distal radioulnar joint during resisted forearm rotation.
J. Hand Surg. avr 2007;32(4):450–458.
- [28]. **Tay SC, van Riet R, Kazunari T, Amrami KK, An K-N, Berger RA.**
In-vivo kinematic analysis of forearm rotation using helical axis analysis.
Clin. Biomech. Bristol Avon. août 2010;25(7):655–659.
- [29] **Kasten P, Krefft M, Hesselbach J, Weinberg A-M.**
Kinematics of the ulna during pronation and supination in a cadaver study: implications for elbow arthroplasty.
Clin. Biomech. Bristol Avon. janv 2004;19(1):31–35.

- [30] **Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A, Burgess AR.**
Intramedullary stabilization of humeral shaft fracture in patients with multiple trauma.
J Bone Joint Surg Am 1986;68:960-70.
- [31] **Kempf I, Heckel TH, Pidorz L, Taglang G, Grosse A.**
L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales.
Rev Chir Orthop 1994;80:5-13.
- [32] **Heim D, Herkertf-Hess P, Regazzoni P.**
Surgical treatment of humeral shaft fracture: the Basel experience.
J Trauma 1993;35:226-32.
- [33] **Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL.**
Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children: sixteen years' experience with long-term follow-up.
J Bone Joint Surg Am 1974;56-A:263-72.
- [34] **Palmer EE, Niemann KM, Vesely D, Armstrong JH.**
Supracondylar fracture of the humerus in children.
J Bone Joint Surg Am 1978;60(5):653-6.
- [35] **Harrington P, Sharif I, Fogarty EE, Dowling FE, Moore DP.**
Management of the floating elbow injury in children. Simultaneous ipsilateral fractures of the elbow and forearm.
Arch Orthop Trauma Surg 2000;120:205-8.
- [36] **Yokoyama K, Itoman M, Kobayashi A, Shindo M, Futami M.**
Functional outcomes of "floating elbow" in adult.
J Orthop Trauma 1998; 12:284-90.

- [37] **Solomon HB, Zadnik M, Eglseeder W.**
A review of outcomes in 18 patients with floating elbow.
J Orthop Trauma 2003;17:563–70.
- [38] **Konstantinos Ditsios, MD, PhD, Achilleas Boutsiadis, MD, Pericles Papadopoulos, MD, PhD, Dimitrios Karataglis, MD, PhD, Panagiotis Givissis, MD, PhD, Ippokratis Hatzokos, MD, PhD, Anastasios Christodoulou, MD, PhD**
Floating elbow injuries in adults: prognostic factors affecting clinical outcomes
J Shoulder Elbow Surg (2013) 22, 74–80
- [39] **Christopher R. Jockel, MD, R. Martin Gardenal, MD, Neal C. Chen, MD Robert D. Golden, MD, Jesse B. Jupiter, MD, Miguel Capomassi, MD**
Intermediate-term outcomes for floating elbow and floating elbow variant injuries
J Shoulder Elbow Surg (2013) 22, 280–285
- [40] **ANOUMOU N.M. GOUGOUA D. ASSIONOA. KONE, FAL A, GUEDEGBE F., VARANGO G.**
Coudes flottants et dérivés : aspects nosologiques et résultats thérapeutiques à propos de 7 cas
Rev. CAMES- série A, Vol. 04, 2006
- [41] **Willamson DM, Cole WG.**
Treatment of ipsilatéral supracondylar and forearm fractures in children.
Injury. 1992 ; 23 : 159–161

- [42] **Kamel Guelmi.**
Traumatismes complexes du coude : stratégie chirurgicale en urgence
Maitrise orthopédie n° 120- jan 2003. Hôpital Européen georges pompidou-paris(France)
- [43] **Dupark J, Cauchoix J, Boulez P**
Traitement des fractures ouvertes de la jambe
Méd. Acad. Chir.83 : 8116-822, 1957
- [44] **Gustilo RB, Mendoza RB, William DN.**
Problems in the management of type III (severe) open fractures : a new classification of type III open fractures.
J Trauma 1984 ;24 : 742-746
- [45] **Sonnevled GJ, Patka P, Van Mourik JC, Broere G.**
Treatment of fractures of the shaft of the humerus accompanied by paralysis of the radial nerve.
Injury 1987 ; 18 : 404-406
- [46] **Vansteenkiste FP, Rommens PM, Broos PL**
The radial nerve paralysis in a humeral shaft fracture an indication for surgery, indication
Acta. Chir. Belg.1989 ;89 : 215 -220
- [47] **Alnot JY, Le Reun D**
Traumatic lesions of the radial nerve of the arm
Rev Chir Orthop 1989 ; 75 : 433-442
- [48] **Amillo S, Barrios RH, Martinez-Peric R, Losada JI.**
Surgical treatment of the radial nerve lesions associated with fractures of the humerus
J Orthop trauma 1993 ;7 : 211 -215

- [49] **Marcireau D, Oberlin CH.**
Fracture de la palette humérale de l'adulte
Editions techniques Encycl. Méd. Chir. (Paris-France), appareil locomoteur,
14-041-A-10, 1995, 8p
- [50] **Chapuis M. Le coude flottant (floating elbow).**
Traumatol Coude Enfant 2000;72:154-6.
- [51] **Gleizes V, Camelot C, Saillant G, Benazet JP.**
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 Salpêtrière:
Édition Sauramps Médical; 1998. p. 123-31.
- [52] **Grace TG, Eversmann WW Jr.**
Forearm fractures : traitement by rigid fixation with early motion
J Bone Joint Surg [Am] 1980 ; 62 : 433-438
- [53] **Jones JA.**
Immediate internal fixation of high-energy open forearm fractures
J Orthop Trauma 1991 ; 5 : 272-279.
- [54] **Levin LS, Goldner RD, Urbaniak JR, Nunley JA, Hardaker WT Jr.**
Management of severe musculoskeletal injuries of the upper extremity.
J Orthop trauma 1991 ; 5 :272-440
- [55] **Andre S, Feuilhade De Chauvin P, Camilleri A, Bom-Bart M, Tiberi F, Asselineau A.**
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

- [56] **Lenoble E, Terracher R, Kessi H, Goutalier D.**
Traitement des fractures diaphysaires de l'humérus par fixateur externe de Hoffman.
Revue de chirurgie orthopédique. 1993, 79 : 606-614.
- [57] **Coudane H, Hardy PH, Huttin P, Benoit J.**
Fracture de la diaphyse humérale
Editions techniques. Encycl. Méd. Chir (Paris). Appareil locomoteur, 14-039-A-10, 1995, 6p
- [58] **J.N.Ligier**
embrochage élastique stable principes de base
Orthop traumatol (1992) 2 : 5-10
- [59] **Condamine JL.**
Fracture diaphysaire des deux os de l'avant bras.
Editions techniques . encycl. Méd. Chir (Paris). Appareil locomoteur, 14-044-A-10, 1989, 14p
- [60] **Christian Lefèvre, Dominique Le Nén, Frédéric Dubrana, Eric Stindel, Weignio HU.**
Fractures diaphysaires des 2 os de l'avant bras chez l'adulte
Editions scientifiques et médicales, appareil locomoteur, 2003, 14-044-A-10. Elsevier paris
- [61] **Bernard Cadot, Hugues Asfazadourian, Oberlin CH.**
Traitement des fractures diaphysaires récentes et anciennes des deux os de l'avant bras chez l'adulte.
EMC, techniques chirurgicales Orthopédie-Traumatologie, 1996 P :44-342
Elsevier paris

- [62] **Anderson LD.**
Compression plate fixation and the effect of different types of internal fixation on fracture healing.
J Bone Joint Surg 1965;47-A:191—208.
- [63] **Anderson LD, Sisk D, Tooms RD, Park WI.**
Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna.
J Bone Joint Surg 1975;57-A:287—97.
- [64] **Fernandez Dell’oca AA, Tepic S, Friff R, Meisser A, Haas N.**
Treating forearm fractures using an internal fixator: a prospective study.
Clin Orthop 2001;389:196—205.
- [65] **Vince KG, Miller JE.**
Cross union complicating fracture of the forearm. Part I. Adult.
J Bone Joint Surg 1987;69-A: 654—61.
- [66] **L. Obert**
Ostéosynthèse des fractures récentes de l’extrémité distale du radius de l’adulte
Conférences d’enseignement 2010 ; 48-79