



# PLAN

|  |           |
|--|-----------|
| <b>PLAN</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>LISTE DES FIGURES</b> .....                               | <b>6</b>  |
| <b>Liste des tableaux</b> .....                              | <b>9</b>  |
| <b>Liste des Graphiques</b> .....                            | <b>10</b> |
| <b>INTRODUCTION</b> .....                                    | <b>12</b> |
| <b>PATIENTS ET METHODE</b> .....                             | <b>14</b> |
| I. Patients .....  | 15        |
| II. Méthodes et analyses .....                               | 15        |
| <b>RESULTAT ET ANALYSE</b> .....                             | <b>18</b> |
| I. Etude épidémiologique .....                               | 19        |
| 1. Répartition selon âge .....                               | 19        |
| 2. Répartition selon le sexe .....                           | 20        |
| 3. Répartition selon le coté atteint .....                   | 21        |
| 4. Répartition selon les circonstances de traumatismes ..... | 22        |
| 5. Affections associées .....                                | 23        |
| II. Données cliniques .....                                  | 24        |
| 1. Délai de consultation .....                               | 24        |
| 2. les signes fonctionnels .....                             | 24        |
| 3. les signes physiques .....                                | 24        |
| 4. Examen loco-régional .....                                | 24        |
| 5. Examen général .....                                      | 25        |
| III. Données radiologiques .....                             | 26        |
| 1. Classification de la fracture .....                       | 26        |
| IV. Traitement .....   | 28        |
| 1. Préparation préopératoire .....                           | 28        |
| 2. Délai entre traumatisme et hospitalisation .....          | 28        |
| 3. Délai entre hospitalisation et intervention .....         | 28        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4. Traitement orthopédique d'attente .....  | 28        |
| 5. Traitement chirurgical .....   | 29        |
| 6. Suivi postopératoire .....   | 35        |
| V. Résultats Fonctionnels .....   | 36        |
| 1. Les critères d'évaluation .....  | 36        |
| 2. Résultats globaux .....  | 37        |
| 3. Résultats analytiques .....  | 37        |
| VI. Résultats radiologiques .....   | 40        |
| 1. Critères d'évaluation radiologiques .....                                      | 40        |
| 2. La consolidation .....   | 40        |
| VII. Complication .....   | 41        |
| 1. Complications précoces .....   | 41        |
| 2. Complications secondaires .....  | 41        |
| 3. Complications tardives .....   | 41        |
| <b>DISCUSSION .....</b>   | <b>42</b> |
| I. Rappel anatomique.....   | 43        |
| 1. Anatomie descriptif .....  | 43        |
| 2. Anatomie topographique .....   | 53        |
| 3. Anatomie radiologique .....  | 55        |
| 4. Biomécanique .....   | 57        |
| a. La mobilité .....  | 57        |
| b. La stabilité .....   | 59        |
| 5. Retentissement fonctionnel des fractures de l'extrémité inférieure du radius : | 65        |
| II. Epidémiologie .....   | 71        |
| 1. Fréquence .....  | 71        |
| 2. Corrélation Age-Sexe .....   | 73        |
| 3. Côté atteint .....   | 73        |

|       |                                    |     |
|-------|------------------------------------|-----|
| III.  | Etiologie–Mécanisme .....          | 74  |
| 1.    | Etiologies .....                   | 74  |
| 2.    | Mécanisme .....                    | 74  |
| IV.   | Etude anatomopathologique .....    | 77  |
| 1.    | Lésions osseuses .....             | 77  |
| 2.1.  | Lésions élémentaires .....         | 77  |
| 2.2.  | Classification .....               | 78  |
| 2.    | Lésions associées .....            | 85  |
| 2.1.  | Lésions osseuses .....             | 85  |
| 2.2.  | Lésions cutanées .....             | 85  |
| 2.3.  | Lésions ligamentaires .....        | 85  |
| 2.4.  | Lesions tendineuse .....           | 86  |
| 2.5.  | Lésions vasculo–nerveuses.....     | 86  |
| V.    | Clinique .....                     | 87  |
| 1.    | Interrogatoire .....               | 87  |
| 2.    | Examen local .....                 | 87  |
| 3.    | Examen locoregional : .....        | 89  |
| 4.    | Exemen générale :.....             | 90  |
| VI.   | l'imagerie .....                   | 91  |
| 1.    | Radiographie conventionnelle ..... | 91  |
| 2.    | TDM .....                          | 93  |
| VII.  | Formes cliniques .....             | 94  |
| 1.    | Formes anatomiques .....           | 94  |
| 2.    | Formes compliquées .....           | 97  |
| 3.    | Formes selon l'âge .....           | 99  |
| VIII. | Evolution .....                    | 102 |
| 1.    | Favorable .....                    | 102 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 2. Complication .....      | 102 |
| IX. Traitement .....       | 110 |
| 1. But de traitement ..... | 110 |
| 2. Moyens .....            | 110 |
| 2.1. Médicaux .....        | 110 |
| 2.2. Orthopédique .....    | 110 |
| 3. Indication .....        | 127 |
| CONCLUSION .....           | 131 |
| RESUMES.....               | 133 |
| ANNEXES .....              | 137 |
| BIBLIOGRAPHIE.....         | 140 |

## LISTE DES FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure1 : classification du castaing .....   | 17 |
| Figure 2: radiographie de face et profil de poignet montrant une fracture de type 3 selon la classification de castaing.....   | 27 |
| Graphique: Type d'anesthésie .....   | 29 |
| Figure 3 : radiographie de face et de profil montrant une de type 2 selon classification de casting traitée uniquement par l'embrochage de py .....  | 32 |
| Figure 4 : radiographie de profil montrant une de type 2 selon classification de casting traitée par l'embrochage de py.....   | 33 |
| Figure 5 : radiographie de face et de profil montrant une fracture de type 2 selon la classification de casting traitée par embrochage mixte ( py et styloïdien) .....   | 34 |
| Figure 6: vue palmaire extrémité inférieure des deux os.....   | 44 |
| Figure 7 : vue postérieure de l'extrémité inférieure du radius.....  | 44 |
| Figure 8 : Extrémité inférieure des 2 os de l'avant bras .....   | 45 |
| Figure 9 . Ligaments radiocarpiaux palmaires. CL : ligament collatéral latéral ; RSC : ligament radio-scaphoïdial ; RLT : ligament radio-lunotriquétral ou radiolunaire long; RLC : ligament radiolunaire court ; RSL : ligament radioscapulo-lunaire ; UCp : ligament ulnocarpien palmaire. ....  | 46 |
| Figure 10: Ligaments radiocarpiaux dorsaux. RCd : ligament radiocarpien dorsal (ou radio triquétral dorsal) ; MCd : faisceaux du ligament médiocarpien dorsal pour le scaphoïde, le trapézoïde et le trapèze. ....   | 47 |
| Figure 11. Vue distale schématisée de l'extrémité distale du radius avec les zones d'insertion des principaux ligaments, entre lesquelles sortent habituellement les traits de fracture articulaires (d'après Bain et al. [3]). L : tubercule dorsal du radius (de Lister) ; RCd : ligament radiocarpien dorsal ; RUDD : ligament radiolunaire dorsal ; RUDp : ligament radio-ulnaire palmaire ; RLC : ligament radiolunaire court ; RLI : ligament radio-lunaire long ; ligament RSC : radioscapulo-capital. .... | 48 |
| Figure 12. Dissection de l'articulation radio-carpienne (vue antérieure) .....   | 52 |
| Figure 13 : coupe transversale de la partie distale de l'avant-bras .....  | 53 |

|   |     |
|---|-----|
| Figures 14: Eléments vasculo-nerveux et tendons de l'extrémité distale de l'avant-bras (Vue antérieure) .....   | 54  |
| Figure 15. Les mesures radiologiques les plus importantes à réaliser devant une fracture de l'extrémité distale du radius : l'inclinaison frontale (a) et l'indice radio-ulnaire distal (b), de face (A) ; l'inclinaison sagittale (c) et le palmar cortical angle (PCA) (d) de profil (B). La ligne e représente l'axe longitudinal du radius, dont la perpendiculaire représente l'axe transversal servant à calculer les inclinaisons frontale et sagittale..... | 56  |
| Figure 16. Amplitude des mouvements du poignet dans l'axe transversal .....   | 58  |
| Figure.17: Amplitude des mouvements du poignet dans l'axe antéropostérieur .....  | 59  |
| Figure.18: Mouvements de l'articulation radio-ulnaire distale au cours de .....   | 61  |
| la prono-supination .....   | 61  |
| Figure.19 : La rotation longitudinale entre radius et condyle carpien est à l'origine de contraintes en cisaillement parallèles au plan du cartilage. Tout défaut de réduction transforme la glène radiale en « râpe » pour le condyle carpien. ....  | 64  |
| Figure20 : Etude de Palmer et Werner en 1984. Les forces axiales exercées sur le carpe sont transmises au radius et à l'ulna de façon variable en fonction de l'index radio-ulnaire distal.....   | 67  |
| Figure21: Biomécanique normale de la radio ulnaire .....  | 68  |
| Figure22: Cal vicieux du radius à bascule postérieure et désaxation carpienne d'adaptation .....  | 68  |
| Figure 23: Mécanismes lésionnels selon CASTAING .....   | 75  |
| Figure 24: Classification de Kapandji .....   | 84  |
| Figure 25: aspect main de botte radiale .....   | 88  |
| Figure 26 :aspect main en dos de fourchette .....   | 88  |
| Figure 27 : Cal vicieux mixte associant un raccourcissement du radius et une marche d'escalier articulaire. Le raccourcissement radial est responsable d'un conflit cubitocarpien (A, B, C).....  | 107 |
| Figure 28 : platre brachio-antébrachio-palmaire .....   | 112 |



|   |          |
|---|----------|
| Figure 29 : embrochage élastique de py .....  | 115      |
| Figure30 : verrouillage de la réduction par un coussonet sous le poignet.....   | 117      |
| Figure31 .....  | Figure32 |
| .....   | 117      |
| Figure 33: .....  | 118      |
| Figure :34 .....  | 119      |
| Figure35 Figure :36.....  | 119      |
| Figure 37 Figure 38.....  | 120      |
| Figure39 Figure40.....  | 121      |
| Figure 41: Technique de kapandji sur une radiographie de face et profil chez un patientprésentant une fracture de l'E I R. .... | 123      |
| Figure 42: mise en place d'un fixateur externe en distraction pour fracture marginale complexe de l'E.I.R.....                  | 125      |
| Figure 43:Fracture ostéosynthésée avec une plaque anterieur .....   | 126      |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Score clinico-radiologique selon Jakim et al.....                         | 16 |
| Tableau 2 : répartition des affections associées.....                                 | 25 |
| Tableau 3 : répartition selon le type de fracture.....                                | 27 |
| Tableau 4 : Résultats selon Jakim et al.....  | 36 |
| Tableau 5: résultats globaux .....  | 37 |
| Tableau 6 : répartitions des résultats fonctionnels selon l'âge : .....               | 38 |
| Tableau 7 : répartitions des résultats fonctionnels selon le type de fracture : ..... | 39 |
| Tableau 8: Fréquence des Fractures de l'extrémité inférieure du radius.....           | 71 |
| Tableau 9: Fréquence des fractures articulaires de l'extrémité distale du .....       | 72 |
| radius .....  | 72 |
| Tableau 10 : Résultats de notre étude selon la classification de CASTAING.....        | 80 |
| Tableau 11 : paramètre classification MEU( Métaphysaire,épiphysaire,et ulna) .....    | 82 |

## Liste des Graphiques

|  |    |
|--|----|
| Graphique 1 : Répartition des patients selon l'âge. ....         | 19 |
| Graphique 2: Répartition des patients selon le sexe.....         | 20 |
| Graphique 3: Répartition des patients selon le côté atteint..... | 21 |
| Graphique 4 : Répartition des patients selon l'étiologie .....   | 22 |
| Graphique 5 : Type d'anesthésie .....                            | 29 |

## Liste des abréviations

**F.D.R** : fracture extrémité inférieure du radius

**A.V.P** : les accidents de la voie publique

**TDM** : tomodensitométrie

# INTRODUCTION

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius sont définies comme une solution de continuité de l'extrémité inférieure du radius, limitée par l'interligne des articulations radio-carpienne en bas et par une ligne transversale passant à 4 cm ou à 3 travers de doigts de cet interligne en haut.

Survenant à la suite d'une simple chute, ces fractures sont réputées être l'apanage de sujet âgé à cause de son ostéoporose. Mais actuellement en raison de la recrudescence des accidents de la voie publique, en particulier les accidents de motos, elles touchent aussi le sujet jeune et sont des fractures complexes.

En absence d'un traitement correct, ces fractures se compliquent très souvent d'un cal vicieux du poignet qui perturbe sa fonction en limitant le mouvement de pronosupination.

Le traitement de ces fractures le plus souvent chirurgical permettant une bonne réduction et garant d'un résultat anatomique et fonctionnel satisfaisant.

Plusieurs techniques chirurgicales sont utilisées.

L'embrochage de Py garde une place importante surtout lors des fractures comminutives à déplacement postérieur.

# PATIENTS ET METHODE

## **I. Patients :**

C'est une étude rétrospective portant sur 46 patients ayant été traités chirurgicalement par embrochage de Py ou mixte(Py + styloïdien) pour fracture du radius distal au sein du service de chirurgie traumatologique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès, durant une période allant de 2010 jusqu'à 2016.

## **II. Méthodes et analyses :**

Nous avons analysé les dossiers utilisant une fiche d'exploitation englobant toutes les données épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques.

### **Nos critères d'inclusion sont :**

- ✓ Les patients âgés de plus de 9 ans ayant une fracture du radius distal traitée par l'embrochage de py.
- ✓ Les dossiers complets et exploitables.

### **Les critères d'exclusion sont :**

- ❖ Fractures luxations
- ❖ Lésions ligamentaires évidentes
- ❖ Fractures ouvertes

### **Les critères d'évaluation :**

Ils ont été jugés selon le score clinico-radiologique de Jakim et al. (Tableau I). Ce score est basé sur des critères cliniques (subjectifs et objectifs) et radiologiques (positifs et négatifs).



**Tableau 1 : Score clinico-radiologique selon Jakim et al.**

|   |                                 |   |     |
|---|---------------------------------|---|-----|
| <b>Résultats Subjectifs Normale : 30 points</b>             | Douleur/Fonction                | Absente /normale  | 30  |
|   |                                 | Douce,  | 24  |
|   |                                 | occasionnelle/légère limitation modérée.                          | 15  |
|   |                                 | Prise d'antalgique/limitation modérée Sévère/ perte fonctionnelle | 0   |
| <b>Résultats Subjectifs Normale : 30 points</b>             | Mobilité                        | Normale   | 15  |
|   |                                 | <30% amplitude normale  | 12  |
|   |                                 | Mobilité minimale   | 7   |
|   |                                 | <Mobilité minimale  | 0   |
|   | Prise de force                  | Normale   | 12  |
|   |                                 | Perte 15%   | 10  |
| Perte 16 à 30%  |                                 | 6   |     |
| Perte > 30%   |                                 | 0   |     |
| déformation   | Absente                         | 3   |     |
|   | Ignorée                         | 1   |     |
|   | évidente                        | 0   |     |
| <b>Résultats Radiologiques positifs Normale : 40 points</b> | Inclinaison radiale frontale    | 23 à 18°  | 15  |
|   |                                 | 17 à 13°  | 12  |
|   |                                 | 12 à 10°  | 9   |
|   |                                 | <10°  | 0   |
|   | Longueur radiale                | 13 à 10 mm  | 15  |
|   |                                 | 9 à 7 mm  | 12  |
|   |                                 | 6 à 5 mm  | 9   |
|   |                                 | <5 mm   | 0   |
|   | Inclinaison radiale sagittale   | 11 à 7°   | 10  |
| 6 à 3°  |                                 | 8   |     |
| 2 à 0°  |                                 | 6   |     |
| <0°   |                                 | 0   |     |
|   |                                 |   |     |
| <b>Résultats Radiologiques négatifs Normale : 0 points</b>  | Incongruence (mm)               | 1 à 2 mm  | -5  |
|   |                                 | > 2 mm  | -10 |
|   | Articulation radio-cubitale Inf | Subluxation   | -5  |
|   |                                 | Luxation/ dislocation   | -10 |
|   | arthrose                        | Minimale  | -5  |
|   |                                 | Modérée   | -10 |
| sévère  |                                 | -20   |     |

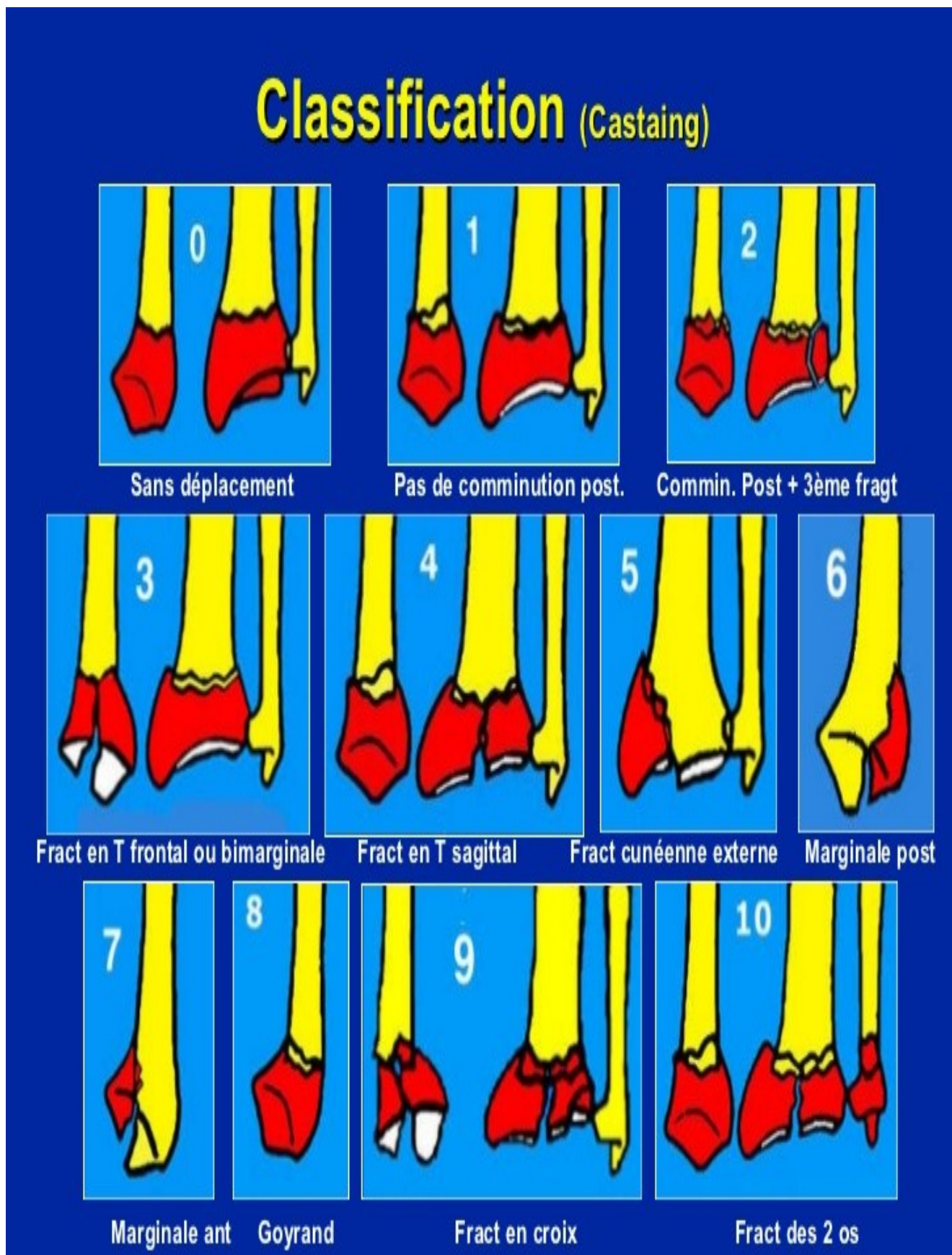


Figure1 : classification du castaing

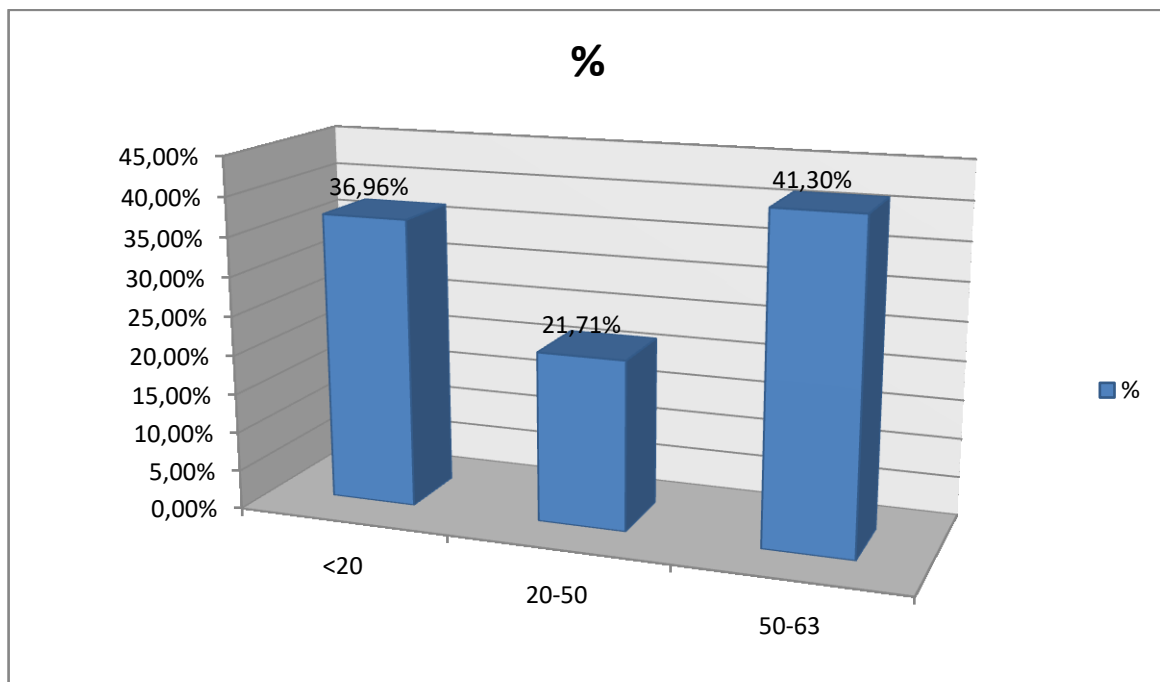
# RESULTAT ET ANALYSE

## I. Etude épidémiologique :

### 1. Répartition selon âge :

Sur les 46 cas étudiés, l'âge des patients variait entre 9 ans et 63ans avec une moyenne de 40 ,5 ans (**graphique1**)

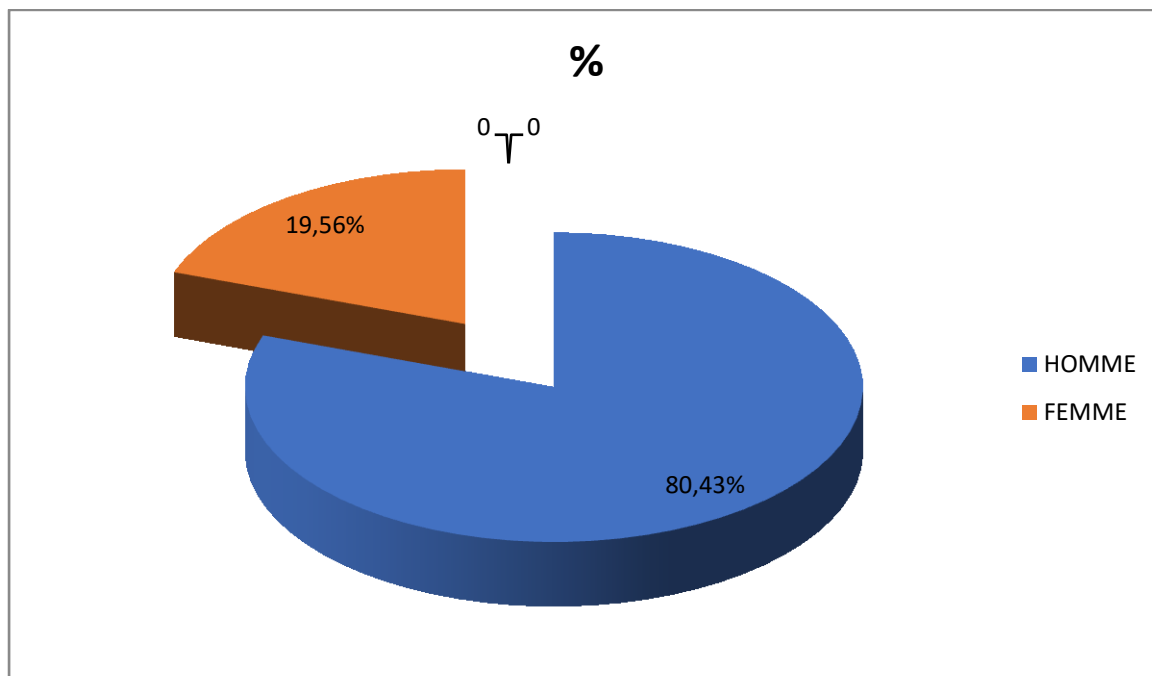
Nous avons noté 2 pics de fréquence, l'un à <20 ans et l'autre à 50-63 ans La répartition selon les tranches d'âges est illustrée dans le graphique 1.



**Graphique 1 : Répartition des patients selon l'âge.**

## 2. Répartition selon le sexe :

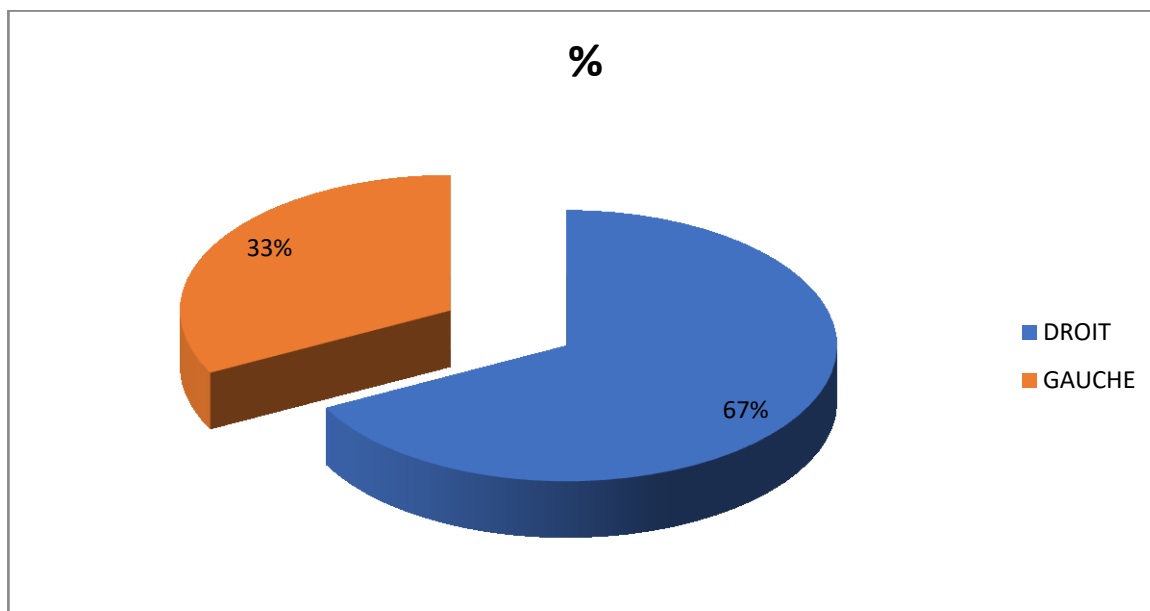
Les patients se répartissaient en 37 hommes soit 80,43% et 9 femmes soit 19,56% avec un sexe ratio 4,11 (graphique 2).



**Graphique 2: Répartition des patients selon le sexe.**

### 3. Répartition selon le côté atteint :

- Le côté gauche était atteint dans 15 cas soit 32,60 % des cas.
- Le côté droit était atteint dans 31 cas soit 67,39 % des cas.(graphique 3)

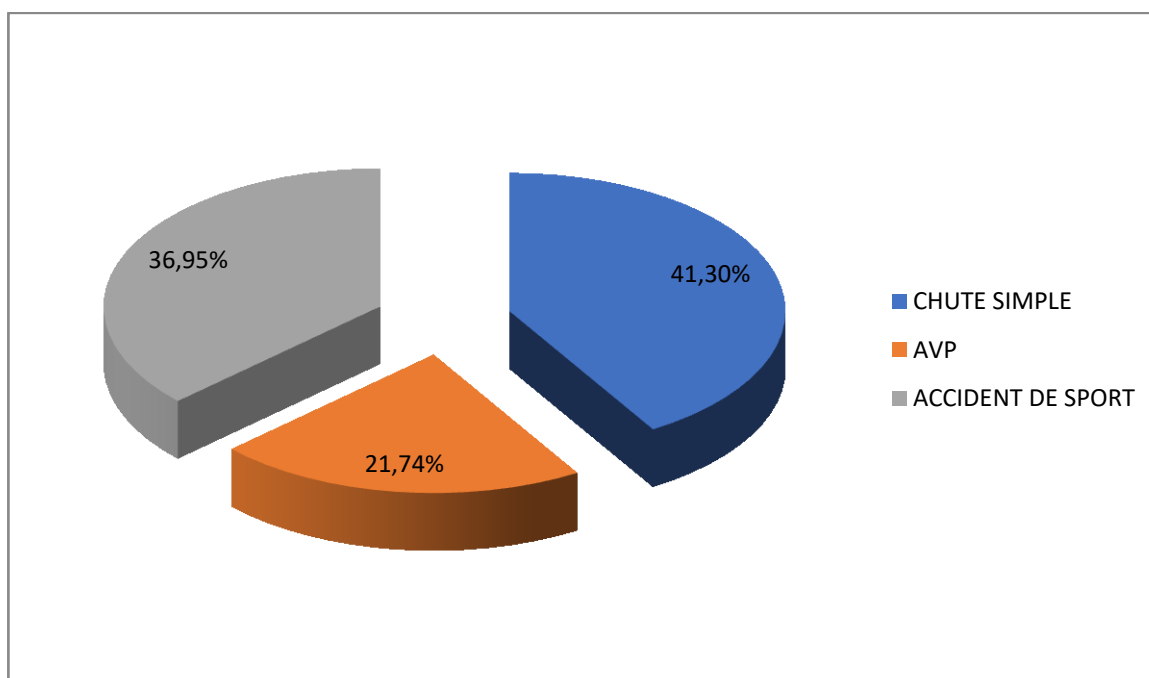


Graphique 3: Répartition des patients selon le côté atteint.

#### **4. Répartition selon les circonstances de traumatismes :**

La chute simple représente la première étiologie suivie par les accidents de sport puis accidents de circulation. Les étiologies étaient réparties comme ceci :

- 41,3% sont des chutes sur la paume de la main soit 19 de nos patients.
- 36,95% sont dues à des accidents de sport soit 17 patients.
- Et 21,74% sont accidents de circulation soit 10 patients (**graphique 4**).



**Graphique 4 : Répartition des patients selon l'étiologie**

## **5. Affections associées :**

On note que les affections métabolique et cardio-vasculaire représentent le taux prédominant des tares associées :

- Le taux global des malades tarés est de 45,65% dans notre série (21 patients).
- 7 patients présentant un diabète non insulino-dépendant, soit 15,21%
- 13 patients présentaient une hypertension artérielle soit 28,26% .
- Un patient présentait une cataracte non opérée.



## II. Données cliniques :

### 1. Délai de consultation :

- Dans notre série le délai de consultation ne dépasse pas 36h.

### 2. les signes fonctionnels :

- La douleur et l'impotence fonctionnelle ont été retrouvées chez tous les patients. Le mécanisme de la fracture était indirect par compression extension dans 36 cas (78,26%).

### 3. les signes physiques :

- l'attitude classique du traumatisé du membre supérieur a été retrouvée chez 44 patients soit 95,65 %.
- La déformation en dos de fourchette était constatée chez 13 patients soit 28,26%.
- 6 patients soit (13.04%) avaient douleur à la palpation de styloïde ulnaire

### 4. Examen loco-régional :

A la recherche d'une complication immédiate.

Sur l'ensemble des 46 patients :

- un seul patient soit (2.17%) avait une ouverture cutanée punctiforme non souillé
- deux patients soit (4.35%) avaient des paresthésies et hypoesthésie sur le territoire de nerf médian
- tous les patients avaient des pouls périphériques (cubital, radial) présents avec un temps de recoloration normal (<3 seconde)

## 5. Examen général :

- A la recherche de lésions associées et de tares préexistantes pouvant retentir sur le pronostic de la fracture et sur l'évolution postopératoire.

### a. Les lésions associées :

- Dans notre série, 10 patients étaient victimes d'un accident de la voie publique, dont 8 patients présentaient des lésions associées soit 17,39% qui sont :
  - Traumatismes crâniens : 2 cas
  - Traumatismes abdominales : 3 cas
  - Traumatismes thoraciques : 3 cas.
- Le reste des patients ne présentaient pas de lésions associées.

### b. Affections associées :

Dans notre série, on note que les affections métabolique et cardio-vasculaire représentent le taux prédominant des tares associées :

- Le taux global des malades tarés est de 45,65% dans notre série (21 patients).
- 7 patients présentant un diabète non insulino-dépendant, soit 15,21%
- 13 patients présentaient une hypertension artérielle soit 28,26%.
- Un patient présentait une cataracte non opérée.

**Tableau 2 : répartition des affections associées.**

| affections associées           | Nombre de cas |
|--------------------------------|---------------|
| HTA                            | 13            |
| Diabète non insulino-dépendant | 7             |
| Cataracte non opérée           | 1             |

### **III. Données radiologiques :**

A l'admission, tous nos patients ont bénéficié d'un bilan radiologique comportant :

- Une radiographie du poignet de face et de profil

Ce bilan radiologique a permis de :

- Confirmer la fracture de l'extrémité inférieure du radius
- Classifier la fracture.
- Etudier la stabilité et le déplacement de la fracture.
- Préciser les lésions osseuses locorégionales.

#### **1. Classification de la fracture :**

La classification qu'on a utilisé est celle de Castaing et qui résume les différents types de fractures et qui comprend dix types :

- Type 0 : fracture sans déplacement
- Type 1 : pas de comminution postérieure
- Type 2 : comminution postérieure + 3<sup>ème</sup> fragment
- Type 3 : fracture en T frontal ou bi marginale
- Type 4 : fracture en T sagittal
- Type 5 : fracture cunéenne externe
- Type 6 : fracture marginale postérieure
- Type 7 : fracture marginale antérieure
- Type 8 : fracture de Goyrand
- Type 9 : fracture en croix
- Type 10 : fracture des 2 os

La répartition des patients selon le type de fractures est établie dans le tableau suivant :

**Tableau 3 : répartition selon le type de fracture.**

| Type de fracture        | Nombre de patients | pourcentage |
|-------------------------|--------------------|-------------|
| Type 0                  | 2                  | 4.35%       |
| Type 1                  | 4                  | 8.69%       |
| Type 2                  | 16                 | 34.78%      |
| Type 3                  | 14                 | 30.43%      |
| Type 4, 5, 6,7, 8, 9,10 | 10                 | 21.73%      |
| Total                   | 46                 | 100%        |



**Figure 2: radiographie de face et profil de poignet montrant une fracture de type 3 selon la classification de castaing**

## **IV. Traitement :**

### **1. Préparation préopératoire :**

Au cours de l'hospitalisation, tous nos patients ont bénéficié d'une consultation pré-anesthésique et d'un bilan biologique non systématique comportant au besoin :

- Une numération formule sanguine.
- Groupage sanguin.
- Bilan d'hémostase.
- La fonction rénale (urée, créatinine).
- Glycémie.

Une radiographie thoracique de face.

Un électrocardiogramme : pour les patients âgés et les patients cardiaques

### **2. Délai entre traumatisme et hospitalisation:**

Le délai varie entre quelques heures à 3 jours, avec un délai moyen de 2 jours, c'était un délai relativement long.

### **3. Délai entre hospitalisation et intervention :**

Le délai moyen était de 30h entre l'admission du patient et l'intervention, alors que la durée moyenne d'hospitalisation était en moyenne 3 jours.

### **4. Traitement orthopédique d'attente :**

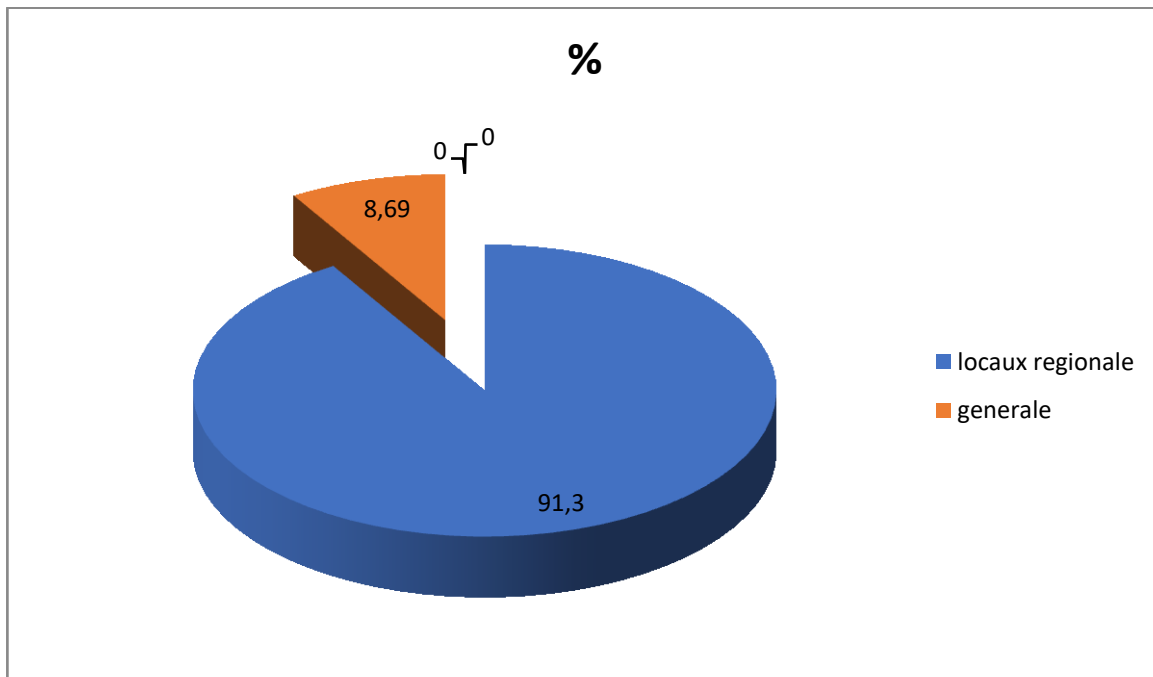
Nos patients ont bénéficié d'une immobilisation par attelle BABP en attendant la prise en charge chirurgicale, après correction des éventuelles tares, à but antalgique et de protection.

## 5. Traitement chirurgical :

### a. Type d'anesthésie :

L'anesthésie loco régionale a été réalisée chez 42 patients soit 91,30%

.L'anesthésie générale a été réalisée chez 4 patients soit 8,69%.



**Graphique 5 : Type d'anesthésie**

### b. Installation du malade:

Patient en décubitus dorsal sur une table ordinaire, garrot pneumatique à la racine du membre qui repose sur une petite table annexe perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps.

### c. réduction :

La réduction était manuelle par traction sur la main dans l'axe du membre, flexion palmaire et inclinaison ulnaire du poignet, le pouce controlatéral chassait l'épiphyse radiale contre le sens de déplacement initial. un contrôle scopique de face et de profil était réalisé pour vérifier la réduction et la qualité de l'emplacement du matériel d'ostéosynthèse.

**d. technique opératoire:**

– L'Embrochage de PY :

Il consiste en un embrochage élastique des fractures du radius distal. Après réduction, un mini abord est réalisé pour récliner les branches sensibles du nerf radial, le tendon long abducteur du pouce et le tendon court extenseur du pouce. L'embrochage de Py (Fig. 3 et 4) était réalisé par deux broches de Kirschner de 18 à 20/10e de mm de diamètre, (l'une externe et l'autre postérieure). Elles étaient introduites dans l'épiphyse radiale et repoussées dans le canal médullaire jusqu'au niveau de la tête radiale. Le crissement de la broche contre l'os cortical étant garant du bon emplacement de la broche.

Pour éviter la migration des broches, nous utilisons un artifice simple en les introduisant par leur extrémité mousse et non pointue.

– L'Embrochage trans-styloïdien :

La broche externe est ancrée dans corticale interne.

- 60% de nos patients ont bénéficié d'un embrochage de Py et 40% d'un embrochage mixte.



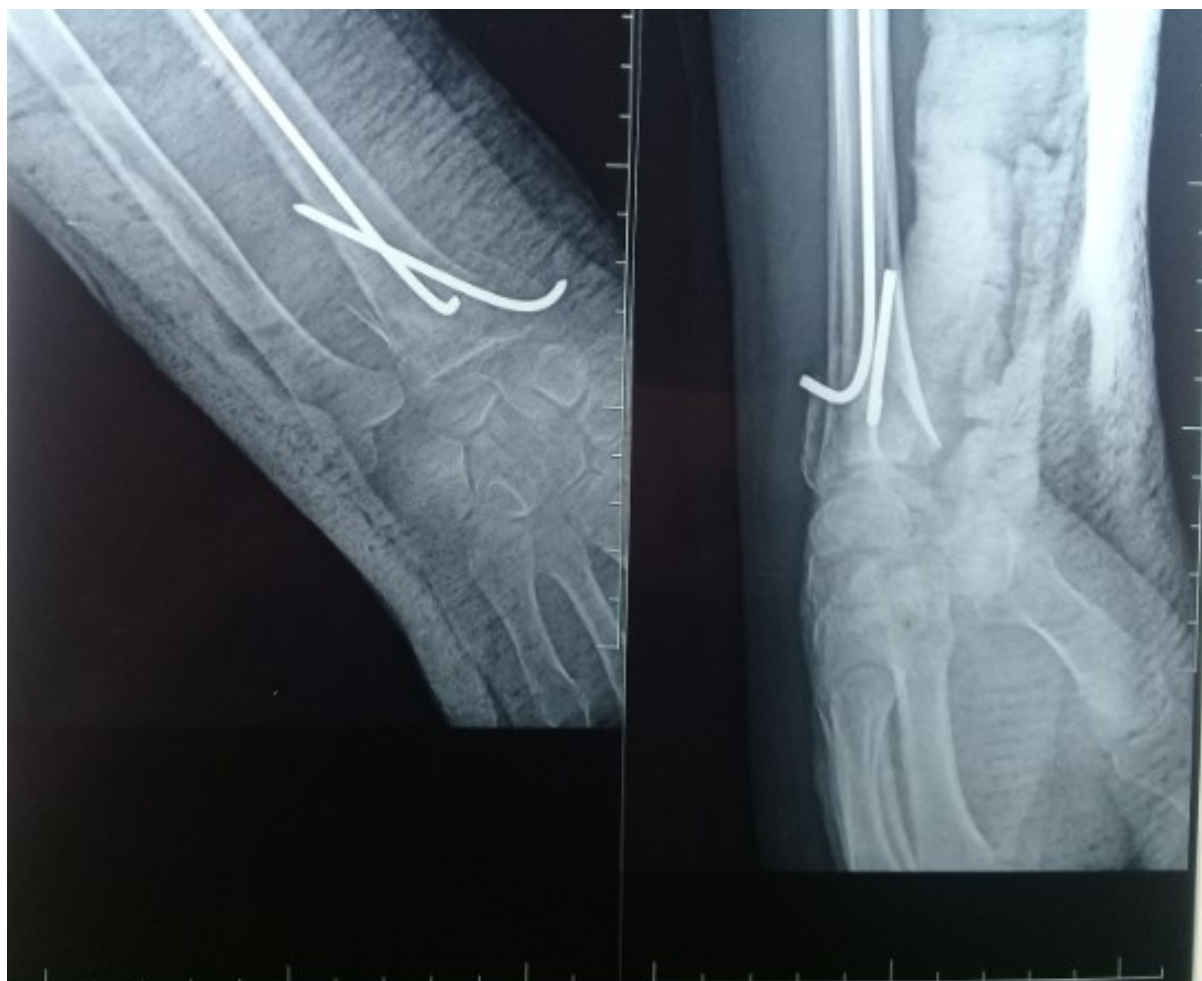




**Figure 3 : radiographie de face et de profil montrant une de type 2 selon classification de casting traitée uniquement par l'embrochage de py**



Figure 4 : radiographie de profil montrant une de type 2 selon classification de casting traitée par l'embrochage de py



**Figure 5 : radiographie de face et de profil montrant une fracture de type 2 selon la classification de casting traitée par embrochage mixte ( py et styloïdien)**

## 6. Suivi postopératoire :

### a. Les suites postopératoires :

Tous nos patients ont bénéficié de suites suivantes :

- Les pansements au niveau de la plaie opératoire sont changés un jour sur deux avec une surveillance de l'état local pour éviter les infections.
- une radiographie de contrôle post opératoire de face et profil du poignet à J2 puis à J21 et J45.
- Les sutures sont enlevées vers le 15ème jour de l'opération.
- L'ablation des broches est faite entre 45-60 jours sous anesthésie locorégionale le plus souvent.

### b. rééducation :

Une auto rééducation des doigts et de l'épaule a été débutée dès le lendemain de l'intervention, au Lit du malade.

Elle se poursuit de façon passive et active après l'ablation de moyen de contention et elle se prolonge jusqu'à obtention d'une mobilité satisfaisante et la récupération de la force de préhension.

Le recours au centre de rééducation est parfois nécessaire. (21.74% patients)

## V. Résultats Fonctionnels :

### 1. Les critères d'évaluation :

Ils ont été jugés selon le score clinico-radiologique de Jakim et al. (Tableau I). Ce score est basé sur des critères cliniques (subjectifs et objectifs) et radiologiques (positifs et négatifs). Les Résultats fonctionnels constatés chez nos malades étaient rapportés sur le tableau suivant :

**Tableau 4 : Résultats selon Jakim et al.**

| Résultats  | Nombre de cas | Pourcentage |
|------------|---------------|-------------|
| Excellents | 24            | 52,17%      |
| Bon        | 11            | 23,91%      |
| Moyen      | 6             | 13,04%      |
| Mauvais    | 5             | 10,86%      |

76,08% des bons et excellents résultats fonctionnels ont été retrouvés chez les patients traités par embrochage de py, 10,86 % avaient de mauvais résultats logiques (positifs et

## 2. Résultats globaux :

Les résultats ont porté sur 46 patients qui ont au moins 74 jours de recul.

Les résultats sont les suivants :

- les bons et excellents résultats sont de l'ordre de 76,08 %.
- Les résultats moyens sont de l'ordre de 13,04 %.
- Les mauvais résultats sont de l'ordre de 10,86 %.

**Tableau 5: résultats globaux**

| résultats    | Nombres de cas | pourcentage |
|--------------|----------------|-------------|
| Excellent    | 19             | 52,17%      |
| Bons         | 16             | 23,91%      |
| Moyens       | 9              | 13,04%      |
| Mauvais      | 2              | 10,86%      |
| <b>Total</b> | <b>46</b>      | <b>100%</b> |

## 3. Résultats analytiques :

### a. En fonction de l'âge :

Selon la classification de l'OMS, les résultats étaient les suivants :

- **Patients de moins de 20 ans : (17 patients)**

les bons et excellents résultats étaient de 88,23% (15 patients).

Les résultats moyens étaient de 11,76% (2 patients).

- **patients entre 20 et 50 ans : (10 patients)**

Les bons et excellents résultats étaient de 80% (8 patients).

Les résultats moyens étaient de 20% (2 patients).

- **patients entre 50 et 63 ans : (19 patients)**

Les bons et excellents résultats étaient de 84,21% (16 patients).

Les résultats moyens étaient de 10,52% (2 patients).

Les mauvais résultats étaient de 5,63% (1 patient).

Nous constatons que l'âge est impliqué dans le pronostic fonctionnel : plus le sujet est jeune plus les résultats sont bons et excellents.

**Tableau 6 : répartitions des résultats fonctionnels selon l'âge :**

| Age                | Nombre de cas | Résultats          |        |         |
|--------------------|---------------|--------------------|--------|---------|
|                    |               | Excellents et bons | Moyens | Mauvais |
| Moins de 20 ans    | 17            | 15                 | 2      | 0       |
| Entre 20 et 50 ans | 10            | 8                  | 2      | 0       |
| Entre 50 et 63 ans | 19            | 16                 | 2      | 1       |

**En fonction de type de fracture :**

Les résultats étaient les suivants :

- **Les patients ayant une fracture simple :(6 patients)**

Les bons et excellents résultats étaient de 83.33% (5 patients).

Les résultats moyens étaient de 16.66% (1 patient).

- **Les patients ayant une fracture complexe :(40 patients)**

Les bons et excellents résultats étaient de 12.5% (5 patients).

Les résultats moyens étaient de 47.5 % (19 patients).

Les mauvais résultats étaient de 40 % (16 patients).

**Tableau 7 : répartitions des résultats fonctionnels selon le type de fracture :**

| Age               | Nombre de cas | Résultats          |        |         |
|-------------------|---------------|--------------------|--------|---------|
|                   |               | Excellents et bons | Moyens | Mauvais |
| Fracture simple   | 6             | 5                  | 1      | 0       |
| Fracture complexe | 40            | 5                  | 19     | 16      |

Nous constatons que le type de fracture est impliqué dans le pronostic fonctionnel : plus la fracture est simple plus les résultats sont bons et excellents.



## **VI. Résultats radiologiques :**

### **1. Critères d'évaluation radiologiques :**

Basés essentiellement sur la qualité de réduction ,dans notre série on a noté les résultats suivant :

- 65.22% ont eu une très bonne réduction.
- 21.74% ont eu une réduction satisfaisante
- 13.04% ont eu une mauvaise réduction.

### **2. La consolidation :**

La consolidation osseuse a été obtenue dans un délai moyen de 45 jours postopératoire dans la totalité des cas de notre étude.

## **VII. Complication :**

### **1. Complications précoces :**

Dans notre série, aucun patient n'a présenté des complications précoces.

### **2. Complications secondaires :**

- 1 cas de déplacement secondaire.
- 1 cas de syndrome algodystrophique.
- 1 cas de syndrome de canal carpien.

### **3. Complications tardives :**

- 2 cas de cal vicieux.
- 1 cas de raideur articulaire.

# DISCUSSION

## I. Rappel anatomique

### 1. Anatomie descriptif :

#### 1.1. L'ostéologie

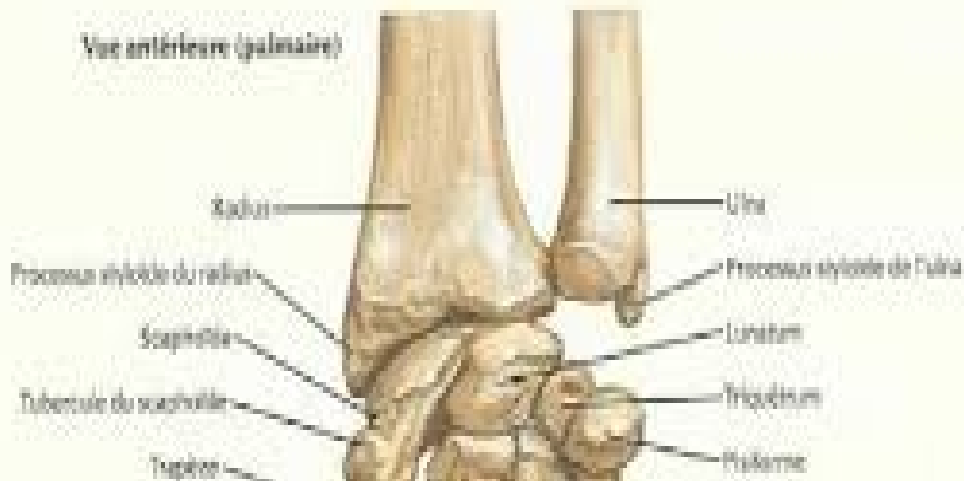
##### a. l'extrémité distale du radius

L'extrémité inférieure est volumineuse, légèrement aplatie d'avant en arrière, à la forme d'un prisme triangulaire. Elle mesure 3 cm dans le sens transversal et 2 cm dans le sens antéro-postérieur.

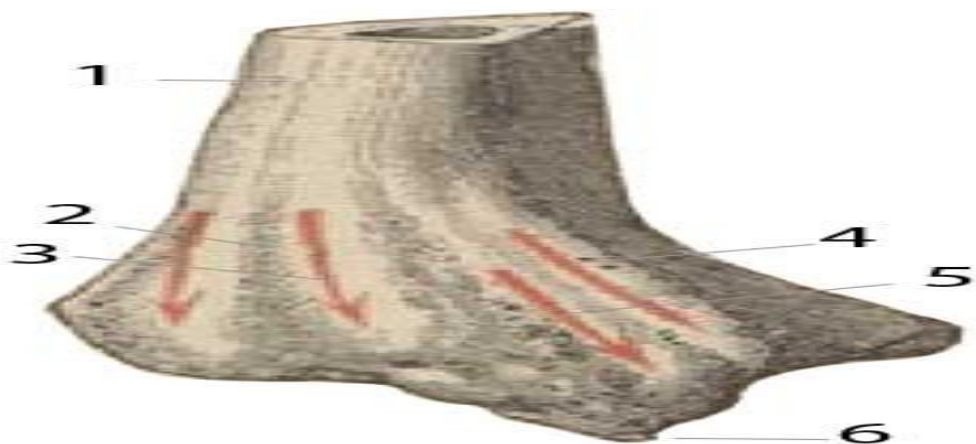
La face inférieure, articulaire, de forme triangulaire dont le sommet se confond avec le corps de l'os, et dont la base s'articule avec le carpe.

- La face antérieure concave continue en bas la face antérieure du corps de l'os. Elle est lisse, excavée et donne insertion au carré pronateur.(fig6)
- La face postérieure fait suite à la face postérieure du corps. Cette face est creusée de deux gouttières : l'une externe, étroite, oblique en bas et en dehors, pour le tendon du long extenseur du pouce ; l'autre interne, verticale, large et peu profonde, pour les tendons de l'extenseur commun et de l'extenseur propre de l'index(fig7).
- La face externe regarde à la fois en dehors et en arrière ; elle est sur le prolongement de la face externe du corps. Elle est sillonnée de gouttières.
- La face interne, triangulaire, concave d'avant en arrière . Sa partie inférieure est occupée par une facette articulaire, la cavité sigmoïde du radius qui s'articule avec la tête du cubitus.

## Os du carpe



**Figure 6:vue palmaire extrémité inférieure des deux os**



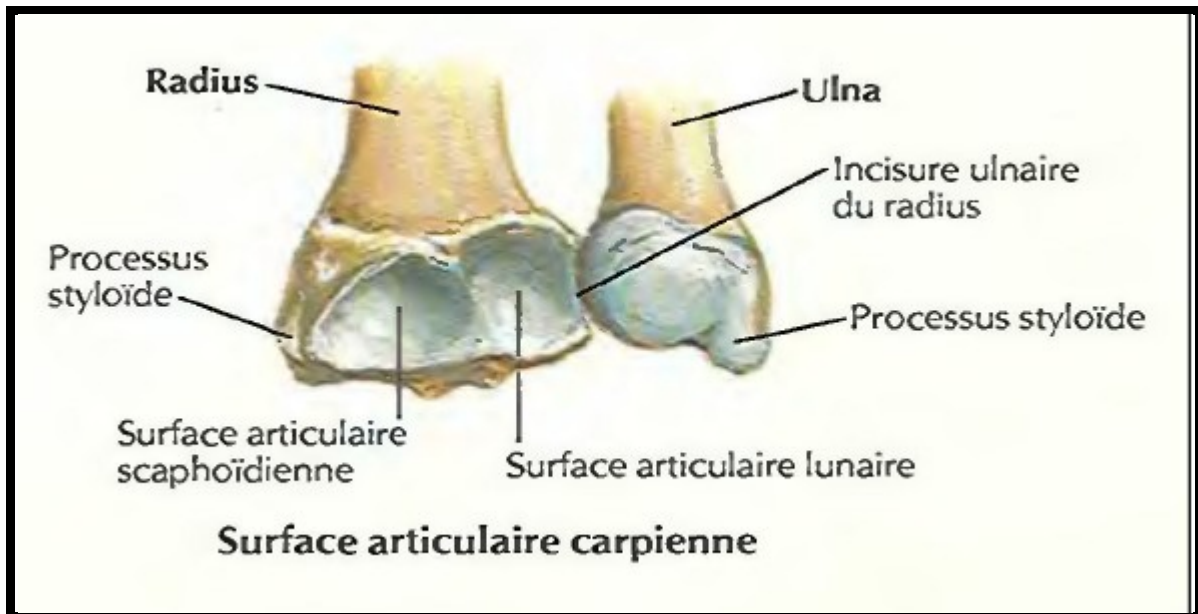
**Figure 7 : vue postérieur du extrémité inférieure du radius**

1. Corps du radius;
2. Gouttière pour le deuxième radial externe;
3. Gouttière pour le premier radial externe;
4. gouttière pour le long abducteur du pouce;
5. gouttière pour le court extenseur du pouce;
6. Apophyse styloïde

**b. Extrémité distale de l'ulna (fig8) :**

Elle est arrondie et comprend 2 saillies importantes :

- En dedans et en arrière, le processus styloïde de l'ulna
- En dehors la tête ulnaire, circonférence en forme de croissant articulaire avec l'incisure ulnaire du radius



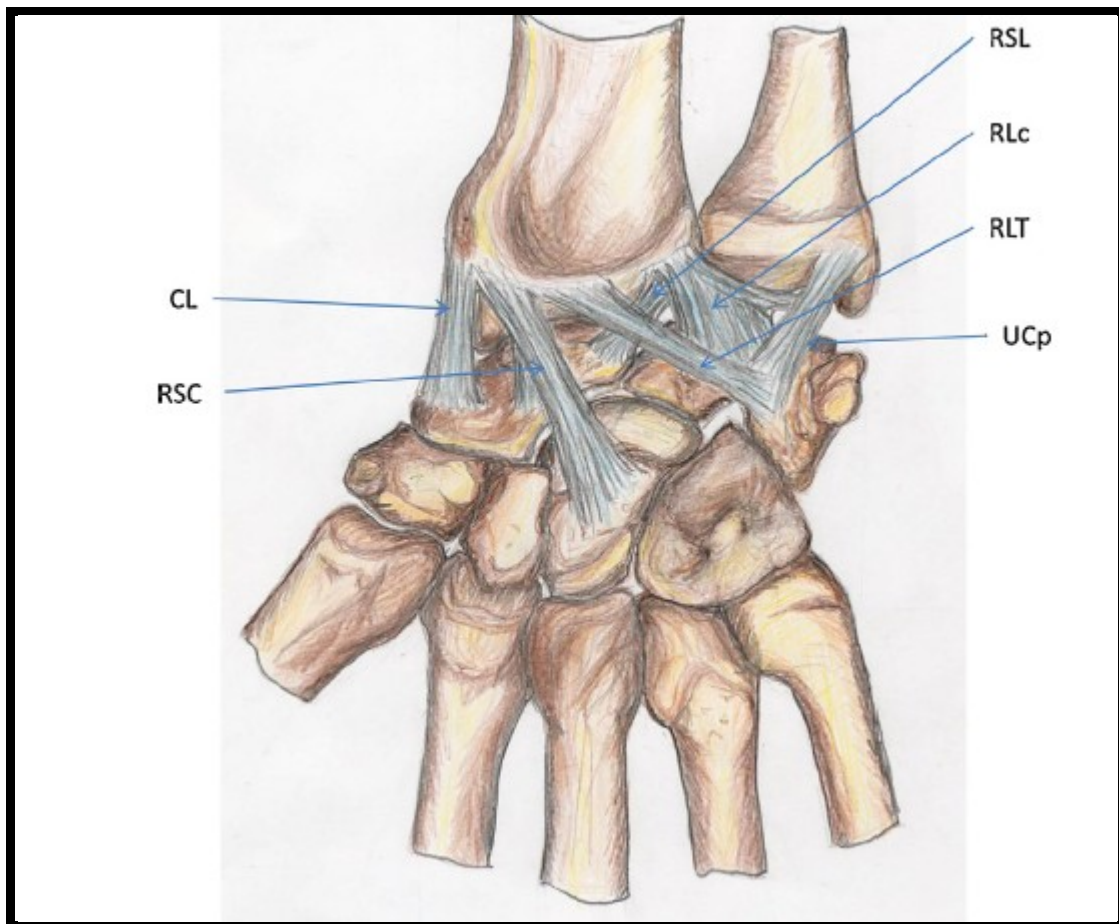
**Figure 8 : Extrémité inférieure des 2 os de l'avant bras (1)**

## 1.2. Les ligaments:

Le bord distal rugueux donne insertion à la capsule articulaire et aux ligaments radio carpiens :

### a. Les ligaments palmaires (Fig.9) :

Ils s'insèrent sur le bord distal antérieur un petit tubercule situé à l'aplomb de la crête mousse sagittale donne insertion au ligament radio-scapho-lunaire (Fig.9) ; les principaux ligaments palmaires (radio-scapho-capital et radio-lunotriquétral palmaire) s'insèrent latéralement à cette crête sagittale ;



**Figure 9 . Ligaments radiocarpies palmaires. CL : ligament collatéral latéral ; RSC : ligament radio-scapho-capital ; RLT : ligament radio-lunotriquétral ou radiolunaire long; RLc : ligament radiolunaire court ; RSL : ligament radioscapolunaire ; UCp : ligament ulnocarpien palmaire. (2)**

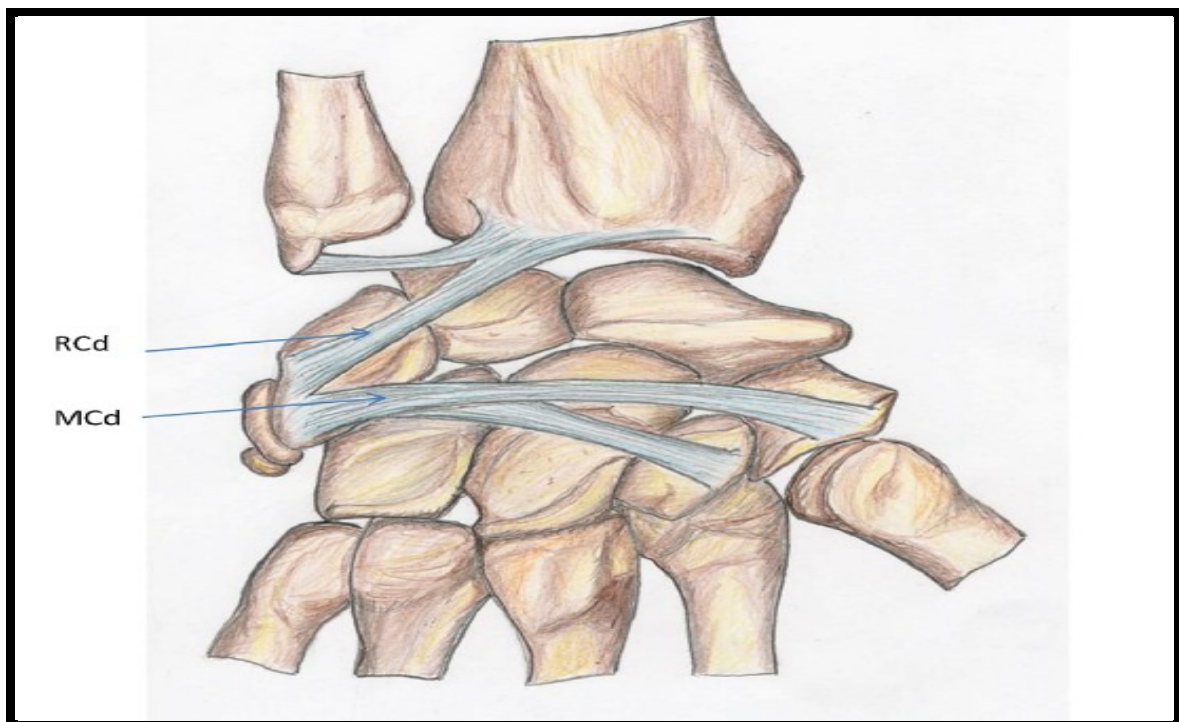
**b. Ligaments dorsaux**

Ils s'insèrent sur le bord distal postérieur (Fig10.) ;

le ligament radiocarpien dorsal (ou lunotriquétral dorsal) s'insère médialement au tubercule dorsal de Lister ;

a. **ligaments collatéral latéral** sur le processus styloïde (Fig9) ;

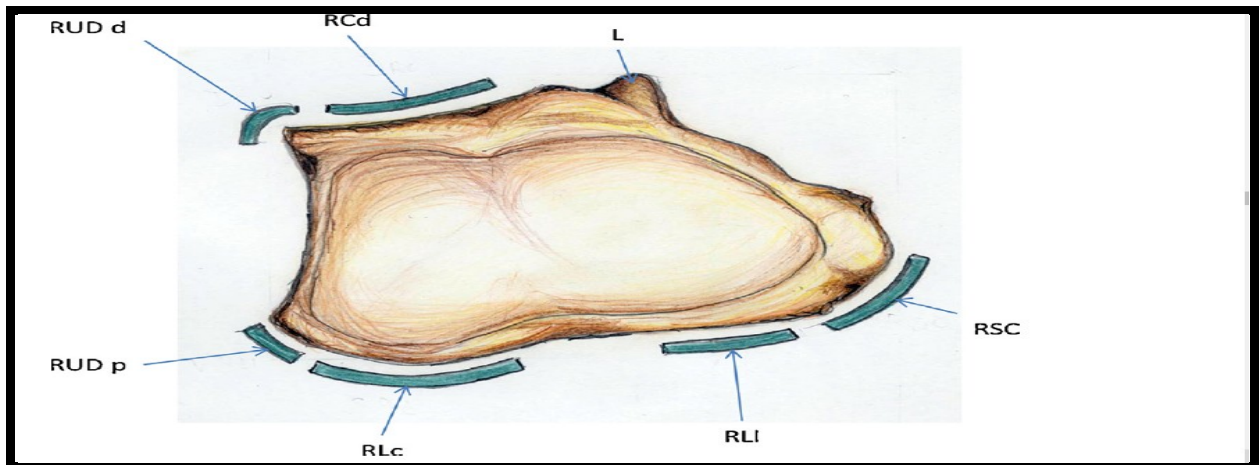
b. **le ligament triangulaire**, mieux dénommé disque articulaire RUD sur son bord distal médial.



**Figure 10: Ligaments radiocarpies dorsaux. RCd : ligament radiocarpien dorsal (ou radio triquétral dorsal) ; MCd : faisceaux du ligament médiocarpien dorsal pour le scaphoïde, le trapézoïde et le trapèze.(2)**

Bain et al. [3] ont montré que les fractures intra-articulaires à 2 fragments ou plus impliquaient les zones interligamentaires, les traits de fracture tendant à sortir entre les insertions des principaux ligaments (Fig.11).





**Figure 11. Vue distale schématique de l'extrémité distale du radius avec les zones d'insertion des principaux ligaments, entre lesquelles sortent habituellement les traits de fracture articulaires (d'après Bain et al. [3]). L : tubercule dorsal du radius (de Lister) ; RCd : ligament radiocarpien dorsal ; RUDd : ligament radioulnaire dorsal ; RUDp : ligament radio-ulnaire palmaire ; RLc : ligament radiolunaire court ; RLI : ligament radio-lunaire long ; ligament RSC : radioscapocapital. (2)**

### **1.3. Les articulations de l'extrémité distale du radius :**

L'extrémité distale du radius s'articule avec l'ulna et la 1<sup>ère</sup> rangée du carpe, ainsi on a :

#### **a. L'articulation radio-ulnaire distale :**

C'est une articulation cylindrique (trochoïde) à un seul degré de liberté, la rotation axiale. Avec l'articulation huméro-radiale, l'articulation radio-ulnaire proximale et l'articulation radio-ulnaire moyenne (membrane interosseuse antébrachiale) [4], elle concourt à donner à l'avant-bras son 3<sup>e</sup> degré de liberté, la pronation-supination. Toute atteinte de l'articulation RUD menace donc l'intégrité de la pronation-supination.

##### **➤ les surfaces articulaires : (2)**

Elle oppose :

- l'incisure ulnaire du radius à la circonférence articulaire de la tête ulnaire ;
- la face distale de la tête ulnaire au disque articulaire RUD.

Le rayon de courbure de l'incisure ulnaire du radius est plus important que celui de la tête ulnaire, cette incongruence est source d'instabilité.

Le disque articulaire s'insère sur la crête séparant l'incisure ulnaire de la surface articulaire carpienne du radius latéralement, sur la base du processus de styloïde ulnaire médialement. De ce fait, les fractures de l'apex du processus de styloïde ulnaire ne menacent pas la stabilité de l'articulation RUD, alors que celles de sa base le font.

##### **➤ Les moyens d'union**

Une capsule très mince et très lâche s'insère à la limite des surfaces osseuses et sur les bords du ligament triangulaire. Elle se poursuit en bas avec la capsule de l'articulation radiocarpienne.

Les ligaments sont au nombre de trois.

- Un ligament interosseux qui joue à la fois, un rôle de ligament et de surface articulaire: le ligament triangulaire.
- Un ligament antérieur qui est un renforcement antérieur de la capsule avec ses fibres obliques en bas et latéralement.
- Le ligament postérieur qui a une disposition symétrique à celle du ligament antérieur.

➤ **Moyen de glissement**

La synoviale, tapissant la face profonde de la capsule, s'insère à la limite des surfaces cartilagineuses. Sa cavité communique habituellement à travers le ligament triangulaire avec celle de la synoviale radio-carpienne.

**b. L'articulation radiocarpienne (fig 12)**

C'est une articulation ellipsoïde à deux degrés de liberté.

➤ **Les surfaces articulaires :**

Elle oppose la surface articulaire carpienne du radius à la surface proximale de la rangée proximale du carpe, représentée essentiellement par le scaphoïde et le lunatum ; le triquetrum fait face au disque articulaire RUD et le pisiforme ne participe pas à la constitution du condyle carpien.

La surface articulaire carpienne du radius est biconcave, triangulaire à grand axe transversal, dont le sommet correspond au processus styloïde et dont la base correspond à l'incisure ulnaire; elle est divisée par une crête sagittale mousse en deux surfaces, scaphoïdienne et lunarienne, s'articulant en position de repos avec le scaphoïde et le lunatum respectivement. Les bords de la surface articulaire carpienne donnent insertion aux ligaments radio- carpiens.

### ➤ **Les moyens d'union**

Les os du carpe sont unis entre eux par des ligaments interosseux, ceux de la rangée proximale par les ligaments scapholunaire et lunotriquétral interosseux.

Les articulations radiocarpienne et médiocarpienne sont incluses dans une même capsule, renforcée par des ligaments périphériques, dont certains sont propres à l'articulation radiocarpienne (ligament radiolunaire court, ligament radio-lunotriquétral ligaments ulnolunaires antérieur et postérieur), d'autres aux deux articulations (comme le ligament radio-scaphocapital).

Les ligaments les plus latéraux s'insèrent sur l'EDR, les ligaments les plus médiaux s'insèrent sur les bords du disque articulaire RUD, laissant la tête ulnaire libre de tourner dans l'incisure ulnaire du radius, sans que cela interfère avec la tension des ligaments radio-carpiens.

### ➤ **Les moyens de glissement :**

La synoviale tapisse la face profonde de la capsule. Elle s'insère au pourtour de la glène anté-brachiale et du condyle carpien. Elle communique dans 40% des cas avec la synoviale de la radio-carpienne inférieure et dans 12% avec celle de la média-carpienne. A la face dorsale, elle envoie à travers les déhiscences de la capsule un certain nombre de bourgeons synoviaux ; point de départ habituel des kystes synoviaux du poignet.

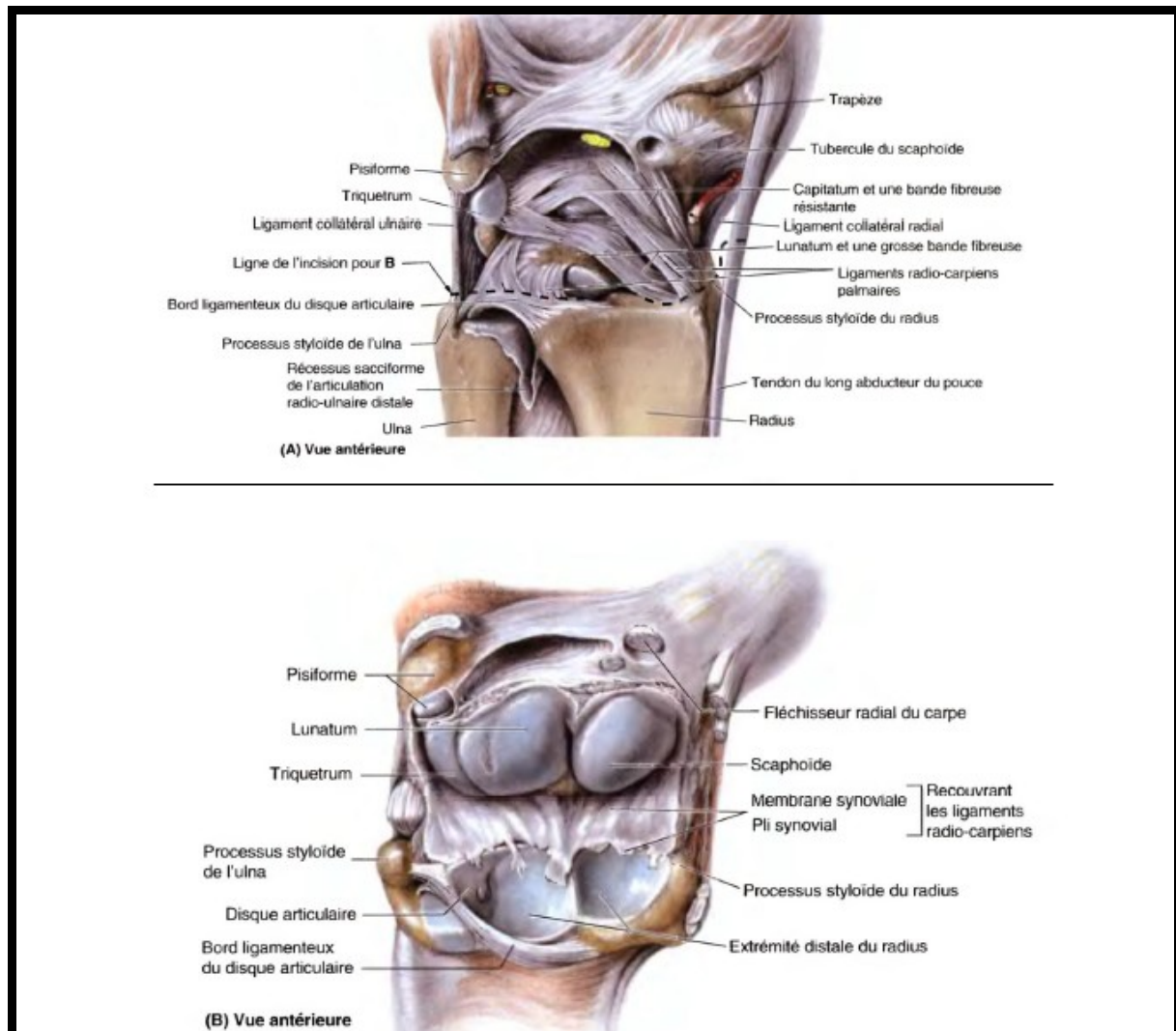


Figure 12. Dissection de l'articulation radio-carpienne (vue antérieure) [5]

## 2. Anatomie topographique

### 2.1. Rapports antérieurs et postérieurs:

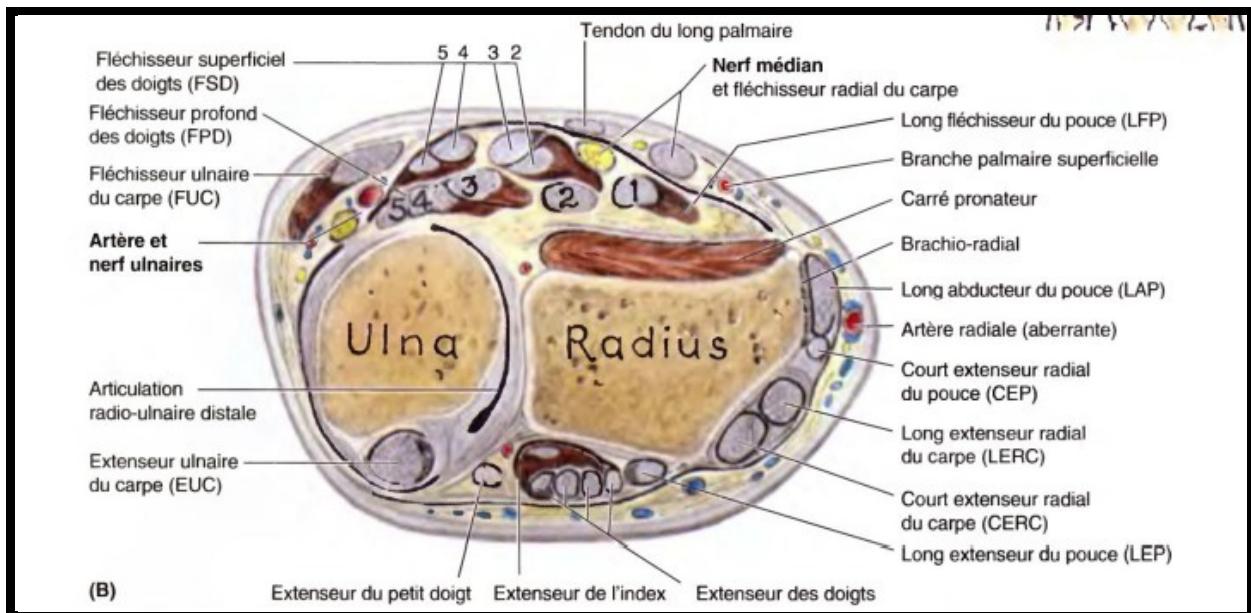
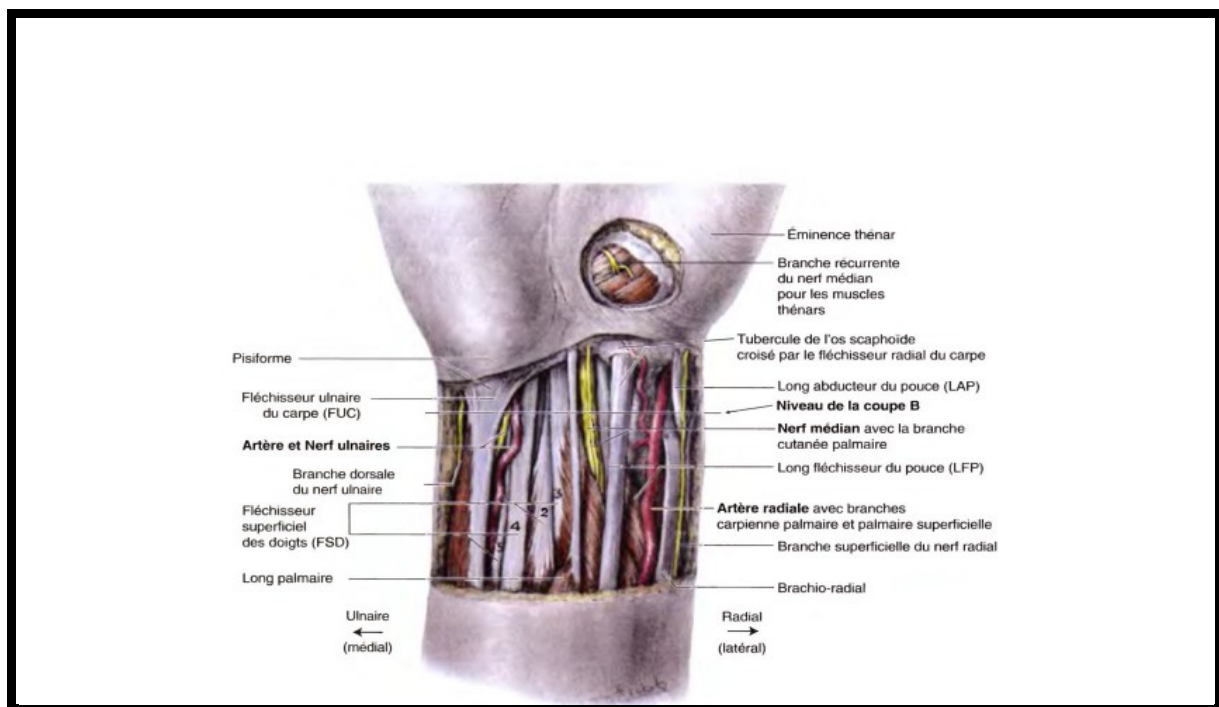
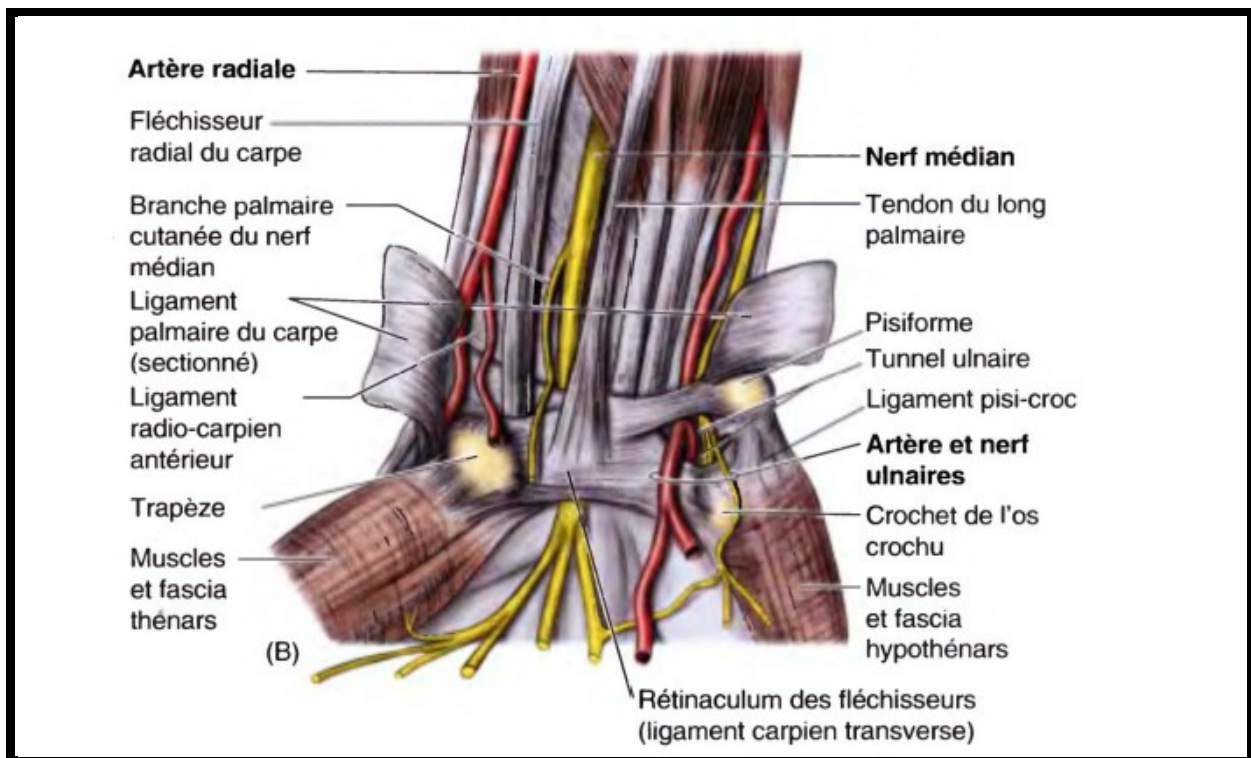


Figure 13 : coupe transversale de la partie distale de l'avant-bras (6)



**Figures 14: Eléments vasculo-nerveux et tendons de l'extrémité distale de l'avant-bras (Vue antérieure) [5]**

### 3. Anatomie radiologique (2)

La surface articulaire carpienne est concave vers le bas, l'avant et le dedans ; sur une radiographie de face (**Fig. 15A**), elle fait avec l'horizontale un angle moyen de 22° (21-25°) ou 24° (19°-29°) [7] (inclinaison radiale) .

Sur la radiographie de profil (**Fig.15B** ), un angle moyen de 9°( 8)à 11° (2-20°) (antéversion ou « volar tilt ») ; de ce fait, en l'absence de toute fracture, la marge postérieure de la surface articulaire carpienne se projette plus distalement que la marge antérieure sur une radiographie de face (**Fig15** ).

Avec la tangente au bord distal de la tête ulnaire, le bord distal de l'incisure ulnaire sert de point de référence pour le calcul de l'index RUD ou variance ulnaire (**Fig.15A** ) ; celle-ci est habituellement négative de 1-2 mm, représentant l'épaisseur du disque RUD.





**Figure 15. Les mesures radiologiques les plus importantes à réaliser devant une fracture de l'extrémité distale du radius : l'inclinaison frontale (a) et l'indice radio-ulnaire distal (b), de face (A) ; l'inclinaison sagittale (c) et le palmar cortical angle (PCA) (d) de profil (B). La ligne e représente l'axe longitudinal du radius, dont la perpendiculaire représente l'axe transversal servant à calculer les inclinaisons frontale et sagittale. (2).**

#### **4. Biomécanique : (9)**

Le poignet représente un ensemble fonctionnel, permettant à la main, segment effecteur, de se présenter dans la position optimale pour la préhension. Ainsi le poignet se comportera comme une articulation à 3° de liberté, permettant à la main de s'orienter sous n'importe quel angle pour saisir ou soutenir un objet.

Le complexe articulaire du poignet comporte deux articulations : la radio-carpien et la radio-ulnaire.

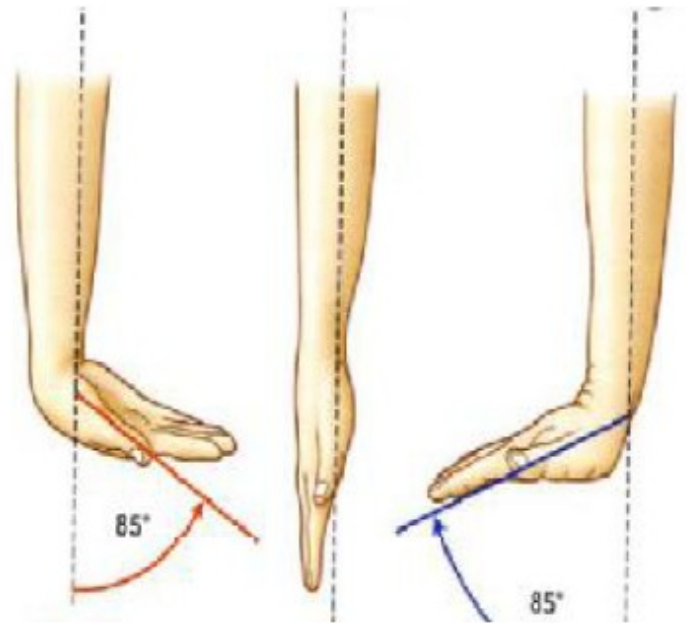
##### **4.1. Le complexe radio-carpien :**

Comprenant en réalité l'articulation radio-carpienne et médio-carpienne, il possède deux axes et deux degrés de liberté : dans le plan frontal (l'inclinaison) et dans le plan sagittal (flexion-extension). La stabilité de ces mouvements est assurée par l'appareil ligamentaire.

##### **a. La mobilité:**

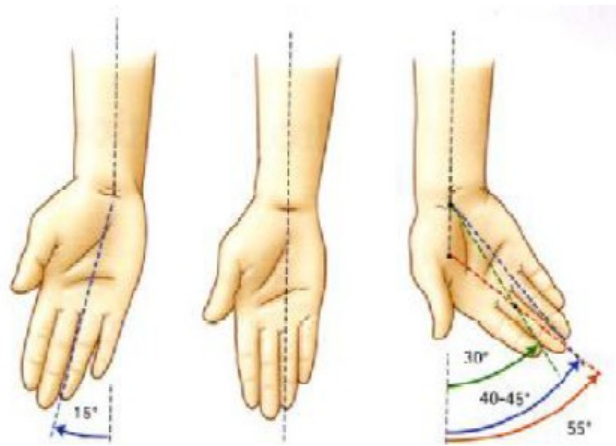
Les mouvements du poignet s'effectuent autour de deux axes :

- **L'axe transversal conditionne les mouvements de flexion-extension (Fig.16)**
- La flexion : la face palmaire de la main se rapproche de la face antérieure de l'avant-bras. Son amplitude se mesure à partir de la position de référence, le poignet en rectitude et la face dorsale de la main située dans le prolongement de la face postérieure de l'avant-bras, elle est de 85°
- L'extension : la face dorsale de la main se rapproche de la face postérieure de l'avant-bras, elle est de 85°.



**Figure 16. Amplitude des mouvements du poignet dans l'axe transversal (9)**

- L'axe antéropostérieur conditionne les mouvements d'abduction et d'adduction (Fig.17):
  - L'adduction (inclinaison ulnaire) : la main se rapproche de l'axe du corps et son bord ulnaire forme avec le bord interne de l'avant-bras un angle obtus ouvert en dedans. Son amplitude se mesure à partir de la position de référence, l'axe de l'avant-bras passant par la 3ème colonne, elle est de 45°.L'amplitude de ces mouvements sera, cependant, influencée par le degré de relâchement des ligaments du carpe.
  - L'abduction (inclinaison radiale) : la main s'éloigne de l'axe du corps et son bord radial forme avec le bord externe de l'avant-bras un angle obtus et ouvert en dehors. Son amplitude ne dépasse pas 15°.



**Figure.17: Amplitude des mouvements du poignet dans l'axe antéropostérieur (9)**

**b. La stabilité :**

➤ **La stabilité dans le plan frontal :**

La glène anté-brachiale regarde en bas et en dedans, formant avec l'horizontale un angle de 25 à 30°. Sous la pression des forces musculaires longitudinales, le carpe en rectitude a donc tendance à glisser en haut et en dedans, créant ainsi une instabilité.

La position neutre est atteinte donc en adduction (30°), avec un recentrage du condyle carpien sous la glène par le hauban musculaire. Or, cette position en légère adduction est la position naturelle du poignet, la position de fonction, qui coïncide donc avec sa stabilité maximale.

➤ **La stabilité dans le plan sagittal :**

La glène orientée en bas et en avant de 10 à 15° crée une tendance naturelle à l'instabilité. En rectitude, la tension des ligaments postérieurs et antérieurs est équilibrée : le condyle est stabilisé sous la glène.

Par contre en extension, la tendance à l'échappée du condyle carpien est renforcée. La face profonde des ligaments antérieurs comprime alors le lunatum et le

grand os, en haut et en arrière, provoquant ainsi le recentrage et la stabilisation du condyle carpien, et réalisant une tension ligamentaire et une compression articulaire maximale.

#### **4.2. L'articulation radio-ulnaire distale :**

L'existence d'un couplage fonctionnel entre prono-supination et la radio carpienne oblige à intégrer la physiologie de la radio-ulnaire distale dans celle du poignet, bien que mécaniquement elle soit liée à celle de la radio ulnaire supérieure.

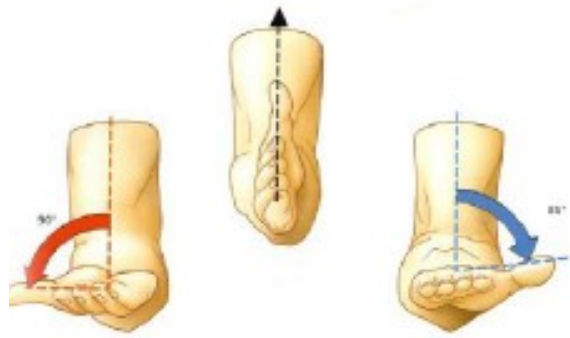
##### **a. La mobilité : (Fig18)**

La prono-supination est le mouvement de rotation de l'avant-bras autour de son axe longitudinal. Elle est étudiée le coude fléchi à 90° et collé au corps. Elle se décompose en :

- Supination : la paume de la main est dirigée vers le haut et le pouce en dehors. Amplitude est de 90°
- Pronation : la paume de la main « regarde » vers le bas, le pouce en dedans. Amplitude est de 85°
- Position intermédiaire : le pouce est dirigé vers le haut et la paume en dedans. C'est la position 0 ou position de référence.

Les muscles moteurs : sont essentiellement situés au niveau du squelette anté-brachial et l'articulation du coude.

- Les muscles pronateurs : sont représentés par le rond pronateur, le carré pronateur et le fléchisseur radial du carpe.
- Les muscles supinateurs : sont le biceps brachial, le muscle supinateur et le muscle brachio-radial.



**Figure.18: Mouvements de l'articulation radio-ulnaire distale au cours de la prono-supination (9)**

**b. La stabilité :**

Les articulations radio ulnaires proximales et distales sont coaxiales et ne peuvent fonctionner l'une sans l'autre.

La position de stabilité maximale répond à la posture intermédiaire de prono-supination: la congruence des surfaces est optimale ainsi que les tensions ligamentaires (complexe triangulaire et membrane interosseuse).

Par contre, les positions extrêmes de pronation et de supination représentent des positions d'instabilité (congruence et tension ligamentaire minimales).

Le complexe triangulaire et la membrane interosseuse jouent donc un rôle capital dans la coaptation de l'articulation radio ulnaire distale.

### **4.3. Effet ténodèse et synergie musculaire :**

La mobilité du poignet se produit au sein même d'un ensemble tendineux. Il offre ainsi à la main les bénéfices de l'effet ténodèse et de la synergie musculaire qui permet le perfectionnement du geste.

Le simple fait d'étendre activement le poignet entraîne un enroulement passif des chaînes digitales. Cet effet ténodèse est présent dans tous les gestes pour améliorer la force de nos prises et les performances de la main. La synergie musculaire correspond à la contraction simultanée de plusieurs muscles.

Au niveau du poignet, il suffit de fermer le poignet pour se rendre compte que simultanément nous actionnons les fléchisseurs des doigts mais aussi les extenseurs du poignet. Cette contraction des extenseurs du poignet est réflexe et sans doute liée à l'étirement de leurs tendons suite à la contraction des muscles fléchisseurs des doigts.

Le secteur de mobilité réflexe (10), qui se produit lorsqu'on ouvre et ferme les doigts, représente le secteur de mobilité qu'il faut absolument préserver pour ne pas affecter les performances de la main. Ce secteur de mobilité réflexe semble être, d'après Palmer et Werner, de 30° d'extension, 5° de flexion, 15° d'inclinaison ulnaire et 10° d'inclinaison radiale. (11)

Cependant Nelson a montré, en plaçant des orthèses limitant la mobilité du poignet à des volontaires sains, que les tâches de la vie quotidienne pouvaient être effectuées avec des mobilités très réduites : 7° d'extension, 5° de flexion, 6° d'inclinaison ulnaire et 7° d'inclinaison radiale. Le secteur de mobilité nécessaire à la réalisation de ces tâches diminuant au fil de l'étude par une probable adaptation du patient à ce handicap. (11)

#### **4.4. Le verrouillage :**

Le poignet est un support mobile pour la main mais il doit aussi être un support stable.

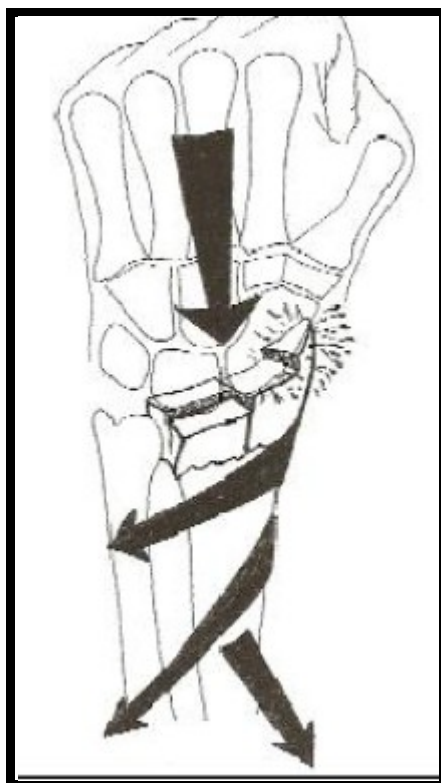
La stabilité de ce support est obtenue par l'emboîtement réciproque des surfaces articulaires et par l'ensemble des structures péri-articulaires.

C'est cette stabilisation du poignet que nous désignons par le terme de « verrouillage ». Ce verrouillage est primordial lors des mouvements de pronosupination. En effet, les quatre principaux muscles pronosupination (carré pronateur, rond pronateur, brachio-radial le long biceps) ont leur insertion distale située au-dessus, de l'interligne radio-carpien. Les mouvements de pronosupination sont donc transmis de l'avant-bras à la main par l'intermédiaire du poignet.

Le poignet se comporte alors comme un embrayage : il existe, en effet, entre le radius distal et la base des métacarpiens une rotation longitudinale qui varie en fonction de la force de serrage et du couple de pronosupinateur exerce distalement.

(12)





**Figure.19 : La rotation longitudinale entre radius et condyle carpien est à l'origine de contraintes en cisaillement parallèles au plan du cartilage. Tout défaut de réduction transforme la glène radiale en « râpe » pour le condyle carpien. (13)**

Ainsi dans le cadre des fractures du radius distal, cette notion est importante car toute marche d'escalier au niveau de la glène radiale va diminuer la congruence entre le radius et le condyle carpien. Lors des mouvements de pronosupination, si le verrouillage réduit la rotation longitudinale entre le radius et le condyle carpien, cette rotation n'est jamais nulle. Ainsi se crée-t-il des forces de cisaillement dans le plan du cartilage, forces particulièrement arthrogènes.

## 5. Retentissement fonctionnel des fractures de l'extrémité inférieure du radius :

### a. Biomécanique articulaire :

L'articulation radio-carpienne n'est qu'un des éléments de l'espace synovial central qu'est le poignet. Son extension ulnaire, englobant l'interligne ulno-carpien, rend encore plus indissociable cet ensemble. « Toute fracture déplacée du radius distal est une fracture articulaire ».

En effet, les conséquences du déplacement ne se limitent pas seulement à l'articulation radio-carpienne mais aussi à l'articulation radio-ulnaire distale et médio-carpienne.

Une modification de l'orientation de la glène radiale après fracture du radius distal retentit sur la position des os du carpe provoquant l'apparition d'un carpe adaptatif (14) et d'une instabilité en DISI (dorsal intercalated segment instability). Ainsi, certains auteurs n'utilisent plus le terme de fracture extra-articulaire pour désigner une fracture du radius distal même lorsqu'elle est située au-dessus de l'articulation radio-ulnaire distale. Ils préfèrent alors utiliser le terme de fractures extra-chondrales pour les fractures anciennement dites extra-articulaires, et de fractures ostéo-chondrales pour les fractures anciennement dites articulaires.

Les fractures ostéo-chondrales du radius distal atteignent directement le cartilage de la glène radiale. Fernandez a montré qu'une incongruence articulaire supérieure ou égale à 1 mm était à l'origine de mauvais résultats cliniques provoquant l'apparition d'arthrose (15.16). Sur le plan purement clinique, les patients se plaignent de douleurs mais rarement d'un manque de mobilité, la mobilité médio-carpienne préservant le secteur de mobilité réflexe.

Les fractures extra-chondrales ont un cartilage initialement intact. Mais la dégradation du cartilage survient inéluctablement au fil du temps à cause d'une modification des zones de contact entre les surfaces articulaires provoquant alors les hyperpressions localisées.

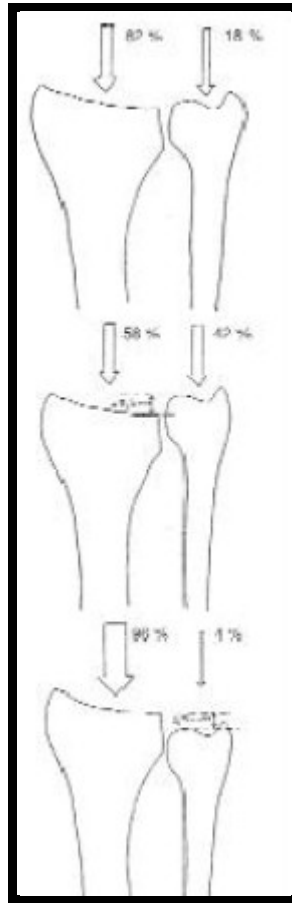
**b. Conséquences des différents types de cals vicieux :**

➤ **L'accourcissement du radius :**

C'est certainement la séquelle la plus fréquente après une fracture du radius distal. La perte de hauteur métaphysaire est quasi constante dans ces fractures et le maintien de la réduction est difficile lorsque l'ostéoporose laisse un vide post réductionnel.

L'accourcissement du radius provoque, à plus ou moins long terme, un conflit ulno-carpien et une incongruence de la radio-ulnaire distale. Le retentissement de ce genre de fracture est alors médial avec une hyperpression entre le condyle carpien et l'ulna par l'intermédiaire du ligament triangulaire.

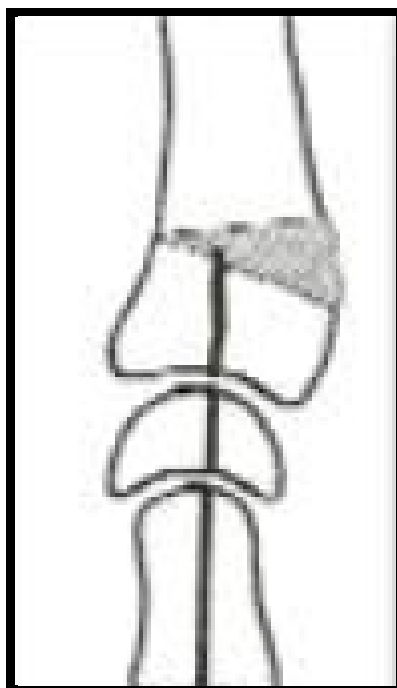
Ce problème de pression a particulièrement bien été étudié par Palmer et Werner en 1984 sur une étude cadavérique (17). Ainsi, lorsque le poignet est placé en position neutre, 82% des forces axiales appliquées au carpe passent par le radius et seulement 18% par l'ulna. Une résection du ligament triangulaire du carpe réduit les forces transmises à l'ulna à 12%. Un accourcissement de l'ulna de 2,5cm réduit les forces transmises à l'ulna à seulement 4%, tandis qu'un allongement de l'ulna de 2,5cm accroît les forces transmises à l'ulna jusqu'à 42% des forces traversant le carpe. (Fig.20). En cas de fracture de l'extrémité distale du radius, il est fondamental de rétablir l'index radio-ulnaire distal. En cas d'échec, les patients souffriront de douleurs sur le versant ulnaire du poignet par conflit ulno-carpien ou par incongruence radio-ulnaire distale.



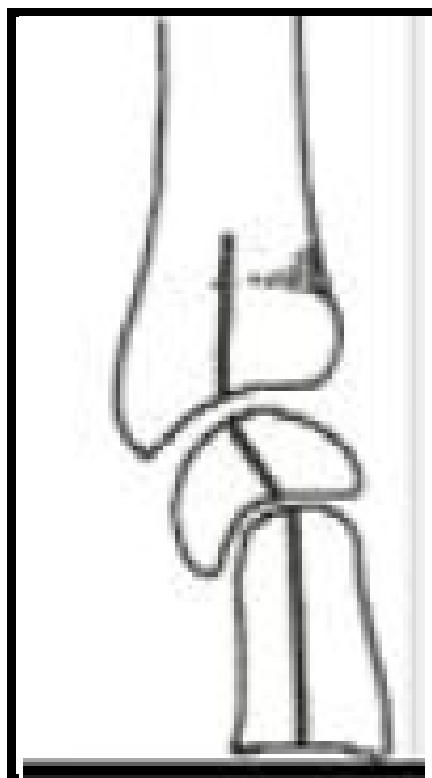
**Figure 20 : Etude de Palmer et Werner en 1984. Les forces axiales exercées sur le carpe sont transmises au radius et à l'ulna de façon variable en fonction de l'index radio-ulnaire distal (13)**

➤ **Défaut d'orientation de la glène dans le plan sagittal :**

Dans la majorité des cas, le cal vicieux se présente sous la forme d'une déformation dorsale. Cette déformation dans le plan sagittal peut être étudiée grâce à une simple radiographie de profil (orientation normale : 11° en moyenne). Ainsi, une bascule postérieure de la glène radiale s'associe à une désaxation en DISI du Lunatum. Cette désaxation, selon Al, n'est pas seulement la conséquence de la bascule postérieure mais elle est également liée à l'adaptation du condyle au déplacement de la glène radiale (Fig21.22) (18)



**Figure21: Biomécanique normale de la radio ulnaire (18)**



**Figure22: Cal vicieux du radius à bascule postérieure et désaxation carpienne d'adaptation (18)**

Short a évalué la répartition des pressions entre radius et l'ulna en fonction de l'orientation de la glène radiale (19). Pour une antéversion normale de 10°, 79% des forces traversant le carpe passant par le radius. Pour une rétroversion de 45°, il n'y a plus que 33% des forces traversant le carpe qui passent par le radius.

De plus, les forces qui s'appliquent au radius ont tendance à se déplacer en arrière, sur le bord postérieur de l'avant radial.

En 1990, Pogue a montré qu'une bascule postérieure ou antérieure de 20° de la glène radiale entraîne un déplacement très net de la zone d'application des forces sur le radius. (20)

Pour Fernandez, une basculé postérieure de plus de 25° deviendra symptomatique et nécessite une ostéotomie correctrice. (21)

➤ **Défaut d'orientation de la glène sur le plan frontal :**

La glène radiale est orientée en moyenne de 22° en bas et en dehors par rapport à une perpendiculaire à l'axe du radius. Dans la plupart des fractures, cette pente a tendance à diminuer.

Pogue a montré que la surface de contact entre scaphoïde et radius diminue lorsque la pente de la glène radiale diminue alors que la surface de contact et les pressions augmentent entre radius et le lunatum (20). Pour pallier cette déformation, le carpe va avoir tendance à se positionner en inclinaison ulnaire afin de laisser la main dans l'axe de l'avant-bras. Le lunatum, comme dans le chapitre précédent, va se positionner en DISI sur un cliché radiographique de profil. Ce carpe adaptatif, avec déplacement des forces et des surfaces de contact va, là encore, provoquer l'apparition d'une arthrose prématurée de l'articulation radio-carpienne.

➤ **L'incongruence articulaire :**

Une incongruence articulaire supérieure ou égale à 2mm va provoquer une dégradation progressive de l'articulation source de douleurs. (16.22)

## II. Epidémiologie :

### 1. Fréquence :

Plus de la moitié (56 %) des traumatismes du poignet vus aux urgences est associée à une FRD. Les fractures distales représentent plus des deux tiers des fractures de l'avant-bras.

Les FRD sont les lésions ostéoarticulaires les plus fréquentes avec les fractures de l'extrémité proximale du fémur qu'elles précèdent en moyenne d'une dizaine d'années.

**Tableau 8: Fréquence des Fractures de l'extrémité inférieure du radius**

| Auteurs         | Fréquence des F.E .I.R   |
|-----------------|--|
| MANSAT(23)      | 4-5% des traumatismes en général                                 |
| NONNEMACHER(24) | 2% de la traumatologie générale                                  |
| ALFARM(25)      | 2/3 des fractures des 2 os de l'avant bras                       |
| CASTAING(26)    | 4% des accidents de travail                                      |
| LECESTER(27)    | 47% des traumatismes du membre supérieur                         |
| KULEJ(28)       | 18% de toutes les fractures<br>77% des fractures de l'avant bras |
| KOO(29)         | 37% des fractures du membre supérieur                            |
| Notre série     | 28% des fractures du membre supérieur                            |

Concernant les fractures articulaires de l'extrémité distale du radius, la fréquence dans les séries suivantes était de :



**Tableau 9: Fréquence des fractures articulaires de l'extrémité distale du radius**

| Auteurs            | Fréquence des Fr articulaires E .I.R |
|--------------------|--------------------------------------|
| MATHOULIN(30)      | 25% des fractures                    |
| KNIRCK JUPITER(22) | 45% des fractures de l'EIR           |
| MELONE (31)        | 87% des fractures de l'EIR           |
| TRUMBLE (32)       | 57% des fractures de l'EIR           |
| NOTRE SERIE        | 46% des fractures de l'EIR           |

Il faut noter que plus les séries rapportées sont récentes, plus la proportion des fractures articulaires croit, ceci pour deux raisons :

- L'accroissement du nombre de traumatismes à haute vitesse.
- L'apport de la TDM qui détecte des refonds articulaires passant inaperçus lors d'un bilan

En ce qui concerne notre série, on a 46 % de fractures articulaires sur un effectif fait uniquement de fractures traitées chirurgicalement.

## 2. Corrélation Age-Sexe :

La plupart des auteurs ; E.Lenoble ( 33),TH.judet (34) L.Kerboull (35) rapporte une prédominance féminine chez les sujets âgés. L'âge dans la plupart des séries se rapproche de 60 ans.

Il s'agit de la deuxième localisation fracturaire liée à l'ostéoporose après le rachis. Ainsi, jusqu'à 40 ans, l'incidence annuelle des FRD est plus élevée chez les hommes ; au-delà de cet âge, il se produit une augmentation linéaire de leur incidence chez la femme.

Dans une étude épidémiologique, Robertsson et al. Avaient rapporté, pendant l'année 1985, une incidence de 249 FRD pour 100 000 personnes de plus de 15 ans. Les trois quarts des fractures étaient survenues chez des femmes. Dans les études récentes, elle varie de 287 à 440 pour 100 000 personnes. Cette augmentation est liée à celle des traumatismes graves, mais devrait se poursuivre avec le vieillissement de la population.

En effet, dans notre série, le sexe féminin représentait 19.56 % des patients âgés de plus de 60 ans. L'ostéoporose plus marquée chez les femmes après ménopause pourrait expliquer ces résultats.

La prédominance d'atteinte du sexe masculin chez les patients jeunes (80.43%) peut s'expliquer par la fréquence des accidents de haute vitesse.

## 3. Côté atteint :

Nous avons noté la fréquence de l'atteinte du côté droit (67.39%) par rapport au côté gauche (32.6%). qui peut s'expliquer par le réflexe qu'ont les patients d'exposer la main droite pour protéger la gauche.

### **III. Etiologie–Mécanisme**

#### **2.1. Etiologies :**

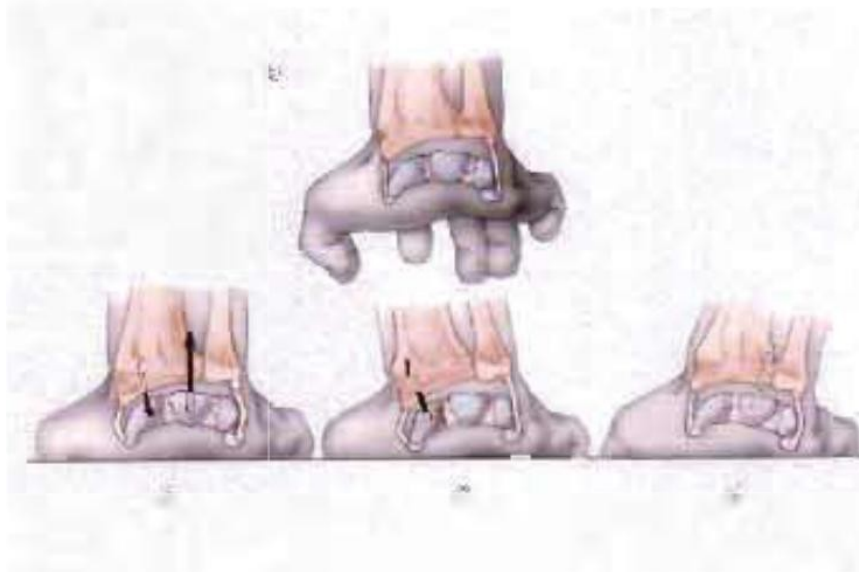
Ce sont des fractures extrêmement fréquentes qui se voient essentiellement chez sujets âgés à l'occasion d'une simple chute. Les adultes ne sont pas épargnés tout particulièrement au cours accidents sportifs, accidents de travail, accidents de voie publique.(36.37.38.39)

Notre série, les chutes simples sur la main est la principale cause dans notre série soit 41.3%

La deuxième cause dans notre série est les accidents de sport avec 36.95% des effectifs

#### **2.2. Mécanisme :**

La plupart des fractures du radius distal surviennent suite à un traumatisme indirect dont le point d'application se situe au niveau de la main. Selon la position de cette dernière, Castaing(40) scinde ces traumatismes en ceux par compression–extension et ceux par compression–flexion. Pour cet auteur les traumatismes en compression–flexion ne constituent que 6.5% de l'ensemble des traumatismes indirects. Plus rarement il s'agit d'un traumatisme direct notamment par objet tranchant, par écrasement ou « blast ».



**Figure 23: Mécanismes lésionnels selon CASTAING [41]**

### **2.1. Les mécanismes élémentaires :**

- **Écrasement :** Destot met en relief le premier ce mécanisme en comparant le carpe à une enclume sur laquelle vient s'écraser le radius (42). Selon Castaing (42) si la main touche le sol talon à plat la partie ulnaire du scaphoïde et le lunatum frapperont le radius. Si le contact avec le sol se fait au niveau de l'éminence hypothénar, l'impact se fera par l'intermédiaire du lunatum. En cas de contact sur l'éminence thénar, le scaphoïde transmettra quasi exclusivement la force vulnérante.
- **Poutre console :** Lewis (43) compare le radius à une poutre console. Dans l'exemple d'un sujet chutant la main en avant le poignet en extension, des forces de pression vont être appliquées sur la corticale postérieure à l'origine d'un tassement et des forces de tension sur la corticale antérieure à l'origine d'une rupture.
- **Cisaillement :** Des forces de cisaillement sont incriminées en particulier dans la genèse des traits de refond articulaires surtout dans les fractures

marginales antérieures. (44).

- Arrachement : Les contraintes d'arrachement peuvent expliquer les arrachements osseux marginaux au niveau des berges du radius ainsi que les fractures de la styloïde ulnaire et certaines fractures de la styloïde radiale. (44)
- Torsion : Il existe des contraintes en torsion autour de l'axe longitudinal de l'avant-bras pouvant expliquer en partie des déplacements rotatoires de l'épiphyse radiale distale.

## **2.2. Les mécanismes combinés :**

Linscheid (44) a établi un schéma lésionnel pour les fractures articulaires du radius distal. Pour cet auteur le schéma de la poutre console ne peut s'appliquer qu'aux fractures à trait métaphysaire et à déplacement postérieur ou antérieur. Les fractures articulaires obéissent à un mécanisme combiné associant compression axiale, inclinaison ulnaire du carpe et supination. Le mécanisme de la fracture de l'extrémité inférieure du radius n'est pas univoque. Les différents mécanismes cités précédemment interviennent à des degrés divers en association avec d'autres facteurs étiologiques : force vulnérante et ses caractéristiques, position de la main, l'âge, l'os et ses caractéristiques, la contraction musculaire au moment de l'accident...

## IV. Etude anatomopathologique

### 1. Lésions osseuses

#### 2.1. Lésions élémentaires :

##### a. Nombre de trait fracturaire :

Selon le nombre du trait de fracture on distingue ; La fracture est simple lorsque le trait est unique, quand il est double on parle de fracture complexe, et enfin quand il est supérieur ou égal à 3 on parle de fracture comminutive.

##### b. Siège et déplacement :

On peut décrire trois composantes à la fracture : une composante métaphysaire, une composante épiphysaire et une composante ulnaire (45).

La composante métaphysaire est conditionnée par le sens du déplacement. Dans les fractures en

compression-extension, avec bascule dorsale de l'épiphyse, la comminution corticale prédomine le plus souvent en dorso-latéral avec horizontalisation (bascule latérale) et supination de l'épiphyse radiale (46). Les fractures en compression-flexion réalisent le déplacement inverse avec bascule palmaire et pronation de l'épiphyse. Ces dernières représentent moins de 10 % des FRD et sont caractérisées par leur instabilité (46, 47).

Dans 10 % à 20 % des cas, la composante métaphysaire peut être isolée, réalisant une fracture extra-articulaire.

La composante épiphysaire, articulaire de la fracture radiale est présente dans 80 % à 90 % des FRD (46, 45). La présence d'un fragment postéro-médial ou « *die punch fragment* » a été décrite par Scheck en 1962 ; il est présent dans 70 % à 80 % des cas. Ce fragment postéro-médial constituerait l'un des principaux problèmes thérapeutiques des fractures articulaires et de nombreux auteurs signalent qu'ils

échouent à le réduire par manoeuvres externes (48, 49, 50, 51). Castaing et al. ont réalisé une analyse détaillée des lésions articulaires qui reste d'actualité (46).

Le plus souvent, l'aspect répond au schéma de Melone de la fracture à quatre fragments (52) avec un trait grossièrement sagittal isolant un fragment cunéen latéral et deux fragments médiaux (« complexe médial »), eux-mêmes séparés par un trait frontal qui intéresse aussi l'incisure ulnaire du radius.

Parfois, le problème n'est pas tant de réduire le fragment postéro-médial que de corriger la bascule ou l'enfoncement de la partie dorsale du fragment antéromédial.

Dans environ 3 % des cas, la fracture articulaire peut être isolée, réalisant une fracture épiphysaire (46, 47, 53). Elle peut détacher la berge palmaire de l'épiphyse (fracture marginale palmaire) ou une partie de la styloïde radiale (fracture cunéenne) et aboutir à une fracture luxation radio-carpienne (54). Les fractures marginales dorsales isolées sont exceptionnelles.

## **2.2. Classification :**

De très nombreuses classifications ont été proposées, elles sont basées sur l'analyse des clichés radiographiques en face et en profil.

Une classification idéale répond à trois objectifs :

- Décrire la lésion, dont sa sévérité.
- Servir de guide pour un traitement approprié.
- Porter un pronostic fonctionnel

### **a. Classification de CASTAING:**

Nous avons utilisé pour notre étude la classification de CASTAING.

- Type 0 : fracture sans déplacement
- Type 1 : pas de comminution postérieure
- Type 2 : comminution postérieure + 3<sup>ème</sup> fragment

- Type3 :fracture en T frontal ou bi marginale
- Type4 :fracture en T sagittal
- Type5 :fracture cunéenne externe
- Type6 :fracture marginale postérieure
- Type7 :fracture marginale antérieur
- Type8 :fracture de Goyrand
- Type9 : fracture en croix
- Type10 :fracture des 2 os



**Tableau 10 : Résultats de notre étude selon la classification de CASTAING**

| Type de fracture     | Nombre de patients | pourcentage |
|----------------------|--------------------|-------------|
| Type 0               | 2                  | 4.35%       |
| Type 1               | 4                  | 8.69%       |
| Type 2               | 16                 | 34.78%      |
| Type 3               | 14                 | 30.43%      |
| Type 4,5,6,7,8,9,10. | 10                 | 21.73%      |
| TOTAL                | 46                 | 100%        |

**b. Autres classifications :**

➤ **Classification « MEU » (métaphyse, épiphyse et ulna)**

Une classification des FRD se doit de prendre en compte les différents facteurs pronostiques de la fracture et de permettre un traitement adapté à la lésion [50, 53, 56]. Elle doit être le plus reproductible possible pour permettre un classement homogène et des comparaisons [56].

Les FRD sont des lésions souvent complexes qui intéressent à des degrés variables la métaphyse radiale (M), l'épiphyse radiale (E) et l'extrémité inférieure de l'ulna (U). Ces trois composantes de la fracture donnent lieu à des associations variables qui nécessiteraient soit de multiplier les groupes, soit d'utiliser des classifications trop simplistes sans valeur pronostique.

La solution était de faire une analyse indépendante de chacun des trois paramètres et d'attribuer à chacun un indice de gravité croissant prenant en compte l'élément pronostique fondamental du paramètre concerné [45].

Chacun des paramètres est affecté indépendamment d'un indice de 0 à 4, par gravité croissante (**Tableau 11**).

Cette classification permet de décrire chaque composante de la fracture et les différentes associations lésionnelles. On sait, en présence d'une M2E4U0, que le problème thérapeutique c'est l'épiphyse, alors que pour une M4E1U3 le problème est métaphysaire, à la fois sur le radius et l'ulna . De plus, on peut classer les fractures selon leur type, métaphysaire (Mx, E0), épiphysaire (M0, Ex) ou mixte (Mx, Ex), ou bien selon leur gravité en fractures simples ou sévères ( $M > 2$  ou  $E > 2$ ).

La classification MEU ne prend en compte que les lésions osseuses car les lésions ligamentaires sont souvent difficiles à diagnostiquer en urgence et déjà présentes chez le sujet âgé. De plus, elles n'influencent pas directement les gestes sur la fracture. Elles semblent devoir être analysées séparément et ce, d'autant qu'elles n'ont pas de retentissement fonctionnel notable à 1 an [57], ni à 9 ans de recul pour ce qui concerne les lésions scapholunaires. Dumontier et Herzberg [47] ont proposé une fiche d'analyse, fondée sur une étude séparée de différents critères (sens et importance du déplacement, comminution, atteinte articulaire ou non, lésions radio-ulnaires distales). Ils proposent de prendre en compte les lésions ligamentaires, mais ne retrouvent pas, non plus, de retentissement sur le résultat clinique.

**Tableau 11 : paramètre classification MEU (Métaphysaire, épiphysaire, et ulna)**

| Composantes de la FRD | Critères de classement  | Grades lésionnels                |  |  |   |  |
|-----------------------|---|----------------------------------|--|--|---|--|
|                       |   | 0                                | 1  | 2  | 3   | 4  |
| M<br>(métaphysaire)   | Trait métaphysaire :<br>– présent ou non<br>– étendue de la comminution corticale (ou de l'impaction corticospongieuse) | Absence de fracture métaphysaire | Absence de comminution du trait métaphysaire | Comminution localisée (< demi-circonférence)                         | Comminution étendue (≥ demi-circonférence). Il persiste une console pour appuyer la réduction | Comminution circonferentielle<br>Absence de console corticale            |
| M'                    | Trait métaphysaire aboutissant dans l'articulation RUD  |                                  |  |  |   |  |
| E<br>(épiphysaire)    | Trait(s) articulaire(s) :<br>– présence et déplacement<br>– type (cisaillement ou enfoncement) et étendue               | Absence de fracture articulaire  | Fracture articulaire (refend)                | Fracture déplacée par cisaillement (pas d'enfoncement sous-chondral) | Enfoncement articulaire localisé. Il persiste des critères de réduction simples.              | Enfoncement étendu (éclatement épiphysaire ; > 3 fragments articulaires) |
| U<br>(ulnaire)        | Trait ulnaire :<br>– présence et déplacement<br>– localisation  | Absence de fracture ulnaire      | Fracture ulnaire non déplacée                | Fracture déplacée de la styloïde ulnaire (> 2 mm)                    | Fracture déplacée métaphysodiaphysaire (± styloïde)   | Fracture déplacée métaphysoépiphysaire (± styloïde)                      |

➤ **CLASSIFICATION DE KAPANDJI** : Cette classification reprend de façon simplifiée les principaux types fracturaires décrits par Castaing et inclut de manière supplémentaire les fractures associées de l'extrémité inférieure de l'ulna.(figure 24)

0 : Fracture de l'extrémité inférieure du radius sans aucun déplacement ni aucune association.

1 : Fracture simple à un seul fragment déplacement postérieur sans comminution postérieure.

2 : Fracture simple avec comminution postérieure et éventuel 3e fragment postéro-interne .

3 : Fracture à deux fragments distaux avec refend sagittal dite «en T sagittal».

4 : Fracture à deux fragments distaux avec refend frontal dite «en T frontal » ou «bi-marginale» .

5 : Fracture «cunéenne externe » simple ou complexe.

6 : Fracture marginale postérieure.

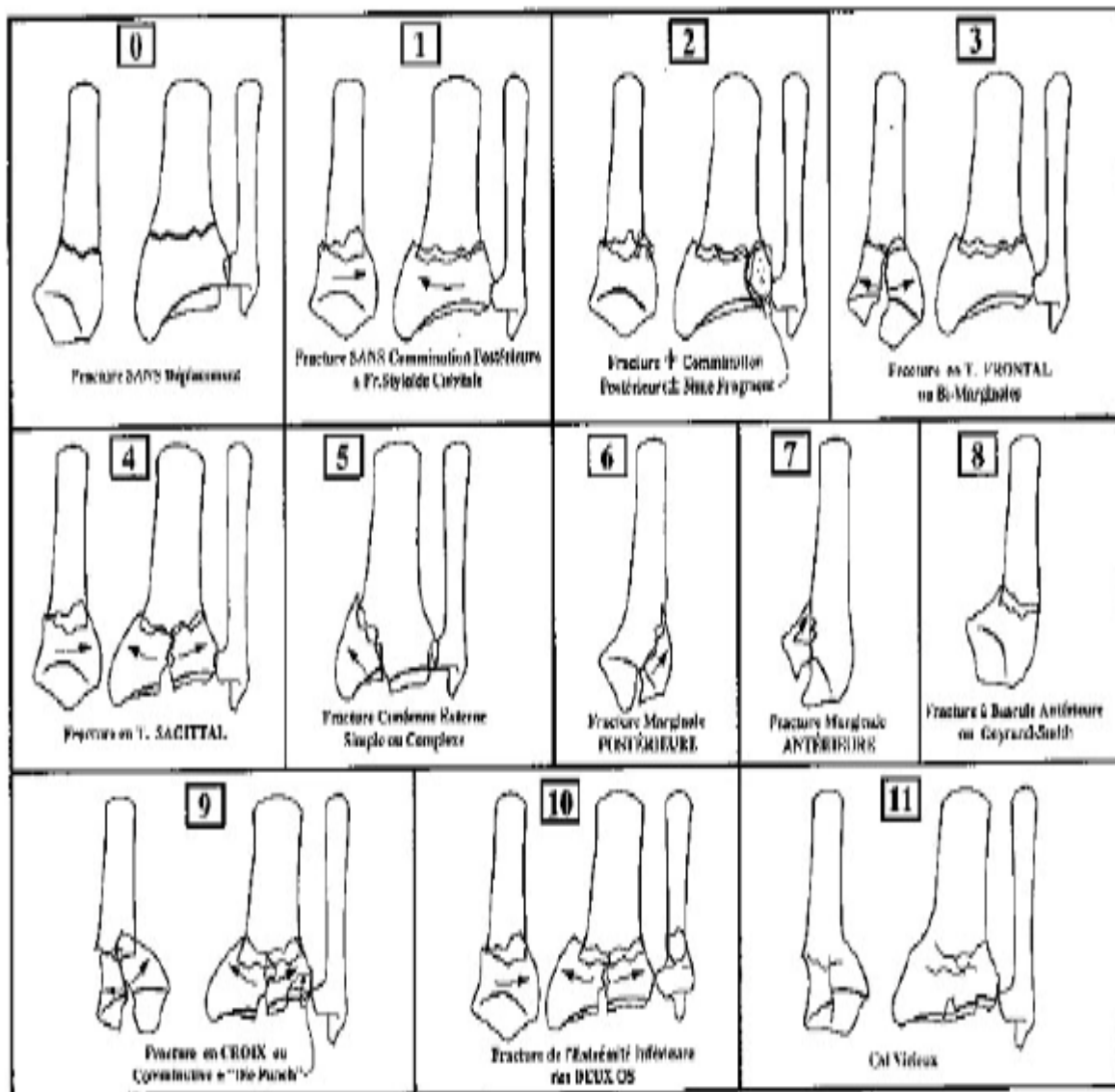
7 : Fracture-luxation marginale antérieure dite de «Leteneur»

8 : Fracture sus-articulaire à déplacement antérieur dite «Goyrand-Smith».

9 : Fracture en double T sagittal et frontal dite « en croix » et fracture comminutive avec éventuellement un enfoncement de la fosse iléolunarienne –« Die Punch ». C'est dans ce groupe que s'intègrent les fractures comminutives ouvertes véritable éclatement de l'épiphyse radiale inférieure telles qu'on les observe chez les « motards ».

10 : Fracture de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras .

11 : Cal vicieux



**Figure 24: Classification de Kapandji**

Plusieurs autres tentatives de classifications ont été proposées :

-**AO** : classification alphanumérique, elle subdivise les fractures en 27 sous-groupes, mais sa complexité limite son usage pratique.

-**MALONE** : elle se limite aux fractures articulaires et se subdivisait, au départ, en 4 types en fonction du déplacement des 4 fragments que sont la métaphyse, la styloïde radiale, et les deux fragments épiphysaires externes. Un 5ème type a été par la suite ajouté : les fracas aussi appelés selon **TRUMBLE** (58) «pilon radial ». L'apport du scanner rend l'utilisation de cette classification plus aisée.

## **2. Lésions associées :**

### **2.1. Lésions osseuses :**

La composante ulnaire concerne l'extrémité distale de l'ulna et elle est intégrée à la description de la fracture dans plusieurs classifications (45, 59, 60). La fracture de la styloïde est présente dans plus de 60 % des cas et est associée à 90 % des fractures articulaires instables (52). Ce n'est pas tant le niveau de la fracture que son déplacement qui est associé à une instabilité RUD (61). Les fractures du col et de l'épiphyse ulnaires sont rares – moins de 10 % des FRD –, mais peuvent se voir dans plus de 40 % des FRD sévères(49, 47).

### **2.2. Lésions cutanées :**

L'ouverture cutanée est rare. Elle est retrouvée dans 3 % à 4 % des fractures opérées (62). Une attelle provisoire de 24 à 48 heures avant la confection de l'immobilisation définitive permet de prévenir les complications cutanées liées à l'immobilisation (63).

### **2.3. Lésions ligamentaires :**

FONTES (64) avait pratiqué des arthrographies systématiques peropératoires des fractures distales du radius, il a retrouvé sur 58 fractures, 50 lésions ligamentaires associées dont :

- 39 lésions du complexe triangulaire.
- 25 lésions intra-carpiennes diversement associées :
  - 12 atteintes du ligament luno-pyramidal
  - 9 atteintes du ligament scapho-lunaire

Pour notre série, les lésions ligamentaires n'ont pu être appréciées vu qu'aucun malade n'a bénéficié d'arthrographie ni d'examen arthroscopie .PAR CONTRE on rapporte un seul cas d'atteinte cutanée.

#### **2.4. Lesions tendineuse :**

La tendinite du long extenseur du pouce est certainement la plus fréquente des tendinites post-fracturaire du poignet, elle n'est malheureusement reconnue dans la majorité des cas qu'au stade de rupture tendineuse ou le diagnostic est alors facile à poser devant la perte de l'extension active de la deuxième phalange. Dans notre série aucun patient n'a présenté des lésions tendineuses.

#### **2.5. Lésions vasculo-nerveuses,**

Les lésions primitives du nerf médian ont été signalées depuis 1937 par Destot (65), Chaise et Friol(66) insistent sur la distinction entre syndrome du canal carpien post-fracturaire et les syndromes contusifs du nerf médian qui surviennent au moment du traumatisme et se

manifestent par des douleurs et paresthésies permanentes sans hyperpression intra-canalair.

Dans notre série on rapporte 2 cas de lésion nerveuse prédomine sur atteinte de nerf médian .Par contre aucun patient n'a présenté des lésions vasculaires.

## V. Clinique :

### 1. Interrogatoire

Il précise :

- les circonstances du traumatisme, et son mécanisme (position de la main lors de l'impact : très difficile à faire préciser) ;
- les signes fonctionnels : craquement audible, impotence fonctionnelle totale du poignet, douleurs vives à la face postéro -externe du poignet ; la recherche de complications (paresthésies dans le territoire du nerf médian, ouverture cutanée) ou d'autres traumatismes (autre poignet+++ , hanche...)

Dans notre série la douleur et l'impotence fonctionnelle ont été retrouvées chez tous les patients.

- les antécédents personnels (ostéoporose), le traitement habituel (anticoagulant), la dernière prise alimentaire dans le cadre du bilan préopératoire ;
- la main dominante, la profession.

### 2. Examen local

#### • Inspection:

Les patients ont l'attitude des traumatisés du membre supérieur : poignet tuméfié soutenu par la main controlatérale.

L'aspect local est :

- de face : aspect de main botte radiale (**fig.25**) ;
- de profil : aspect en dos de fourchette (**fig26**).
- Dans notre série l'attitude classique du traumatisé du membre supérieur a été retrouvée chez 44 patients soit 95,65 %, La déformation en dos de fourchette était constatée chez 13 patients soit 28,26%.

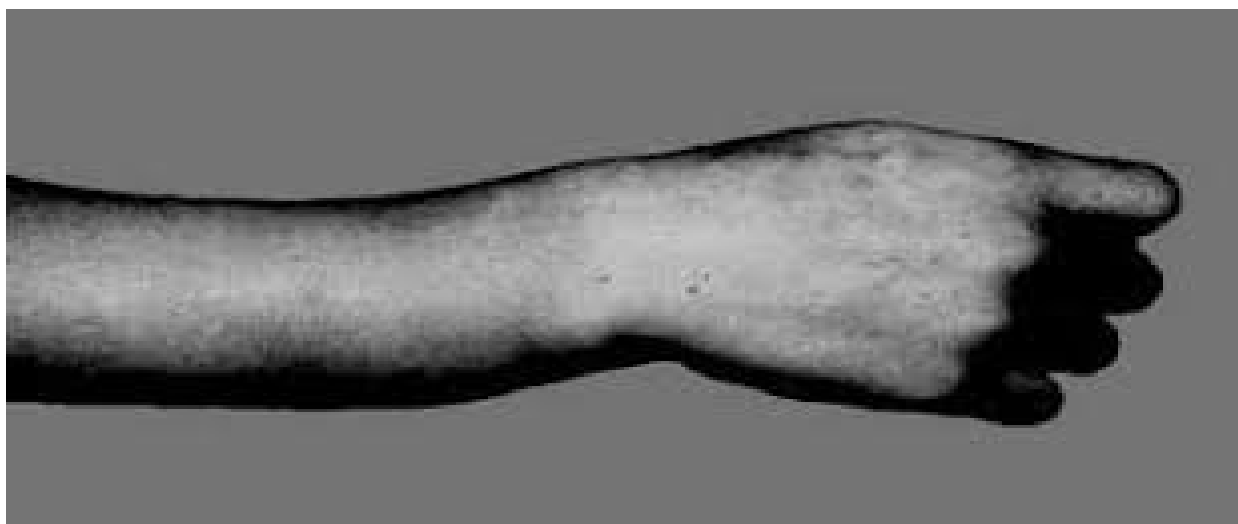


- **Palpation**

Il existe une douleur à la palpation douce de la styloïde radiale avec horizontalisation de la ligne bi styloïdienne ; c'est le signe de Laugier (difficile à apprécier en raison de l'œdème important).

La mobilité passive conservée, classiquement décrite comme témoin d'une fracture extra-articulaire, reste très difficile à rechercher (du fait des douleurs).

- Dans notre série 6 patients soit (13.04%) avaient douleur à la palpation de styloïde ulnaire



**Figure 25: aspect main de botte radiale**



**Figure 26 :aspect main en dos de fourchette**

### 3. Examen locorégional :

Recherche de complications immédiates et bilan des lésions associées (fractures complexes du sujet jeune ++) Elles sont rares et sont plutôt le fait de fracture à grand déplacement et/ou à forte énergie.

- **Cutanées** : contusion, ecchymose, ouverture en regard de la tête ulnaire de dedans en dehors (stade I de Cauchoix et du parc)
- **vasculaires** : compression par fragment osseux ou rupture de l'artère radiale exceptionnelle. Palpation systématique des pouls périphériques, pouls capillaire et temps de recoloration (normal < 3 secondes)
- **nerveuses** : compression du nerf médian dans le canal carpien par l'hématome fracturaire ou pour les fragments dans les fractures à grand déplacement syndrome du canal carpien aigu contusion du nerf ulnaire beaucoup plus rare. Dans ces cas d'atteintes nerveuses elles nécessitent une réduction ± exploration en urgence : médico-légal
- **tendineuses** : incarceration dans le foyer de fracture du tendon du long extenseur du pouce (perte de l'extension active du pouce à rechercher systématiquement).
- **osseuses** : fracture du col de l'ulna, lésions des os de la 1ère rangée du carpe (fracture du scaphoïde, luxation du semi-lunaire), entorse ou subluxation radio-ulnaire distale dans notre série-, un seul patient soit (2.17%) avait une ouverture cutanée punctiforme non souillé
  - deux patients soit (4.35%) avaient des paresthésies et hypoesthésie sur le territoire de nerf médian
  - tous les patients avaient des pouls périphériques (cubital, radial) présents avec un temps de recoloration normal(<3 seconde )

#### 4. Examen générale :

- examiner appareil par appareil
- recherche de décompensation d'une tare

Dans notre série 10 patients ont été victimes d'un accident de la voie publique dont 8 patients présentent des lésions associées soit 17,39% :

Les lésions associées étaient les suivantes : traumatisme crânien 2 cas, traumatisme abdominal 3 cas, traumatisme thoracique 3 cas

Dans notre série le taux global des malades tarés de 45,65 % .7 patients présentant un diabète non insulino-dépendant soit 15,21 %.13 patients présentaient une hypertension artérielle soit 28,26%. Un patient présentait une cataracte non opérée.

## VI. l'imagerie

### 1. Radiographie conventionnelle

#### a. Anatomie radiologique (5)

La surface articulaire carpienne est concave vers le bas, l'avant et le dedans ; sur une radiographie de face (**Fig.15 A**), elle fait avec l'horizontale un angle moyen de 22° (21-25°) ou 24° (19°-29°) [7] (inclinaison radiale) .

Sur la radiographie de profil (**Fig.15B** ), un angle moyen de 9° [8] à 11° (2-20°) (antéversion ou « volar tilt ») ; de ce fait, en l'absence de toute fracture, la marge postérieure de la surface articulaire carpienne se projette plus distalement que la marge antérieure sur une radiographie de face (**Fig.15** ).

Avec la tangente au bord distal de la tête ulnaire, le bord distal de l'incisure ulnaire sert de point de référence pour le calcul de l'index RUD ou variance ulnaire ; celle-ci est habituellement négative de 1-2 mm, représentant l'épaisseur du disque RUD.

#### b. incidences :

Une FRD n'est correctement analysable que si on possède des radiographies de face, de profil et deux incidences obliques [67,45]. L'analyse de la FRD est complétée par des clichés sous traction au bloc qui permettent, en plus, d'évaluer la réductibilité des fragments articulaires [51]. Les radiographies du poignet controlatéral n'ont pas d'intérêt pour les paramètres concernant l'épiphyse radiale et l'index RUD [67, 68] ; il faut donc essayer de se rapprocher des valeurs théoriques en fonction de la morphologie de chaque poignet [68].

Ces incidences permettent aussi de préciser la localisation et l'étendue de la comminution corticale métaphysaire dans le plan horizontal, et d'analyser les fragments articulaires ainsi que leur impaction éventuelle avec la recherche d'une marche escalier et d'un diastasis inter -fragmentaires. Cette étude des composantes métaphysaire et articulaire est complétée par l'étude des incidences obliques : les clichés de trois quarts sont en effet indispensables pour analyser l'étendue de la comminution métaphysaire et les fragments articulaires ainsi que leur déplacement

Il faut aussi rechercher une fracture de l'extrémité distale de l'ulna (styloïde, épiphyse ou métaphyse) et un éventuel déplacement ainsi que des critères en faveur de lésions ligamentaires RUD (diastasis RUD sur la face ; importance du déplacement sagittal et étude des rapports RUD sur le profil).

Enfin l'étude radiographique est complétée par la recherche d'une fracture associée du scaphoïde, et par l'analyse des paramètres intra-carpéens [69] à la recherche d'une désaxation scapholunaire ou triquétrolunaire, mais les conditions ne sont pas optimales et ces paramètres doivent être contrôlés en peropératoire, après synthèse de la FRD.

Dans notre série A l'admission, tous nos patients ont bénéficié d'un bilan radiologique comportant

- Une radiographie du poignet de face et de profil

### **c. Resultats.**

L'analyse de ces incidences ont pour but d'étudier le ou les traits de fracture, leur siège intra ou extra articulaire, leur nombre, le degré de la comminution ainsi que les lésions associées afin de classer notre fracture.

## 2. TDM :

Un examen tomodensitométrique (TDM) peut être intéressant pour analyser la composante articulaire de la fracture et en particulier l'incisure ulnaire qui est difficilement analysable.

## VII. Formes cliniques

### 1. Formes anatomiques

#### 1.1. Fractures par compression–extension à déplacement postérieur

##### a. Fractures sus–articulaires

- Fracture de Pouteau–Colles: fracture isolée extra–articulaire de l'extrémité distale du radius, c'est notre forme de description
- Fracture de Gérard Marchant: Très fréquente, elle associe à la précédente une fracture–arrachement de la styloïde ulnaire (2/3 des cas) due au déplacement en dehors de l'épiphyse radiale unie à la styloïde ulnaire par le ligament triangulaire .par ailleurs on ne note pas de retentissement fonctionnelle ultérieure, en l'absence de diastasis radio–ulnaire distal résiduel après réduction
- Fracture plus rare du col de l'ulna dans les déplacements importants de l'épiphyse radiale

##### b. Fractures articulaires

- Fractures articulaires simples:
  - Fracture cunéenne latérale: Due à un mécanisme par cisaillement fracture–séparation non engrenée. Le trait de fracture est unique, simple, oblique, de face, en haut et détachant tout ou partie de la styloïde radiale, avec un déplacement plus ou moins important. Il faut toujours rechercher une lésion du ligament scapho–lunaire associée (entorse scapho–lunaire) dans ce type de fracture.
  - Fracture marginale postérieure de Rhea Barton
- Fractures sus–articulaires à refend articulaire
  - Clinique : Idem à la fracture de Pouteau–Colles mais il existe une

hémarthrose à l'origine d'une tuméfaction de la région de l'interligne radio-carpien et des douleurs à la mobilisation

- Bilan radiologique conventionnelle est souvent complété par une TDM du poignet +++ : le Trait de fracture sus-articulaire, d'où partent des traits de refends articulaires, est parfois simples et non déplacés dans l'épiphyse comme il peut être déplacés déformation de l'épiphyse.
- on peut observer :
  - ✓ un trait sagittal avec élargissement transversal de l'épiphyse fracture en « T frontal »
  - ✓ un trait frontal séparant les marges antérieure et postérieure de la glène (très instables) fracture en « T sagittal »
  - ✓ un trait de refend cruciforme associant les deux précédents traits de fracture « en croix »
  - ✓ Une comminution globale de l'épiphyse (fracture-éclatement) fracture comminutive complexe. il existe dans ce type de fractures un risque de déplacement secondaire et de cal vicieux car elles sont très instables après réduction. Elles sont aussi pourvoyeuses de douleurs à moyen terme et d'arthrose post-traumatique à long terme.

## **1.2. Fractures par compression-flexion à déplacement antérieur**

### **a. Fracture sus-articulaire = Fracture de Goyrand-Smith**

- Cliniquement on note une déformation du poignet en ventre de fourchette (inverse de la fracture de Pouteau Colles)
- A la radiographie standard où sur l'incidence de face montre un aspect voisin des fractures à déplacement postérieur : ascension de la styloïde radiale horizontalisation de la glène tassement antérolatéral. Alors que sur le profil



on a une bascule antérieure de l'épiphyse qui augmente l'antéversion normale de la glène. Le trait est oblique en haut et en avant et la comminution est antérieure avec absence d'engrènement (= facteur d'instabilité)

**b. Fractures articulaires = fractures marginales antérieures**

Elles existent deux types :

- Fracture marginale antérieure simple (type I) avec un trait de fracture oblique en haut et en avant avec un fragment osseux plus ou moins important, détachant la marge antérieure du radius, entier ou refendu. Il est détaché et ascensionné en haut et en avant avec les os du carpe, on peut avoir même une fracture-luxation marginale antérieure.
- Fracture marginale antérieure complexe (type II) avec fracture marginale antérieure + fracture de la partie postérieure de l'épiphyse radiale fracture séparation métaphyso-épiphysaire
- Dans tous les cas : on a un déplacement en haut et en avant du fragment marginal antérieur et une luxation en avant, hors de la glène du condyle carpien.

## 2. Formes compliquées :

**Lésions cutanées :** L'ouverture cutanée peut être :

- punctiforme
- linéaire
- semi-circulaire ou linéaire multiples.

Le décollement cutané peut se produire dans le plan du fascia superficialis (mauvais pronostic) ou au ras du fascia profond.

La contusion cutanée grave peut aboutir à une nécrose quasi immédiate ou secondaire de la peau.

Il existe enfin des pertes de substances cutanées plus ou moins importantes.

### **Classification de Cauchoix et Duparc**

Elle est fondée sur l'importance de l'ouverture cutanée.

#### **Type I**

Il s'agit d'une ouverture punctiforme ou d'une plaie peu étendue, sans décollement ni contusion, dont la suture se fait sans tension

#### **Type II**

il s'agit d'une lésion cutanée qui présente un risque élevé de nécrose secondaire après suture. Cette nécrose est due soit à :

- une suture sous tension d'une plaie ;
- des plaies associées à des décollements ou à une contusion appuyée ;
- des plaies délimitant des lambeaux à vitalité incertaine.
- **Type III**
- il s'agit d'une perte de substance cutanée pré-tibiale non suturable en regard ou à proximité du foyer de fracture.
- Cette classification a le mérite d'être simple mais elle n'a pas une

signification évolutive et surtout ne tient pas compte des lésions de l'os et des parties molles autres que cutanées.

**Lésions vasculo-nerveuses** : Le nerf le plus souvent atteint est le nerf médian au niveau du canal carpien par contusion lors du traumatisme, ou par compression due à l'hématome fracturaire.

Cette complication est plus fréquente dans les fractures à déplacement antérieur.

Une compression de l'artère radiale est exceptionnelle dans ces fractures.

**Lésions tendineuses** :

**Lésions ostéoarticulaires** :

- Lésions de l'articulation radio-ulnaire distale : elles sont fréquentes et d'autant plus graves que déplacement est important

On note un diastasis radio-ulnaire distal avec inversion de l'index radio-ulnaire

- Lésions de l'ulna : on peut avoir une fracture de la styloïde ulnaire (+++ 50%), une fracture de la base de la styloïde ulnaire ou une fracture de la tête ou du col de l'ulna (rares)
  - Autres lésions : on peut avoir une Fracture du scaphoïde, un écrasement du semi-lunaire ou une entorse du poignet avec diastasis scapho-lunaire o
- Lésions étagées du membre supérieur

### 3. Formes selon l'âge :

#### 3.1. Chez l'enfant :

Les fractures décollement épiphysaires à classer selon la classification de Salter et Harris, le traitement doit tenir compte du cartilage de croissance. On parle de fracture décollement épiphysaire. Sur une radiographie, on ne voit pas tout, du fait de l'ossification incomplète mais en IRM, le cartilage est visible.

Une fracture épiphysaire n'est pas visible sur la radiographie lorsqu'elle ne touche pas le noyau épiphysaire.

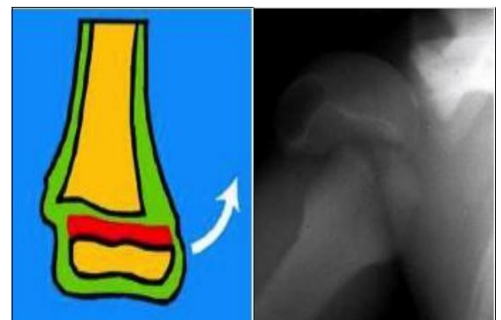
Si une fracture coupe le noyau épiphysaire et le cartilage il y a seulement un trait de fracture sur le noyau et on ne voit pas le prolongement sur le cartilage. Il faut donc imaginer ce que l'on ne voit pas c'est à dire par où la fracture se prolonge en haut et en bas.

Ces fractures décollement épiphysaire sont réparties en cinq types dans la classification de Salter et Harris (+++) :

- **Salter 1**

C'est un décollement épiphysaire qui passe par le cartilage de croissance. L'humérus proximal et le fémur proximal sont des localisations privilégiées.

Peu fréquent (6%), il survient chez des jeunes enfants (< 1an) par un mécanisme d'arrachement ou de cisaillement. Il y a une atteinte isolée du cartilage



Le diagnostic est facile en cas de déplacement sinon il faut repérer un oedème des parties molles et un élargissement de la plaque conjugale. Des complications vasculo-nerveuse sont possibles au niveau poplité par exemple. Le pronostic est

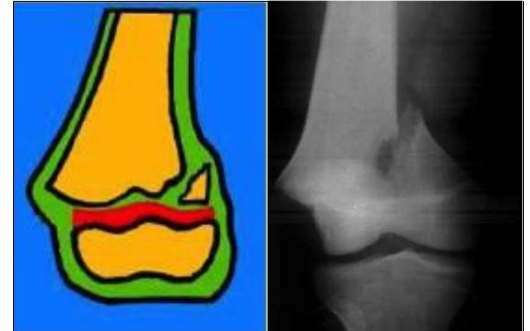
excellent et la réduction de la fracture plutôt facile avec parfois la pose de broches (les plus petites possibles pour léser au minimum le cartilage de croissance).

- **Salter 2**

Le type 2 emporte en plus un petit fragment de métaphyse.

La localisation préférentielle est le radius distal.

Le plus fréquent (75%), il touche les enfants de 3 à 10 ans.



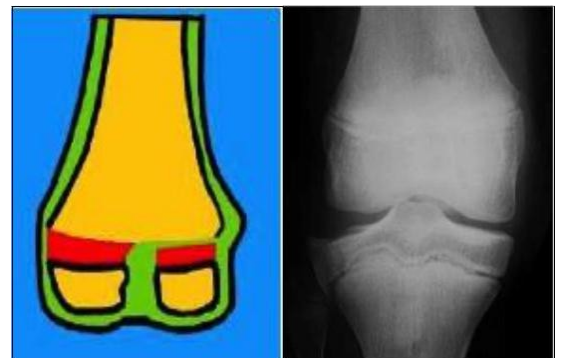
Le pronostic est très bon.

Il y a un risque d'incarcération périostée c'est à dire que le périoste peut se déchirer et s'incarcérer dans le foyer de fracture. Lors de la réduction, il y a un espace trop important et c'est alors soit irréductible soit à l'origine d'un écart qui persiste. Le fragment métaphysaire va servir à réduire la fracture.

- **Salter 3**

Le type 3 est un décollement d'un pavé épiphysaire. La métaphyse est respectée. La localisation préférentielle est le tibia antérieur.

Peu fréquent (6 à 8%), le diagnostic est parfois difficile car on est en zone épiphysaire qui peut ne pas être ossifiée complètement. Le traitement se fait souvent par une vis interne. Malgré une bonne ostéosynthèse, il peut y avoir des troubles de croissance (épiphysiodèse).



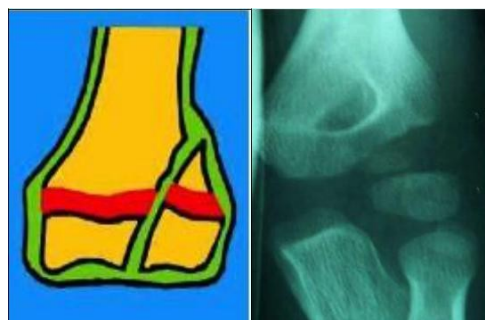
Lors de la mise de matériel (broches, vis) pour réduire la fracture, il faut veiller à ne pas traverser le cartilage de croissance.

Exemple : fracture de Tillaux (partie interne de l'épiphyse tibiale distale) surtout chez la fille

- **Salter 4**

Le type 4 est le type 2 et 3 avec traversée de la métaphyse et de l'épiphyse.

La plus fréquente est la fracture du condyle externe au niveau du coude.



Exemple : fracture de Mac Farland (cheville)

avec ostéosynthèse par vis au-dessus et au-dessous du cartilage de croissance.

- **Salter5**

Le type 5 est un traumatisme en compression non visible à la radiographie. On voit secondairement (mois ou années) au fil de la croissance un pont osseux au milieu du cartilage de croissance. Il n'y a plus de croissance à ce niveau entraînant une déviation ou un arrêt de la croissance (épiphysiodèse centrale ou périphérique). Le diagnostic de décollement

### 3.2. Chez sujet âgé :

Très fréquentes en raison de l'ostéoporose, cette fragilité osseuse complique le traitement car il s'agit de fractures instables en raison de la forte communiton et la difficulté de la prise de matériels d'ostéosynthèse.

## VIII. Evolution

### 1. Favorable

- Délai de consolidation est de 6 semaines (45 jours) avec pseudarthrose rarissime. Quant à la récupération fonctionnelle, elle dépend +++ de la qualité du traitement initial
- Les facteurs de mauvais pronostic peuvent être :
  - Locaux : la comminution importante (risque de déplacement secondaire), un nombre de fragments élevé (difficultés d'ostéosynthèse), trait de fracture articulaire (risque d'arthrose secondaire) et certaines lésions associées comme la luxation radio-ulnaire distale (perte de la pronosupination) ou l'ouverture cutanée (retard de consolidation)
  - Généraux : l'âge avancé et le polytraumatisé

### 2. Complication:

#### 2.1. Les complications immédiates ou en cours de traitement en urgences

- **Cutanées** : L'ouverture cutanée est rare. Elle est retrouvée dans 3 % à 4 % des fractures opérées [62]. Une attelle provisoire de 24 à 48 heures avant la confection de l'immobilisation définitive permet de prévenir les complications cutanées liées à l'immobilisation [63].
- **Nerveuses** : Les atteintes du nerf médian sont fréquentes dans les FRD avec une prévalence allant jusqu'à 22 % des cas [48, 50]. Des atteintes aiguës sont rapportées dans environ 5 % à 7 % des cas [52,70.71] ; le problème est de différencier un syndrome du canal carpien aigu d'une contusion du nerf médian. En cas de contusion du nerf médian, la douleur est intense, la

sensibilité est d'emblée perturbée et les signes ne sont pas évolutifs. On peut s'aider d'une mesure de la pression intracanalalaire qui est élevée (> 40 mmHg) en cas de syndrome du canal carpien [72]. Seul le syndrome du canal carpien justifie une libération chirurgicale. Des atteintes aiguës du nerf ulnaires ont aussi été rapportées, mais elles sont rares, de l'ordre de 2 % des cas [73]. Les lésions des branches sensibles superficielles sont avant tout liées au traitement. Les lésions des branches du nerf radial, lors de la pose de broches, peuvent facilement être évitées en réalisant un abord chirurgical limité ; leur ablation doit être réalisée dans des conditions optimales [67]. Cette complication retentit sur le résultat fonctionnel [47]. Les lésions de la branche cutanée palmaire du nerf médian sont observées après abord combiné pour pose d'une plaque palmaire et ouverture du canal carpien [47]. Cette complication peut être évitée en réalisant deux abords indépendants qui ne croisent pas le trajet de la branche cutanée palmaire.

- **Complications tendineuses** : Des incarcerations tendineuses, source d'irréductibilité, ont été rapportées, mais elles sont rares. Une rupture spontanée du long extenseur du pouce est observée dans 0,2 % à 3 % des FRD et peut survenir dans les 4 à 10 premières semaines après la fracture. Il s'agit, le plus souvent, d'une fracture pas ou peu déplacée dans laquelle le rétinaculum est préservé. Elle est probablement due à une nécrose ischémique du tendon dans le troisième compartiment, secondaire à un hématome ou à un épaissement du rétinaculum et de la gaine synoviale [74]. Les lésions tendineuses sont surtout liées à la présence du matériel



d'ostéosynthèse. Des ruptures tendineuses sont rapportées dans environ 3 % des embrochages [67, 47]. L'utilisation de broches filetées et d'une protection de l'extrémité de la broche permet de diminuer les complications tendineuses. Mais elles sont de plus en plus souvent rapportées avec l'utilisation croissante des plaques. Après pose de plaques palmaires à vis verrouillées, Drobetz et Kutscha-Lissberg rapportent 12 % de ruptures du long fléchisseur du pouce [75] et les ruptures d'extenseurs peuvent concerner jusqu'à 8,6 % des cas [76]. Les plaques dorsales sont source d'irritations, voire de ruptures tendineuses dans 12 % à 23 % des cas [76].

- **Osseuseuse**: fractures de l'ulna, fractures luxation des os du carpe..
- Décompensation de co-morbidités, plutôt chez les sujets âgés
- Complications liées à l'anesthésie générale ou locale (bloc axillaire)

Dans notre série aucun patient n'a présenté des complications précoces.

## **2.2. Les complications secondaires (au cours de l'immobilisation)**

- **Le Déplacement secondaire** s'observe surtout sous plâtre, d'où la nécessité d'un contrôle radiographique à J8, J15 et J21. Il est lié à la perte de substance osseuse post-réductionnelle (tassement osseux postérieur). Plus rarement observé après ostéosynthèse mais il est possible en cas de comminution importante. Le déplacement reproduit tout ou partie de la déformation initiale avec risque de cal vicieux.
- **D'autres complications liées au traitement** : migration des broches, démontage des broches ou de la plaque par manque de solidité ou de tenue du matériel (problème de la qualité osseuse) et infection du site opératoire.

- **Syndrome douloureux régional complexe (ex algodystrophie ou Syndrome de Sudek) :**
  - Sa prévalence varie de 15 % à 35 % dans les études prospectives récentes [47, 77], avec une incidence plus élevée dans les Frykman 7 et 8, et en cas de fracture associée de la styloïde ulnaire [78, 77]. Une mobilisation précoce [79, 80] ou un fixateur externe posé avec traction excessive peut être une cause potentielle d'AD [81].
  - Favorisé par un terrain anxieux, l'immobilisation en position forcée nonphysiologique
  - Clinique : des raideurs hyperalgiques accompagnées de troubles trophiques (hypersudation, cyanose, atrophie musculaire) mais les formes mineures sont plus fréquentes, elles sont résolutive en quelques mois
  - Imageries :
    - ✓ Radio standard : ostéoporose diffuse à la radiographie avec une déminéralisation régionale dont l'aspect pommelé est caractéristique
    - ✓ Scintigraphie : hyperfixation péri-articulaire diffuse. Son apparition contre-indique toute reprise chirurgicale
  - Le traitement est long, complexe et difficile. Les troubles ne sont pas toujours réversibles et peuvent laisser dans les cas graves, en particulier au niveau de la main, des séquelles anatomiques et fonctionnelles définitives.
  - Importance de la prévention : l'immobilisation plâtrée doit être de qualité : en position neutre du poignet, avec liberté des articulations

métacarpo-phalangiennes, la rééducation doit être précoce et douce des doigts avec prescription d'une association antalgiques-tranquillisants en début de rééducation.

- dans notre série on a constaté un cas de déplacement secondaire, un cas de syndrome algodystrophique et un cas de syndrome du canal carpien.

### 2.3. Les complications tardives

#### - Cals vicieux

- Ils résultent d'une réduction insuffisante ou, plus souvent, d'un déplacement secondaire. Leur prévalence est variable dans la littérature ; elle est plus élevée en cas de traitement orthopédique [47].
- Le cal vicieux peut être extra-articulaire par raccourcissement du radius, par récurrence de la bascule dorsale ou secondaire à une hyper réduction. La bascule sagittale est susceptible de se détériorer jusqu'à 3 mois [67]. L'hyper réduction peut résulter de l'embrochage intra focal isolé d'une comminution métaphysaire importante ; l'association d'une broche latérale trans-styloïdienne diminue ce risque [67].
- Il peut aussi s'agir d'un cal vicieux articulaire liée à un déplacement secondaire ou à un défaut de réduction initiale ; sa correction est difficile. Les deux composantes sont souvent associées, résultant d'un déplacement secondaire à la fois métaphysaire et épiphysaire (Fig27)
- ils retentissent sur les articulations radio carpienne et radio-ulnaire distale
- Selon leur importance, ils peuvent être source de mobilité douloureuse du poignet avec diminution des amplitudes articulaires (prono-supination +++), une diminution de la force de préhension de la main, des troubles

esthétiques avec déformation de l'axe du poignet et saillie de la tête ulnaire avec développement d'une arthrose secondaire post-traumatique radio-ulnaire distale et radio-carpienne



**Figure 27 : Cal vicieux mixte associant un raccourcissement du radius et une marche d'escalier articulaire. Le raccourcissement radial est responsable d'un conflit cubitocarpien (A, B, C).**

- **Complications nerveuses :**

- Névrome irritatif du nerf radial (branche sensitive antérieure) complication iatrogène secondaire à la dissection des rameaux de la branche sensitive du nerf radial lors de l'embrochage ou de l'ablation de ces mêmes broches (douleurs souvent tenaces+++)
- Compression du nerf médian au canal carpien syndrome du canal carpien
- Compression du nerf ulnaire au canal de Guyon (rare)

- **La Raideur** touche préférentiellement les articulations métacarpo-phalangiennes. Elle est Liée à un manque de rééducation précoce des chaines digitale.

- **La pseudarthrose est rare** , Absence complète et définitive de consolidation d'une fracture après des délais normaux.

Au cours d'une pseudarthrose, une nouvelle articulation apparaît entre les segments de l'os fracturé. Le patient, qui a repris l'appui, souffre et la radiographie de contrôle ne montre pas de cal unitif.

La pseudarthrose est à différencier du simple retard de consolidation, pour lequel une prolongation de l'immobilisation permettra d'obtenir la consolidation osseuse. C'est le chirurgien qui est le plus à même de déterminer si la non consolidation est définitive. Il peut décider alors d'une intervention chirurgicale.

**La pseudarthrose hypertrophique** est caractérisée par des extrémités d'os renflées en massue. Ces extrémités sont alors décrites comme des « tampons de wagon » ou des « pattes d'éléphants » sur les images radiographiques.

**La pseudarthrose atrophique** est caractérisée par l'absence de cal osseux et reflète en général la mauvaise vascularisation des extrémités des os fracturés.

- Le traitement des pseudarthroses hypertrophiques et atrophiques repose sur l'immobilisation stricte du foyer de fracture par une intervention et par la mise en place d'un matériel d'ostéosynthèse, ainsi que par l'apport de greffons pris sur le patient (greffons autologues).
- Pour traiter les pseudarthroses septiques une stratégie en plusieurs temps est adoptée : éradication de l'infection par excision des tissus infectés, fixation du foyer de fracture par un système stable (souvent un fixateur externe), recouvrement du foyer et de la plaie par des techniques de chirurgie réparatrice (comme des lambeaux locaux ou des lambeaux libres), puis reconstitution de la continuité osseuse par un apport de greffons. Ces techniques, associées à des traitements antibiotiques au long cours,

permettent habituellement la guérison. Il s'agit cependant de traitements très longs et fastidieux. En cas d'échec, la seule solution est parfois l'amputation du membre.

- **Troubles de la radio-ulnaire distale**, assez fréquents :
  - Par atteinte de la surface articulaire dans les fractures atteignant la fossette sigmoïde
  - Par incongruence radio-ulnaire dans les cals vicieux
  - Par instabilité radio-ulnaire (fracture de la base de la ligne styloïde ou luxation radio-ulnaire vraie)
- **Arthrose** : La prévalence de l'arthrose à moyen terme est élevée [48, 82]. Elle est liée à la présence d'une marche d'escalier articulaire [83-87, 88-90, 82]. Elle est aussi due à la présence d'un gap, ou diastasis inter fragmentaire, à consolidation favorise l'apparition de l'arthrose radio carpienne [91]. Toutefois, elle peut se voir aussi quand la réduction est anatomique [92]. Elle pourrait résulter des lésions cartilagineuses contemporaines de la fracture [93, 94], mais Field et al. ont même trouvé, à 10 ans, que l'arthrose était aussi fréquente de l'autre côté [95]. Quoi qu'il en soit, elle est généralement bien tolérée même à long terme [96, 97, 98.99].
- dans notre série on a constaté 2 cas de cal vicieux, un cas de raideur articulaire .

## **IX. Traitement :**

### **1. But de traitement :**

Avoir un poignet indolore, fonctionnel et stable.

Restitution anatomique de la fracture de l'extrémité inférieure du radius surface articulaire.

### **2. Moyens :**

#### **2.1. Médicaux :**

Antalgique, anti inflammatoires non stéroïdiens, correction d'une tare associée.

#### **2.2. Orthopédique :**

– Réduction manuelle d'une fracture à déplacement postérieur :

- En urgence, au bloc opératoire
- Sous anesthésie générale ou locorégionale
- Par manœuvres externes :

Main du membre blessé empaumée par la main opposée du chirurgien de l'autre, il saisit l'avant-bras, le pouce sur la face dorsale de l'épiphyse traction dans l'axe du membre (désengrènement du foyer de fracture)

Puis, pression dorsale de l'épiphyse et flexion palmaire (correction de la bascule postérieure)

Enfin, inclinaison ulnaire (correction de l'inclinaison radiale)

- Sous contrôle scopique à l'amplificateur de brillance, vérifie la réduction du foyer de fracture .

Face:

- Rétablissement de la ligne bi-styloïdienne avec inclinaison frontale moyenne de 25°

- Restitution de l'index radio-ulnaire distal négatif à -2 mm
- Restauration de la congruence de l'articulation radio-carpienne

Profil :

- Orientation en bas et en avant de la glène radiale avec inclinaison sagittale de 10°

Franchissement de la corticale antérieure du fragment proximal par la corticale antérieure du fragment distal la corticale antérieure doit être « accrochée ».

- Immobilisation

Attelle plâtrée brachio-antébrachio-palmaire pendant 3 semaines suivie d'une manchette plâtrée pendant 3 semaines

En position de fonction : coude à 90°, poignet en position neutre ou en légère flexion palmaire, articulations métacarpo-phalangiennes libres, 1<sup>ère</sup> colonne du pouce libre (depuis la trapézo métacarpienne).(66)





**Figure 28 : platre brachio-antébrachio-palmaire (\*)**

### **2.3. Chirurgicaux :**

#### **a. embrochage isoelastique :**

Les principes de cette technique ont été décrits par deux auteurs :

- PY (41) d'une part en 1969 (publié en 1982).
- DESMANET (100,101) d'autre part (publié en 1984)

#### **a.1 Anesthésie :**

Sous anesthésie locorégionale le plus souvent par :

1. bloc plexique (consiste à infiltrer un plexus (ensemble de nerfs) pour obtenir une anesthésie d'une région entière. Par exemple, l'infiltration du plexus brachial entraîne une anesthésie de tout le membre supérieur).
2. bloc axillaire (consiste à anesthésier les nerfs du membre supérieur dans le creux de l'aisselle) ou autre.
  - le patient est installé sur table ordinaire en décubitus dorsal, avec ou sans garrot à la racine du membre et bras sur table radio-transparente.

#### **a.2 selon C.PY**

La réduction de la fracture obtenue le plus souvent sous anesthésie locorégionale, selon les manœuvres classiques et sous contrôle scopique. Au bistouri à la lame pointue, deux incisions cutanées courtes de 10 mm sont pratiquées, la première en regard de la styloïde radiale, la seconde en dedans de tubercule de Lister sur le bord cubital de long extenseur du pouce (Extensor pollicis longus)

Les broches utilisées sont lancéolées ou à bout mousse de longueur identique et de calibre 18 / 100, leur extrémité étant spatulée de 15 à 20 degrés à leur dernier centimètre. Après avoir ménagé les branches du nerf radial ainsi que les tendons long abducteur (abductor pollicis longus) et court extenseur du pouce (Extensor pollicis brévis) la première broche, montée sur nez américain, pénètre la styloïde radiale à

son sommet.

Son introduction est facilitée par l'utilisation préalable de la pointe carrée. La broche est poussée loin à la main jusqu'à l'os sous-chondral de la tête radiale en s'aidant du caractère spatulé de son extrémité pour venir<< glisser>> le long de la corticale interne de la diaphyse radiale sans la traverser.

Après une courte incision du ligament annulaire dorsal permettant de protéger les tendons extenseurs, la seconde broche est introduite au niveau de la marge postérieure de la glène radiale pour être ascensionnée jusqu'à la tête radiale selon les mêmes modalités, la broche venant cette fois-ci glisser le long de la corticale antérieure de la diaphyse radiale. Les deux broches en place ainsi que la réduction sont contrôlées sous scopie de face et profil. Ils sont alors recourbés près de leur point d'introduction osseux puis recoupées à quelques millimètres de l'angle de courbure pour être enfouies sans menacer les tendons extenseurs. Elles doivent néanmoins rester palpables sous la peau pour faciliter leur ablation.

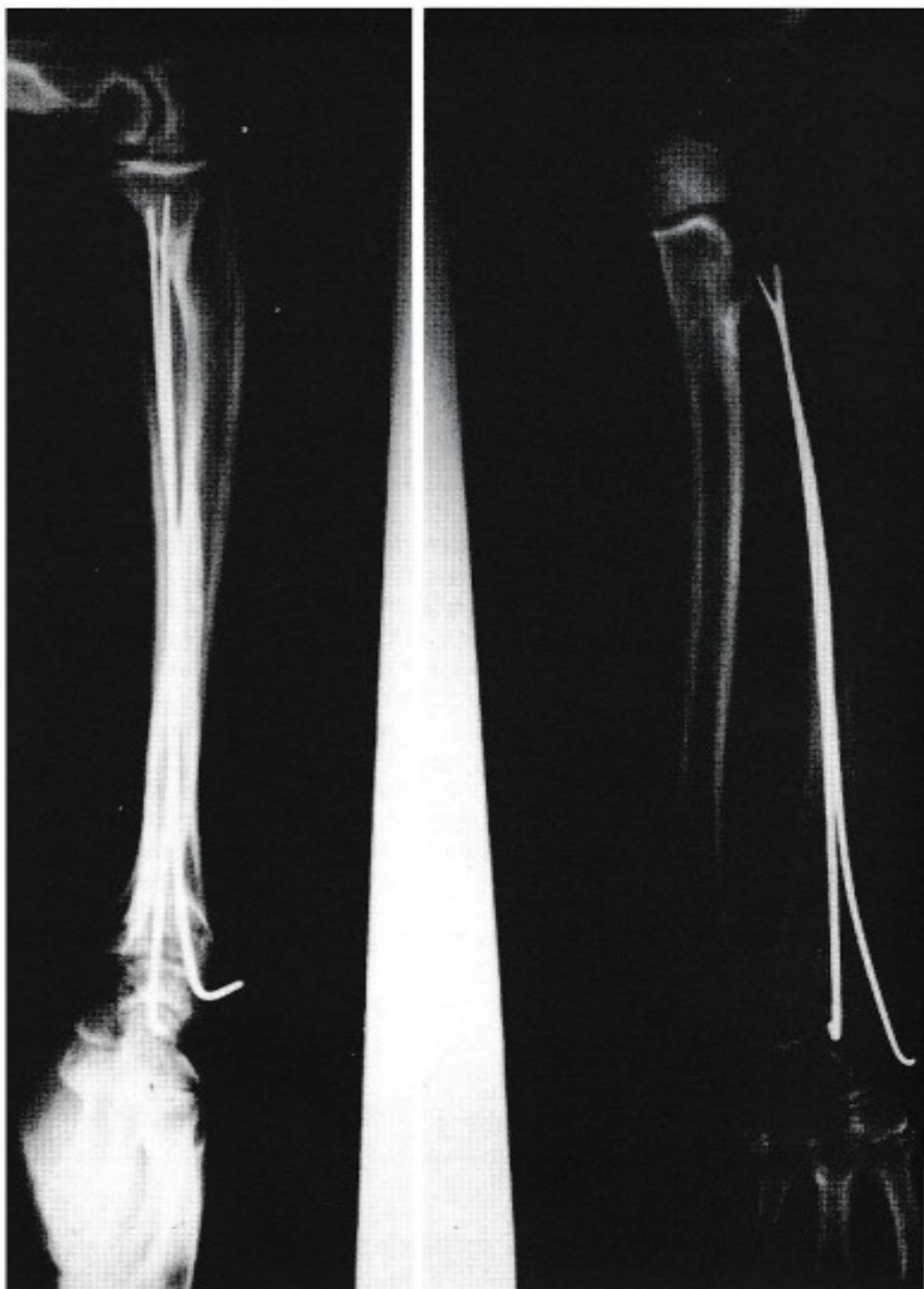


Figure 29 : embrochage élastique de py

### **a.3 Selon E. DESMANET (101)**

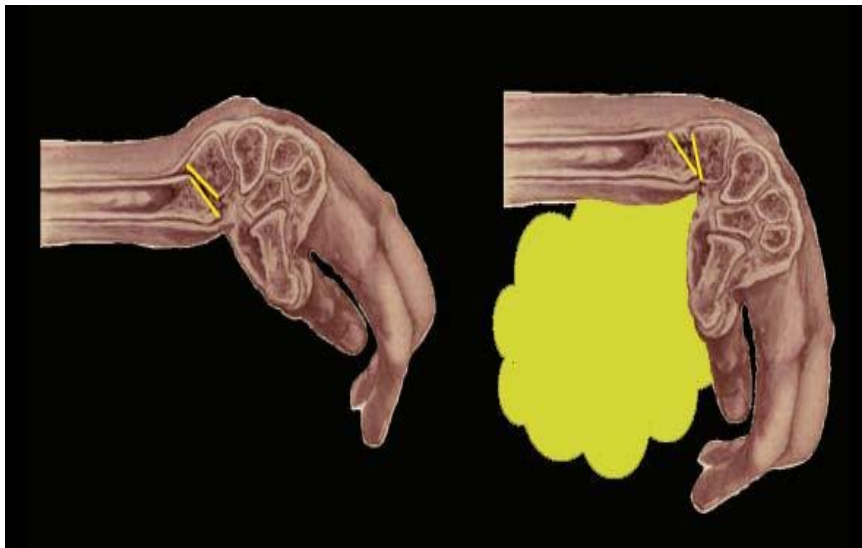
Utilise, quant à lui, la forme évasée “ en entonnoir ” de l'épiphyse radiale pour profiter de l'élasticité des broches de Kirschner qui sont non seulement de calibre inférieur (18/10ème) mais surtout mises en opposition dans le plan frontal et sagittal. Elles réduisent automatiquement la fracture et la stabilisent en extension continue. Les points d'entrée sont les plus distaux possibles, la première broche pénètre l'extrémité de la styloïde radiale pour être antéro-interne, la seconde pénètre le bord postéro-interne du radius en regard de la RCI et non par le tubercule de Lister, l'éventuel 3° fragment est alors contrôlé. L'ancrage proximal est facultatif mais conseillé en cas d'ostéoporose.

Finalement, en cas de comminution antérieure ou de tendance à l'hyper-réduction, Desmanet (100,101) a pensé à ajouter une broche antérieure intra-focale.

### **a.4 Selon Fikry : trucs et astuces (106)**

Pour Fikry(102) L'intervention est faite sous anesthésie générale ou locorégionale avec garrot .l'amplificateur de brillance n'est pas indispensable mais son utilisation apporte plus de sécurité.

La réduction est verrouillée en flexion du poignet (Fig30).



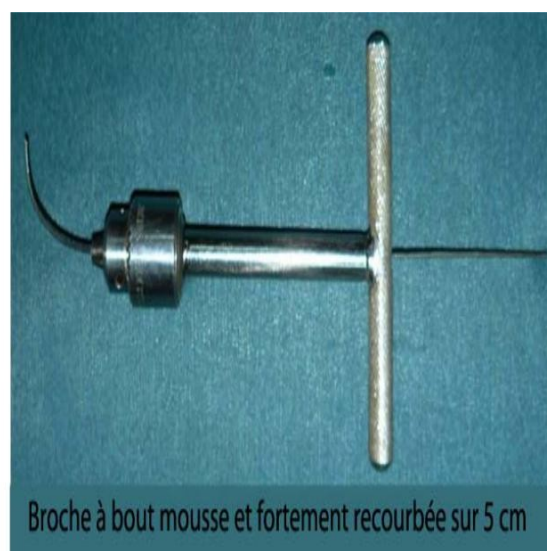
**Figure30 : verrouillage de la réduction par un coussinet sous le poignet**

L'instrumentation doit comporter notamment une pointe carrée fine à frein et une bonne Poignée avec mandrin .la pointe carrée préparera l'introduction des broches(Fig31)

L'introduction de la broche externe se fera au niveau de la styloïde radiale, celle de la broche postérieure se fera au Voisinage du tubercule de lister en veillant à respecter les tendons extenseurs .Les broches à pointe Mousse, sont d'un diamètre de 18 à 20/10e de millimètre et bien recourbées sur 5cm (Fig32).



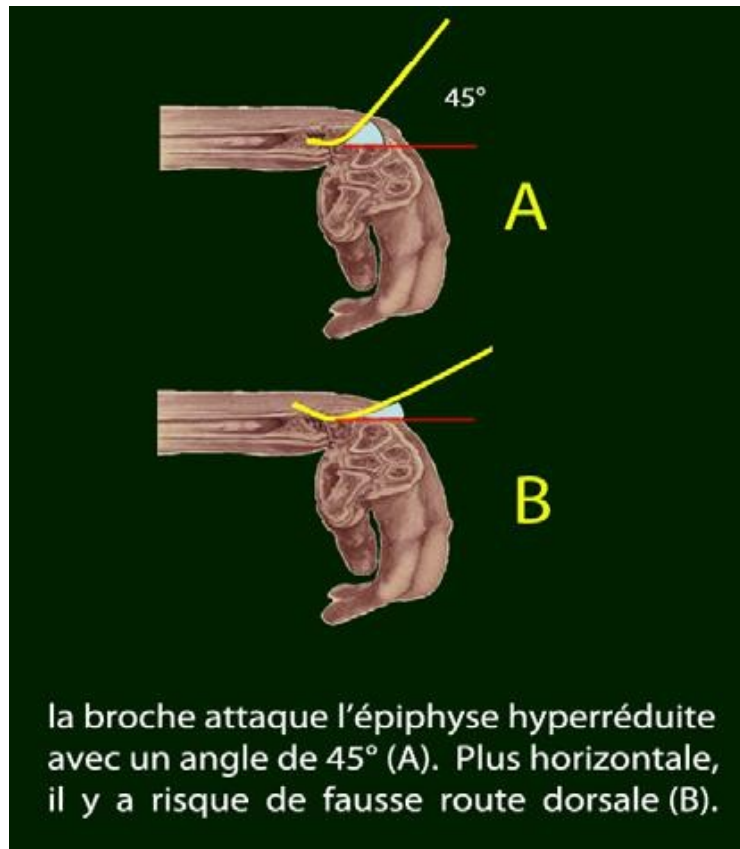
**Figure31**



**Figure32**

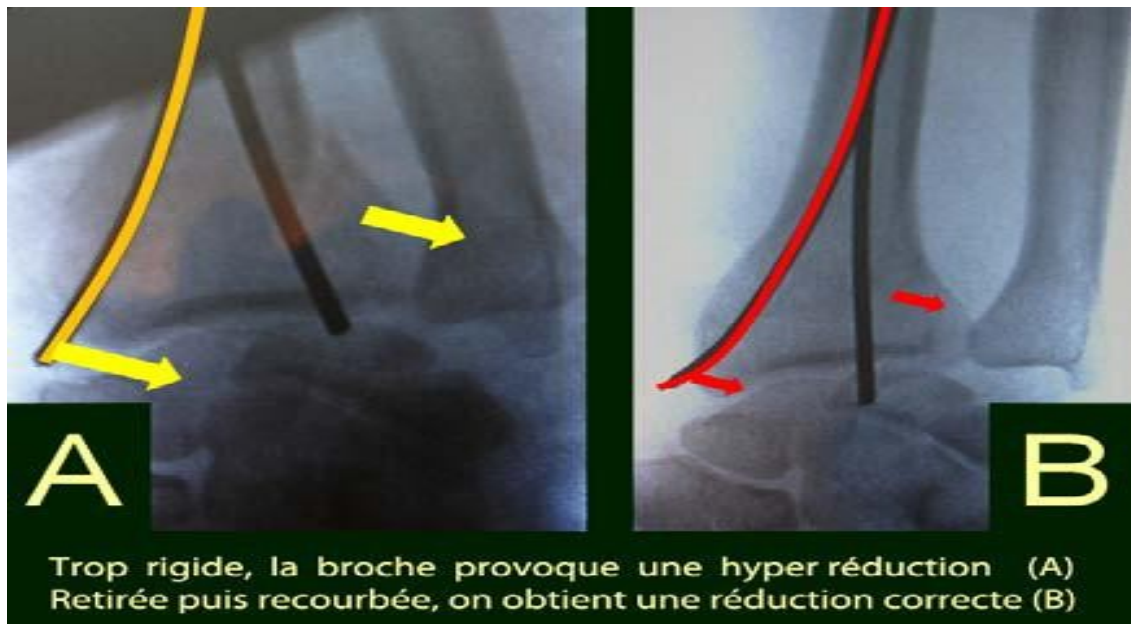
Afin d'éviter d'embrocher des tendons extenseurs, il faut écarter ces derniers par des pinces de Halsted. La liberté des tendons est vérifiée par une mobilisation des doigts et du poignet.

L'introduction des broches à 45° est faite en légère hyper-réduction. Ceci évitera les fausses routes extra-médullaires des broches (Fig.33).



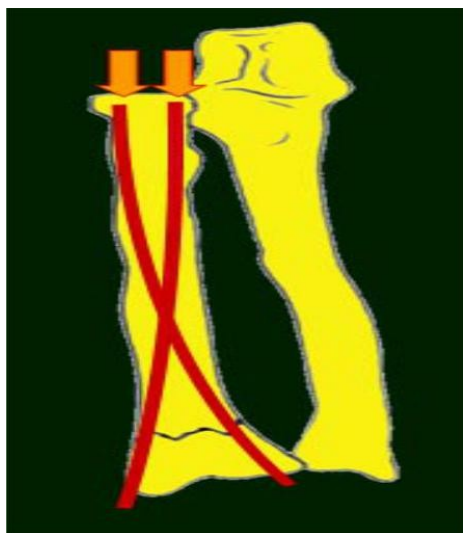
**Figure 33:**

Le crissement osseux est le témoin du bon passage centromédullaire des broches. Il dispense de l'utilisation de l'amplificateur de brillance. Mais celui-ci pourra être utile pour rechercher une hyper ou hypo-réduction. Dans ces derniers cas, on retirera légèrement la broche et on lui imprimera une courbure de sens opposé à celui de l'hypo ou hyper-réduction (fig34.).



**Figure :34**

Les broches une fois à l'intérieur du canal médullaire seront introduites selon un mouvement hélicoïdal de vissage et seront bloquées dans la tête radiale (Fig35.). les bouts débordants des deux broches doivent être sensiblement égaux en cas d'inégalité, il faut penser à un blocage (canal Médullaire rétréci) ou à une migration proximale de broches (Fig36.).



**Figure35**



**Figure :36**



La sensation terminale des broches fichées dans la tête radiale doit être nette et ferme. Sinon, il faudra penser à une ostéoporose ou une fracture de la tête radiale avec risque de migration.

En cas de blocage de la 2e broche, il faut la retirer partiellement et lui imprimer une courbure pour diminuer sa rigidité.

En cas de refend épiphysaire, une broche ou une vis épiphysaire anti-cisaillement est placée en premier (fig37.38) .à leur recoupe, les broches ne seront pas recourbées mais laissées droites pour ne pas irriter les tendons extenseurs(fig.37).



**Figure 37**

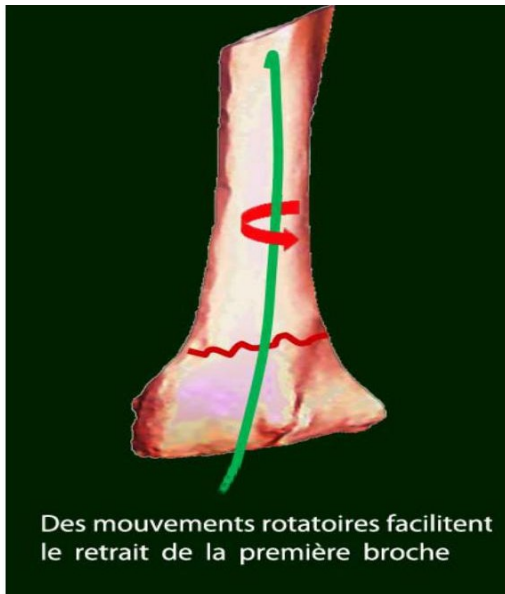


**Figure 38**

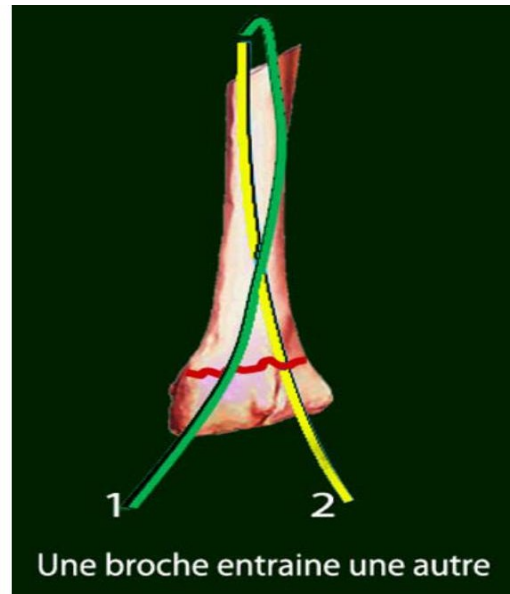
L'intervention est terminée par la mise en place d'une attelle plâtrée antérieure pour aider à la cicatrisation ligamentaire pendant quatre semaines .les doigts étant libres et mobilisables.

L'ablation des broches sera faite vers la 8e semaine sous anesthésie locorégionale ou générale avec garrot: il faut bien voir les tendons et les bouts des broches.

Le bout de la broche est repéré par palpation et récupéré par une petite curette. On commencera par la broche la plus recourbée à laquelle on imprimera des mouvements semi-rotatoires et de traction (Fig39.).souvent cette broche entrainera la 2e broche qui fait saillie sous la peau (fig40) .On profitera de l'anesthésie générale pour faire une légère mobilisation du poignet.



**Figure39**



**Figure40**

Selon Fikry(103) après une étude faite respectivement sur deux séries de 42 et 46 patients d'âge moyen de 33 et 35 ans. Les auteurs se proposent de comparer deux techniques d'embrochages des fractures métaphysaires du radius distal : l'embrochage intrafocal de Kapandji et l'embrochage iso-élastique de Py. Cette étude a montré une légère supériorité de la technique de Py sur celle de Kapandji. Ceci trouve son explication à plusieurs niveaux :

- La stabilité de la réduction. il est actuellement bien établi que le résultat fonctionnel des fractures du radius distal est fortement corrélé à la restitution de l'anatomie. Ainsi, le brochage de Py nous semble plus stable que celui de Kapandji. En effet il repose sur le principe de l'élasticité des

broches qui exercent des forces de rappel permanentes, empêchant les déplacements secondaires.

- Technique : Broches centromédullaires: autonomie chirurgien >> crissement + verrouillage en hyper flexion, Ampli: inutile
  - Broches intra focales>> risque dépassement et migration secondaire, Ampli ou broches à butée (coût ++)
- Iatrogénie : Elle ne semble épargner aucune des deux techniques.

## **b. Autres techniques d'embrochage :**

### **b-1 Brochage intra focal (104,105)**

Développé par Kapandji (68) en 1973,

Le principe consiste à introduire des broches dont le diamètre 20/10 de mm directement dans le foyer de la fracture à 45° et les planter dans la corticale opposée, la broche joue alors un rôle de butée empêchant tout déplacement secondaire et permettant dès lors insertion une révalidation immédiate. Cette technique permet d'éviter les déplacements secondaires constatés lors des brochages directs et d'éviter l'utilisation du plâtre et donc permettre une rééducation fonctionnelle.

Néanmoins ce type d'embrochage présente aussi des inconvénients :

un grand jeu de broches intra focales lors de la communication importante du foyer risque de migration interne ou externe de la broche. Celle-ci est actuellement évitable grâce à l'utilisation des broches filetées.



**Figure 41: Technique de kapandji sur une radiographie de face et profil chez un patient présentant une fracture de l'E I R.**

## **b-2 Brochage styloïdien conventionnel : (105)**

Après réduction, un abord cutané à minima est réalisé pour récliner la branche sensitive du nerf radial. Le tendon long extenseur du pouce, les radiaux et le tendon du long supinateur.

La première broche de 18/10 est introduite par la styloïde radiale dans un plan presque frontal ; la deuxième est introduite par le tubercule de Lister dans un plan sagittal. Les deux broches se fixent à 45° dans la corticale opposée. C'est la deuxième broche qui contrôle la stabilité et qui prévient le déplacement Postérieur.

Une immobilisation plâtrée est réalisée en fin d'intervention.

L'ablation des broches est réalisée à 6 semaines.

C'est une technique toujours réalisable, néanmoins présente aussi des inconvénients : quel que soit le type de fracture, il a un risque de migration des broches, risque infectieux et nécessité d'un plâtre ce qui retarde la rééducation.

## **c. Autres techniques d'ostéosynthèse :**

### **c.1 fixation externe :**

Le fixateur externe permet une réduction de la fracture en s'appuyant sur le principe de la ligament taxis. Il se place dans le plan frontal avec deux fiches sur le bord radial du radius et deux fiches sur le deuxième métacarpien. Il est primordial de repérer la branche sensitive du nerf radial et la protéger lors de la mise en place des fiches radiales afin d'éviter toute lésion de celle-ci [106] . . Dans la plupart des cas, il ne permet pas à lui seul d'obtenir une réduction satisfaisante [107] . Il doit être associé à un embrochage pour compléter la réduction et stabiliser la fracture [108] . Il trouve sa meilleure indication dans les fractures ouvertes avec lésions majeures des parties molles nécessitant plusieurs interventions secondaires de couvertures

(Lambeaux, greffes cutanées, etc.). Il peut également être associé à une

ostéosynthèse par plaque en cas de fracture très comminutive pour protéger l'ostéosynthèse. Les complications les plus fréquemment rencontrées avec ce type d'ostéosynthèse sont les infections sur fiches [109] et syndrome algodystrophique.



**Figure 42: mise en place d'un fixateur externe en distraction pour fracture marginale complexe de l'E.I.R**

### **c-2 Ostéosynthèse par plaque vissée antérieure :**

L'abord antérieur (voie de Henry) est connu et enseigné, permettant une adhésion des opérateurs.

La plaque est d'abord fixée sur la diaphyse grâce à une vis dans un trou ovale présent dans la plupart des plaques. La plaque est ensuite vissée à l'épiphyse, l'hyper flexion étant maintenue par l'aide opératoire.. Un contrôle de profil rayon oblique, systématique en peropératoire, permet de visualiser la présence éventuelle de vis intra-articulaires (le poignet est radiographie de profil, le coude légèrement fléchi jusqu'à voir l'interligne).

Ayant comme avantage : permet une bonne réduction

Ses inconvénients : surtout infectieux mais aussi risque de tendinite, de synovite voir même rupture tendineuse rencontrées avec ce type d'ostéosynthèse sont tendinite, synovite voir même rupture tendineuse.



**Figure 43:Fracture ostéosynthésée avec une plaque anterior**

### **c-3L'enclouage verrouillé**

Posé depuis 2ans et demi (première pose en mai 2010) le clou radial est une nouvelle technique chirurgicale utilisant un implant(le clou Nail-O-Flex) introduit en percutané au niveau de la styloïde radiale. Le clou comprend une partie souple proximale et une partie plus épaisse rigide qui permet un verrouillage distal.

La technique est indiquée dans les fractures sus-articulaires et peut s'étendre aux fractures sus et interarticulaires en l'absence de trait de refend distal dans le plan frontal.

L'enclouage percutané semble offrir (malgré le recul insuffisant),en plus de la stabilisation du foyer de fracture avec une surface de portage plus élevée et une architecture plus solide, plus de rapidité et de simplicité technique dues au foyer fermé ainsi qu'un faible cout. Mais en comparaison avec les anciennes techniques d'embrochage à foyer fermé, le clou percutané peut être laissé indéfiniment en place.

Ceci évite l'ablation précoce des broches (pour éviter les ruptures tendineuses) et permet de conserver la qualité de la réduction osseuse initiale.

#### **c-4 Greffe osseuse :**

La greffe autologue est indiquée en cas de vide post-réductionnel important après rétablissement de la longueur du radius en métaphysaire.

#### **c-5 Ciment :**

En cas de grand vide métaphysaire le comblement de la comminution par des ciments phosphocalciques permet une meilleure stabilité que la greffe(110).

### **3. Indication :**

#### **3.1. Indication selon la fracture.**

Elles sont essentiellement fondées sur les clichés obliques puis en traction sous anesthésie qui permettent d'analyser correctement la fracture et sa réductibilité. La méthode thérapeutique est choisie en fonction de chaque fracture, en prenant surtout en compte la comminution corticale métaphysaire (M) et, la présence et la réductibilité de fragments articulaire métaphysaire. Toutes les fractures en compression-flexion (bascule palmaire) sont instables et nécessitent un abord chirurgical pour ostéo-synthèse par plaque antérieure avec plus ou moins broches complémentaires. Les fractures épiphysaires (MOEx), outre les fractures marginales palmaires, sont essentiellement représentées par les fractures cunéennes externes. Les fractures déplacées doivent être réduites de façon à supprimer toute marche d'escalier articulaire et fixées par broches ou par vis. Elles doivent faire rechercher une lésion du ligament scapholunaire par testing sous scopie, voire arthrographie peropératoire. Les fractures en compression-extension (bascule dorsale) sont les plus fréquentes. Le traitement des fractures métaphysaires (extra-articulaires : Mx, E0) varie selon l'importance du déplacement et de la comminution corticale postérieure. Si elles sont



peu ou pas déplacées, elles sont accessibles au traitement orthopédique [50]. S'il existe un déplacement et une comminution modérés (M2), il faut y associer une ostéosynthèse par broches. Les fractures avec un déplacement initial important avec une comminution corticale extensive (M4) sont des lésions instables ; le déplacement secondaire est constant si elles sont traitées par simple embrochage et plâtre [89] ; l'utilisation d'une plaque à vis solidaires ou d'un FE est indispensable. Les fractures métaphysoépiphysaires simples, peu déplacées (fragment postéro médial isolé, refend sagittal non déplacé), sont accessibles à un embrochage simple. Le fragment postéro médial est rarement réduit par les manœuvres externes [48, 49, 50, 51]. Il est alors nécessaire de réaliser un abord postérieur limité pour le réduire et le fixer [61].

### **3.2. Indication et lésions associées.**

Un contexte de polytraumatisme ou de lésions étagées influence le mode de synthèse ainsi que la présence d'une compression du nerf médian ou d'une ouverture cutanée qui imposent le traitement en urgence. Une lésion ligamentaire patente, une fracture de l'extrémité distale de l'ulna peuvent nécessiter un geste chirurgical spécifique. Nous réalisons actuellement, comme gestes associés :

- la synthèse de la styloïde ulnaire ) associée à la réparation des structures capsuloligamentaires ( $\pm$  broche ulnoradiale), pour les instabilités de la RUD ou quand la stabilisation du versant médial du carpe paraît importante à assurer (fractures très déplacées et fractures-luxations) ; la réparation est protégée par une immobilisation brachiopalmaire ;

- la synthèse systématique des fractures déplacées métaphysaires (U3) et épiphysaires (U4) de l'ulna, car elles sont instables et mal contrôlées par le FE [49].
- Pour des fractures complexes, non réparables, il a même été proposé de réaliser d'emblée une intervention de Sauvé-Kapandji [111] ;

### **3.3. Indications et terrain.**

Enfin, le terrain va nuancer les indications. Il faut prendre en compte l'âge, mais aussi les besoins fonctionnels et le psychisme du patient. On est, bien sûr, d'autant plus exigeant que le sujet est jeune et a des besoins fonctionnels importants. En pratique, on peut schématiquement différencier :

- les fractures extra-articulaires de la femme âgée. Il s'agit en général de fractures peu déplacées, résultant d'un traumatisme minime. Elles sont, le plus souvent, accessibles à un traitement orthopédique ou à un embrochage. De plus, les patients âgés ont une faible demande fonctionnelle et on peut espérer obtenir un bon résultat fonctionnel malgré une petite perte de réduction. Mais, une comminution métaphysaire circonferentielle ou la mauvaise qualité de la tenue des broches peut nécessiter la pose d'un FE pour protéger l'embrochage ou l'utilisation d'une plaque palmaire à vis verrouillées ;
- les fractures articulaires du sujet jeune, complexes, qui résultent d'un traumatisme violent. Si la fracture est réductible par manœuvres externes, un embrochage protégé par un FE peut être envisagé, éventuellement associé à un abord complémentaire localisé pour parfaire la réduction ou combler un vide post-réductionnel important. Sinon, un abord chirurgical avec réduction

et ostéosynthèse par plaque à vis solidaires est réalisé. Seul un résultat anatomique peut faire espérer un pronostic correct à long terme.

# CONCLUSION

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius sont les fractures les plus fréquentes et de multiples traitements existent pour leur prise en charge.

Les indications du traitement chirurgical vont en augmentant.

L'embrochage reste la technique la plus utilisée en raison de son caractère mini-invasif et son faible coût d'une part, et en raison de la rapidité de récupération et des résultats à distance en d'autre part.

L'embrochage iso élastique de Py trouve son intérêt dans les fractures de l'EDR à déplacement postérieur avec comminution postérieure rendant l'embrochage intra focal instable. En cas de refend épiphysaire, une broche ou une vis épiphysaire anti-cisaillement est placée en premier.

Au vue de nos résultats, l'embrochage de py reste une méthode fiable, de technique rigoureuse, qui fournit une bonne stabilisation du foyer de fracture permettant ainsi la mobilisation précoce avec des bons résultats fonctionnels. L'application de cette technique de manière rigoureuse aboutit ainsi à des résultats satisfaisants et limite considérablement les complications post-thérapeutiques.

# RESUMES

## Résumé

Fracture de l'extrémité inférieure du radius est une des lésions les plus fréquentes en traumatologie. Notre travail concerne l'étude rétrospective de 46 cas de fractures de l'extrémité distale du radius, colligés au service de chirurgie Orthopédique à l'hôpital militaire Molay Ismail à Meknès, traités par l'embrochage de Py exclusif ou associé à un embrochage styloïdien.

L'âge moyen de nos patients était de 45.5 ans avec une prédominance masculine à 80.43 %.

Le côté droit était atteint dans 31 cas soit 67.39 %. L'étiologie était dominée par les chutes simples dans 41.3 % des cas.

Selon la classification de Castaing, nous avons constaté que :

- 34.78% des patients avaient une fracture de type 2.
- 30.43% des patients avaient une fracture de type 3.

L'anesthésie était locorégionale dans 91.3%, alors que l'anesthésie générale a été dans 8.69 %.

L'immobilisation provisoire par attelle plâtrée était systématique chez tous les patients opérés durant une durée moyenne de 15 jours.

Les suites post opératoires étaient le plus souvent simples. Nous n'avons constaté qu'un cas de raideur articulaire qui s'est amélioré par rééducation fonctionnelle et un cas de déplacement v ! secondaire qui a été repris chirurgicalement.

La technique de l'embrochage de Py nous donne pleine de satisfaction en vue de nos résultats anatomiques et fonction

## Summary

Fracture of the lower extremity of the radius is one of the most common lesions in traumatology. Our work concerns the retrospective study of 46 cases of fractures of the distal end of the radius, collected at the orthopedic surgery department at Moulay Ismail Military hospital in Meknes. Treated by the exclusive Py pinning or associated with a styloid pinning.

The medium age of our patients was 45.5 years old with a male predominance of 80.43%.

The right side was reached in 31 cases or 67.39%. The etiology is dominated by the simple falls from top 41.3%

According to the Castaing classification, we found that:

- 34.78% of patients had a type 2 fracture.
- 30.43% of patients had a type 3 fracture

The anesthesia was loco regional in 91.3% of the cases, the general anesthesia concerned 8.69%.

The provisional immobilization by splint plaster has been systematically for all operated patients during 15 days.

Postoperative follow-ups were mostly simple. We found only one case of joint stiffness which has improved by functional rehabilitation and one case of secondary displacement which was resumed surgically.

The technique of pinning Py gives us full satisfaction for our anatomical and functional results.



## ملخص

تعد كسور الطرف السفلي لعظم الكعبرة من أكثر الكسور شيوعا من خلال دراسة تضم 46 حالة شخّصت في قسم جراحة العظام والمفاصل بالمركز الاستشفاء العسكري مولاي اسماعيل بمكناس ان هذه الدراسة الاستردادية بصدد دراسة 46 حالة كسر مفصلي للطرف السفلي للكعبرة عولجت بواسطة التسفيد من النوع بي أو مع تسفيد من نوع آخر كان متوسط المرضى 45.5 سنة أغلبيتهم من الرجال 80.83 % إصابة الجهة اليسرى قدرت بي 31 حالة أي 67.39 % وترجع أساسا لحوادث السقوط البسيط من 41.3 % تبعا لتصنيف غاستينغ وجدنا:

34.78 % من المرضى المصابين بكسر النوع الثاني

30.43 % من المرضى المصابين بكسر من النوع الثالث

التبنيح كان موضعيا في 91.30 % من الحالات في حين كان عاما 8.69 % من الحالات

وقد تم التثبيت بواسطة رباط جبصي مؤقت خلال 15 يوما

تميزت مخلفات العملية أساسا بحدوث حالة من تصلب المعصم التي تحسنت من خلال إعادة

التأهيل الوظيفي وحالة من النزوح الثانوي التي تم استئناؤها جراحيا

تقنية تسفيد بي تعطينا الرضا الكامل في نتائجها التشريحية و الوظيفية.

# ANNEXES

## ANNEXE I

### FICHE D'EXPLOITATION

• N° du dossier : ..... N° d'entrée : .....

Année:.....

• **Identité** : -Nom prénom : ..... -Age : .....

- Sexe : féminin  masculin  -Profession : .....

- Adresse : .....

- Adresse électronique : .....

- Tel : .....

.....

.....

• **Antécédents** :

- Médicaux : ostéoporose  ostéomalacie  autres:.....

.....

- Chirurgicaux

.....

.....

• **Etiologie** :

Chute  AVP  AT  A. de sport  Agression  Autres

• **Mécanisme** :

Extention  Choc direc  Autres :

• **Examen clinique**

**Inspection**

Côté atteint Droit  Gauche  Bilatéral

Déformation en dos de fourchette

**Palpation**: Douleur  du scaphoïde  de la tête radiale

**L.associées:**

Cutanées  I  II  III

Vasculaire

Nerveuse

Osseuse:  Ulna distal  ;  Styloïde ulnaire

Autres : .....

**TRAUMATISMES ASSOCIES :**

Tr.cranien

Tr.Thoracique

Tr.Abdominal

• Immobilisation provisoire

• la Classification Radiologie ( la Classification de castaing) :

• Traitement :

**Chirurgical :**

Délai

Installation du malade

Anesthésie

Réduction

Technique utilisée

Contrôle radiologique

Immobilisation :

• **Complications :**

Infection superficielle  Déplacement secondaire  Migration de broches  Raideur

Ruptures tendineuses  Cal vicieux  Algodystrophie

Arthroses  pseudarthrose  autre :

• **Rééducation:** oui  non  durée .....

• **RESULTATS:**

Ablation de matériel d'ostéosynthèse/ de plâtre : Recul :

Evaluation selon le score clinico-radiologique de Jakim ET all :

# BIBLIOGRAPHIE

- [1]. Netter F.  
Atlas d'anatomie humaine 4ème édition Masson, 2006, p406 ; 422
- [2]. Fontaine C, et al.  
Anatomie descriptive, radiographique, topographique et fonctionnelle appliquée aux fractures de l'extrémité distale du radius.  
Hand Surg Rehab (2016),
- [3]. Bain GI, Alexander JJ, Eng K, Durrant A, Zumstein MA.  
Ligament origins are preserved in distal radial intraarticular two-part fractures: a computed tomography-based study.  
J Wrist Surg 2013;2:255-62.
- [4]. Soubeyrand M, Lafont C, De Georges R, Dumontier C.  
Traumatic pathology of antibrachial interosseous membrane of forearm.  
Chir Main 2007;26:255-77.
- [5]. Moore, Dalley:  
Anatomie médicale De Boeck, 2007, p841
- [6]. Dumontier G, Herzberg G.  
Les fractures franches du radius distal de l'adulte-Symposium.  
Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2001;87- suppl 5:1S67-1S141
- [7]. Schuind FA, Linscheid RL, An KN, Chao EY.  
A normal data base of posteroanterior roentgenographic measurements of the wrist.  
J Bone Joint Surg Am 1992;74(9)1418-29.
- [8]. Friberg S, Lundström B.  
Radiographic measurements of the radio-carpal joint in normal adults.  
Acta Radiol Diagn (Stockh) 1976;17(2)249-56

[9]. Kapandji A

Physiologie articulaire, membre supérieur, 5ème édition.

Maloine, Paris 5ème édition, 2007, 146–168

[10]. Roux J, Miccalet J, Allieu Y.

Anatomie fonctionnelle et biomécanique de l'articulation radio-carpienne.

Expansion scientifique française, Allieu Y, dir 1998 : 14–27

[11]. Palmer AK, Werner FW, Murphy D, Glisson R.

Functional wrist motion: a biomechanical study.

Hand Surg (Am) 1985; 10–1: 39–46

[12]. Roux JL, Miccalet JP, Rabishong P, Allieu Y

« Transmission of pronation–supination movements in the wrist »

Ann Chir Main 1984;3–4: 317–21, 66–7

[13]. Marcheix P.S :

Traitement des fractures déplaçées de l'extrémité distale du radius à bascule postérieure : étude prospective et randomisée sur 110 patients.

Thèse N° XXXXX UNIVERSITÉ DE LIMOGES, 2008

[14]. Allieu Y

Carpal instability—ligamentous instabilities and intracarpal malalignment: explanation of the concept of carpal instability

Ann Chir Main 1984; 3–4: 317–21, 66–7

[15]. Fernandez DL.

Fractures of the distal radius: operative treatment.

Instr Course Lect 1993; 42: 73–88

[16]. Knox J, Ambrose H, McCallister W, Trumble T.

Percutaneous pins versus volar plates for unstable distal radius fractures: a biomechanic study using a cadaver model.

J Hand Surg (Am) 2007; 32-6 : 813-7

[17]. Palmer AK, Werner FW.

Biomechanics of the distal radioulnar joint.

Clin Orthop Relat Res 1984-187: 26-35

[18]. Brahin B, Allieu Y.

Compensatory carpal malalignments

Ann Chir Main 1984; 3-4: 357-63

[19]. Short WH, Palmer AK, Werner FW, Murphy DJ.

A biomechanical study of distal radial fractures.

J Hand Surg (Am) 1987; 12-4: 529-34

[20]. Pogue DJ, Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, Jenkins DK, Sweo TD,

Hokanson JA. Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics.

J Hand Surg (Am) 1990; 15-5: 721-7

[21]. Fernandez DL.

Correction of post-traumatic wrist deformity in adults by osteotomy, bone grafting, and internal fixation.

J Bone Joint Surg Am 1982; 64-8: 1164-78

[22]. Knirk JL, Jupiter JB.

Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults.

J Bone Joint Surg Am 1986; 68-5: 647-59



[23]. Mansat.M :

Fracture de l'extrémité inférieure du radius : étiologie, diagnostic, principe du  
Traitement

Revue part 1989,39, 1 ; 77-82

[24]. Nonnenmacher. J

Fractures du poignet.

Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, conférences d'enseignement 1986 ;

47-70

[25]. Lfram

Epidemiology of fractures of the forearm. A biomechanical investigation of  
bone strength

J-bone-joint surg 1962, 44, A; 105

[26]. CASTAING et le club des dix :

Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. Rapport  
de la 39<sup>ème</sup> réunion annuelle de la S6 A.

Bouchet J.Cuilleret

[27]. Lecestre.P :

Fractures de l'extrémité inférieure du radius traitées par la méthode de  
Kapandji, analyse de 100 cas.

Ann Chir. 1988, 42, 10 ; 756-769

[28]. Kulej M, Dragan S, Krawczyk A, Orzechowski W, Płochowski J.

Orthop Traumatol Rehabil 2008

Sep-Oct; 10(5):463-77.

[29]. Koo KO, Tan DM, Chong AK.

Distal radius fractures: an epidemiological review

Orthop Surg 2013

Aug; 5(3):209–13.

[30]. Mathoulin.C

Les fractures articulaires récentes du quart inférieur du radius chez l'adulte :  
description, classification, traitement

Cahier d'enseignement de la société française.

Chir de la main, tome 2, 67–81

[31]. Melone CP, Isani.A

Classification and management of intra articular fractures of the distal radius

Hand Clin 1988, August, 4, 3; 349–360

[32]. Trumble TE, Culp RW, Hanel DP, Geissler WB, Berger RA.

Instr course lect 1999;48:465–80.

[33]. OBERT L.

Les données épidémiologiques (symposium). 75e Réunion annuelle de la  
SOFECOT. Rev Chir Orthop 2001; 87 (suppl. au n 5): 1S85–8.

[34]. Th Judet, P Piriou, E Thomasson.

Traitement orthopédique des fractures de Pouteau Colles selon R.Judet Fractures  
du radius distal (Cahier d'enseignement de la SOFCOT 1998).

[35]. L Kerboul.

Ostéosynthèse par plaque des fractures marginales antérieures du radius distal  
Fracture du radius distal de l'adulte (Cahier d'enseignement de la SOFCOT 1998)

[36]. BARSOTTI (J), DUJARDIN (C) : guide pratique de traumatologie. Masson, Edit.,  
1990, 2ème édition.

- [37]. DEJEAN (O). Orthopédie. Collection Med-line – Editions Estem et Med-line, 1994, pages 109–119.
- [38]. IMPACT INTERNAT. Appareil locomoteur<sup>1</sup>, février 1998, n°6, question n°277, pages 77–88.
- [39]. UTHEZA (G) : manuel de traumatologie de Georges Rieunau. Masson édit., 1983, 4ème édition.
- [40]. Cooney W P.  
Fractures of the distal radius: overview of diagnosis, classification, and treatment considerations.  
The wrist diagnosis and operative treatment 2010 271–311.
- [41]. Py F.  
Embochage dynamique des fractures de l'extrémité inférieure du radius.  
Communication : journées militaires de chirurgie orthopédique et traumatologie, Hôpital Bejin 1987; 8.
- [42]. Cauchoix J, Duparc J, Postel M.  
Les fractures–luxations marginales antérieures. Rev chir orthop 1960; 46: 233–45.
- [43]. Bowers W H.  
Distal radio–ulnar arthroplasty: current concepts  
Clin.orthop 1992 ; 275: 104–9.
- [44]. Pechlaner S, Kathrein A, Gabi M, Mangermann P, Zimmermann R, Peer R et al.  
Distal radius fractures and concomitant injuries experimental studies concerning pathomechanisms.  
J Hand Surg 2003; 28B: 609–16.

- [45].Laulan J, Bismuth JP, Clément P, Garaud P. Classification analytique des fractures de l'extrémité distale du radius : la classification « MEU ». Chir Main 2007;26:293-9.
- [46].Castaing J et le Club des dix. Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. Rev Chir Orthop 1964;50:581-696.
- [47].Dumontier C, Herzberg G. Les fractures fraîches du radius distal chez l'adulte. Rev Chir Orthop 2001;87:1S67-1S141.
- [48].Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. J Bone Joint Surg Am 1986;68:647-59.
- [49].Porter ML, Tillman RM. Pilon fractures of the wrist. Displaced intra-articular fractures of the distal radius. J Hand Surg [Br] 1992;17:63-8.
- [50].Szabo RM. Comminuted distal radius fractures. Orthop Clin North Am 1992;23:1-6.
- [51].Green DP. Pins and plaster treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius. J Bone Joint Surg Am 1975;57:304-10.
- [52].Melone CP. Articular fractures of the distal radius. Orthop Clin NorthAm 1984;15:217-36.
- [53].Fernandez DL, Jupiter JB. Fractures of the distal radius. New York: Springer Verlag; 1996.
- [54].(54)Le Nen D, Riot O, Caro P, Lefèvre C, Courtois B. Luxation-fractures de la radiocarpienne. Étude clinique de 6 cas et revue de la littérature. AnnChir Main 1991;10:5-12.
- [55].Green DP, O'Brien ET.  
Classification and management of carpal dislocations. \*  
Clin Orthop Relat Res 1980;149:55-72.

- [56]. Burstein AH. Editorial. Fracture classification systems: do they work and are they useful? *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:1743-4.
- [57]. Fontes D, Lenoble E, De Somer B, Benoit J. Lésions ligamentaires associées aux fractures distales du radius. À propos de 58 arthrographies peropératoires. *Ann Chir Main* 1992;11:119-25.
- [58]. SIMIC P.M., WEILAND J, :  
Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decade.  
*J Bone Joint Surg.*, 2003, 85A, 552-564 .
- [59]. Frykman G. Fracture of the distal radius including sequelae-shoulder-hand-finger syndrome, disturbance of the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand* 1967;108:1-53 [suppl].
- [60]. Müller ME, Nazarian S, Koch P. Classification AO des fractures. 1: Les os longs. Berlin: Springer-Verlag; 1987.
- [61]. Nakamura R. Ulnar styloid fracture and TFCC injury with distal radioulnar joint dislocation. *J Jpn Soc Surg Hand* 1993;10:28-30.
- [62]. Margaliot Z, Haase SC, Kotsis SV, Kim HM, Chung KC. A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 2005;30 (1185. e1-17).
- [63]. Kozin SH, Wood MB. Early soft-tissue complications after distal radius fractures. *Instr Course Lect* 1993;42:89-98.
- [64]. FONTES D, LENOBLE E , SOMIER:  
Lésions ligamentaires dans les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir Main* 1992,11,2, :119-125.

[65]. Chammas M

Mécanisme et classification des fractures du radius distal.

[66]. CHAISE., FRIOL J.P .

Les embrochages dans le fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius.  
Ann Chir Main 1994,48,1, :66-69.

[67]. Cronier P, Francois P, Laulan J, Le Bourg M, Mouilleron P, Raimbeau G, et al.

Évaluation de l'embrochage des fractures de l'extrémité inférieure du radius. À propos de 285 cas. Ann Orthop Ouest 1996; 28:125-70.

[68]. Schuind F, Alemzadeh S, Stallenberg B, Burny F. Does the normal contralateral

wrist provide the best reference for X-ray film measurements of the pathologic wrist? J Hand Surg [Am] 1996;21: 24-30.

[69]. Laulan J, Bismuth JP. Intracarpal ligamentous lesions associated with fractures of

the distal radius: outcome at one year. A prospective study of 95 cases. Acta Orthop Belg 1999;65:418-23.

[70]. Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF.

Consistency of AO fracture classification for the distal radius. J Bone Joint Surg Br 1996;78:726-31.

[71]. Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Complications of Colles' Fractures. J Bone

Joint Surg Am 1980;62:613-9.

[72]. Mack GR, McPherson SA, Lutz RB. Acute median neuropathy after wrist

trauma. Clin Orthop Relat Res 1994;300:141-6.

[73]. Soong M, Ring D. Ulnar nerve palsy associated with fracture of the distal radius. J

Orthop Trauma 2007;21:113-6.

- [74]. Owers KL, Lee J, Khan N, Healy J, Eckersley R. Ultrasound changes in the extensor pollicis longus following fractures of the distal radius– A preliminary report. *J Hand Surg [Eur]* 2007;32:467–71.
- [75]. Drobetz H, Kutscha–Lissberg E. Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int Orthop* 2003;27:1–6.
- [76]. Al–Rashid M, Theivendran K, Craigen MA. Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88:1610–2.
- [77]. Bickerstaff DR, O’Doherty DP, Kanis JA. Radiographic changes in algodystrophy of the hand. *J Hand Surg [Br]* 1991;16:47–52.
- [78]. Laulan J, Bismuth JP, Sicre G, Garaud P. The different types of algodystrophy after fracture of the distal radius. Predictive criteria of outcome after 1 year. *J Hand Surg [Br]* 1997;22:441–7.
- [79]. Trumble TE, Wagner W, Hanel DP, Vedder NB, Gilbert M. Intrafocal (Kapandji) pinning of distal radius fractures with and without external fixation. *J Hand Surg [Am]* 1998;23:381–94.
- [80]. Lenoble E, Dumontier C, Goutallier D, Apoil A. Fractures of the distal radius. A prospective comparison between trans–styloid and Kapandji fixations. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:562–7.
- [81]. Kaempffe FA, Wheeler DR, Peimer CA, Hvidsak KS, Ceravolo J, Senall J. Severe fractures of the distal radius: effect of amount and duration of external fixator distraction on outcome. *J Hand Surg [Am]* 1993;18:33–41.

- [82]. Catalano LW, Cole RJ, Gelberman RH, Evanoff BA, Gilula LA, Borelli J. Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1290-302.
- [83]. Bradway JK, Amadio PC, Cooney WP. Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:839-47.
- [84]. Fernandez DL, Geissler WB. Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:375-84.
- [85]. Fitoussi F, Ip WY, Chow SP. Treatment of displaced intra-articular fractures of the distal end of the radius with plates. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1303-12.
- [86]. Hove LM, Nilsen PT, Furnes O, Oulie HE, Solheim E, Mølster AO. Open reduction and internal fixation of displaced intraarticular fractures of the distal radius: 31 patients followed for 3-7 years. *Acta OrthopScand* 1997;68:59-63.
- [87]. Jakob M, Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal radius treated by internal fixation and early function. A prospective study of 73 consecutive patients. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82:340-4.
- [88]. Kazuteru D, Yasunori H, Ken O, Yukio A, Hisashi Y. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius: Arthroscopically assisted reduction compared with open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:1093-110.
- [89]. Missakian ML, Cooney WP, Amadio PC, Glidewell HL. Open reduction and internal fixation for distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 1992;17:745-55.



- [90]. Trumble TE, Schmitt SR, Vedder NB. Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 1994;19:325-40.
- [91]. Roux C, Rosset P, Laulan J. Fractures articulaires de l'extrémité inférieure du radius. 78 cas revus avec un recul minimum de 7 ans. *Ann Orthop Ouest* 2000;32:121-8.
- [92]. Rein S, Schikore H, Schneiders W, Amlang M, Zwipp H. Results of dorsal or volar plate fixation of AO type C3 distal radius fractures: a retrospective study. *J Hand Surg [Am]* 2007;32:954-61.
- [93]. Gliatis JD, Plessas SJ, Davis TR. Outcome of distal radial fractures in young adults. *J Hand Surg [Br]* 2000;25:535-43.
- [94]. Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P. Cartilage injuries in distal radial fractures. *Acta Orthop Scand* 2003;74:327-31.
- [95]. Field J, Warwick D, Bannister GC, Gibson AG. Pronostic lointain des fractures déplacées de Pouteau-Colles. Une revue prospective à 10 ans de recul. *Ann Orthop Ouest* 1994;26:97-8.
- [96]. Roux C, Rosset P, Laulan J. Fractures articulaires de l'extrémité inférieure du radius. 78 cas revus avec un recul minimum de 7 ans. *Ann Orthop Ouest* 2000;32:121-8.
- [97]. Catalano LW, Cole RJ, Gelberman RH, Evanoff BA, Gilula LA, Borelli J. Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1290-302.
- [98]. Kopilov P, Johnell O, Redlund-Johnell I, Bengner U. Fractures of the distal end of the radius in young adults: a 30-year follow-up. *J Hand Surg [Br]* 1993;18:45-9.

[99]. Goldfarb CA, Rudzki JR, Catalano LW, Hughes M, Borrelli J. Fifteen-year outcome of displaced intra-articular fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]* 2006;31:633-9.

[100]. Desmanet E.

L'ostéosynthèse par double embrochage souple. Traitement fonctionnelle des fracture de l'extrémité inférieure du radius une série de 130 cas.

*Ann chir main* 2005; 8: 193-206. 55.

[101]. Desmanet E.

Osteosynthesis of the radius by flexible double pinning: functional treatment of distal radial fracture in 130 consecutive cases. In: P. Saffar and W.P. Cooney III, Editors. *Fractures of the distal radius*.

London: Martin Dunitz 1995. P: 62-70.

[102]. Fikry T.

L'embrochage isoélastique de py dans le traitement des fractures du radius distal . *Trucs et astuces en chirurgie orthopédique et traumatologique tom7.2013*, 213-219.

[103]. Fikry T, Fadili M, Harfaoui A, Dkhissi M and Zryouil B.

Fractures métaphysaires du radius embrochage de Kapandji ou de Py. *Ann chir de la main et du membre supérieur* 1998; 17: 31-40.

[104]. MATHOULIN CH.

Les fractures articulaires récentes du quart inférieur du radius chez l'adulte, description, classification, traitement.

Conférence d'enseignement de la chirurgie de la main, monographie des annales de chirurgie de la main. Paris expansion française 1990 ;2 : 67-81.

[105]. Kapandji A I.

Les broches intrafocales à effet de réduction de type Arum dans l'ostéosynthèse des fractures du radius.

Ann chir Main 1991; 10: 138-45.

[106]. Pritt J, Rizzo M. The role of external fixation in the treatment of unstable distal radius fractures. Oper Tech Orthop 2009;19:60-4.

[107]. Obert L. Fixation of distal radius fractures in adults: a review. OrthopTraumatol Surg Res 2013;99:216-34.

[108]. Lin C, Sun J-S, Hou S-M. External fixation with or without supplementary intramedullary Kirschner wires in the treatment of distal radial fractures. Can J Surg 2004;47:431-7.

[109]. Walenkamp MM, Bentohami A, Beerekamp MS, Peters RW, van der Heiden R, Goslings JC, et al. Functional outcome in patients with unstable distal radius fractures, volar locking plate versus external fixation: a meta-analysis. Strat Trauma Limb Reconstr 2013;8:67-75.

[110]. w. Kate, Nellans, E. kowalski . kevin c, chung. The epidemiology of Distal Radius Fractures Section of plastic surgery . 2012.113-125.

[111]. Horii E, Ohmachi T, Nakamura R. The primary Sauvé-Kapandji procedure for treatment of comminuted distal radius and ulnar fractures. J Hand Surg [Br] 2005;30:60-6.