

Année 2023

Mémoire N°: MS099/23

## *Mémoire de fin d'études*

*Pour L'obtention du Diplôme National de*  
Spécialité Option: **CHIRURGIE**  
**TRAUMATOLOGIQUE ET ORTHOPEDIQUE**  
*Intitulé*

**LES FRACTURES DU RADIUS DISTAL A DEPLACEMENT  
POSTERIEUR : L'EMBROCHAGE PERCUTANE VERSUS  
PLAQUE PALMAIRE VEROUILLEE  
(A PROPOS DE 85 CAS)**

*Présenté par:*  
**Docteur Adil TAMDY**

*Sous la direction du:*  
**Professeur Bouchaib CHAFRY**

# Remerciements

- Professeur Mustapha Boussouga, Chef de pole de chirurgie orthopédique de l'HMIMV de Rabat.
- Professeur Bouchaïb Chafry, Chef de service de traumatologie et orthopédie 2 de l'HMIMV de Rabat.
- Professeur Salim Bouabid, Chef de Service de traumatologie et orthopédie 1 de l'HMIMV de rabat.
- Pr Berrada, Chef de Service de traumatologie et Orthopédie de l'Hôpital Avicenne derabat.
- Professeur Driss Benchebba, PES au service de traumatologie 2 de l'HMIMV.
- Professeur Benchekroune, PES au service de traumatologie 1 de l'HMIMV.
- Pr Omar Zadouk, PES au service de traumatologie 1 de l'HMIMV.
- Professeur Jalal Mekkaoui, Professeur Assistant au service de traumatologie de l'hôpital Avicenne.
- Professeur Boufetal, Professeur agrégé au service de traumatologie de l'hôpital Avicenne.
- Professeur Bassir, Professeur agrégé au service de traumatologie de l'hôpital Avicenne.

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Matériel et méthodes</b> .....	3
I. Matériel .....	4
1. Critères d'inclusion .....	4
2. Critères d'exclusion.....	4
II. Méthodes .....	4
<b>Résultats</b> .....	6
I. Étude épidémiologique .....	7
1. Âge.....	7
2. Sexe.....	8
3. Terrain.....	8
4. Types de traumatismes .....	9
5. Le mécanisme .....	10
II. Etude clinique et radiologique.....	11
1. Clinique.....	11
2. Radiologique.....	11
2.1 Radiographie standard.....	11
2.2 LaTomodensitométrie (TDM).....	11
III. Etude anatomo-pathologique .....	12
1. Latéralité .....	12
2. Le côté atteint .....	12
3. Type de fracture selon la classification de Frykman.....	12
4. Les lésions associées .....	13
IV. Modalités et techniques opératoires.....	14
1. Délai entre la traumatisme et le geste opératoire.....	14
2. Type d'anesthésie .....	14

3. Installation du patient .....	14
4. Voies d'abord .....	17
5. Type d'ostéosynthèse.....	17
6. Suites opératoires.....	18
7. La rééducation .....	18
V. Evolution et complications.....	19
VI. Analyse des résultats thérapeutiques .....	20
1. Recul .....	20
2. Critères d'évaluation des résultats.....	20
2.1 Résultat fonctionnels .....	20
2.2 Résultat radiologique.....	21
3. Résultats globaux.....	23
3.1 Résultat fonctionnels .....	23
3.2 Résultats radiologiques .....	23
4. Résultats selon le type de la fracture .....	24
5. Résultats selon le type d'ostéosynthèse utilisée .....	24
<b>Iconographie.....</b>	<b>25</b>
<b>Discussion .....</b>	<b>30</b>
I. Rappel anatomique et voie d'abord du poignet.....	31
1. Voies d'abord.....	31
2. Anatomie fonctionnelle du poignet .....	34
2.1. Les différents mouvements du poignet .....	34
2.2. Biomécanique articulaire.....	37
a. Conséquences des différents types de consolidation vicieuse .....	37
II. Classification .....	41
1. Classification deFRYKMAN .....	41
III. Traitement .....	42
1. Objectifs thérapeutiques .....	42
2. Moyens thérapeutiques .....	42

2.1 Traitements chirurgicaux : a- traitement par embrochage .....	42
a. Traitement par plaque vissée.....	46
2.2 La Rééducation.....	48
IV. Complications .....	50
1. Complications précoces.....	50
1.1 Complications cutanées.....	50
1.2 Complications nerveuses.....	50
1.3 Complications vasculaires.....	51
1.4 Complications secondaires.....	51
1.5 Déplacement secondaire.....	52
1.6 Algodystrophie.....	52
1.7 Complications tendineuses.....	52
1.8 Pseudarthroses.....	53
1.9 Infection.....	53
2. Complications tardives .....	53
2.1 Raideur du poignet .....	53
2.2 Syndrome du canal carpien .....	54
2.3 Complications liée au matériel d'ostéosynthèse .....	54
V. Données de la littérature.....	55
1. Epidémiologie.....	55
1.1. Répartition en fonction de l'âge.....	55
1.2 Répartition selon l'étiologie des traumatismes .....	55
2. Anatomopathologie.....	55
2.1 Côté atteint .....	55
2.2 Le mécanisme.....	56
2.3 Type de fracture .....	58
2.4 Lésions associées.....	58
a. Lésions osseuses.....	58
b. Lésions ligamentaires.....	58

c. Lésions vasculo-nerveuses, tendineuses et cutanées .....	59
3. Résultats.....	60
3.1 Résultats globaux .....	60
a. Résultats radiologiques .....	60
a.1 Les résultats selon le type de l'ostéosynthèse .....	61
b. Résultats fonctionnels .....	61
b.1 Green et O'Brien score en fonction de l'ostéosynthèse .....	61
b.2 Moyenne du score Quick Dash en fonction de l'ostéosynthèse .....	62
4. Evolution et Complications .....	62
4.1 Algodystrophie .....	62
4.2 Cal vicieux.....	63
4.3 Tendinite et rupture tendineuse .....	63
<b>Conclusion .....</b>	<b>64</b>
<b>Résumés .....</b>	<b>66</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>70</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>76</b>

# ***Introduction***

La fracture de l'extrémité inférieure du radius à bascule dorsale est très fréquente chez les femmes âgées ostéoporotique, arrivant au deuxième rang après les fractures de l'extrémité supérieure du fémur, elles peuvent également affecter des sujets jeunes et actifs. Ces fractures se caractérisent à la fois par une diversité anatomoclinique et une variabilité importante des options thérapeutiques.

Généralement, l'examen clinique combiné à des radiographies standard suffit à poser le diagnostic et à orienter l'approche thérapeutique. Les praticiens disposent d'un éventail de choix thérapeutiques, comprenant le traitement orthopédique, l'ostéosynthèse, les greffes osseuses et les substituts synthétiques.

Le traitement chirurgical a longtemps reposé sur l'embrochage intra-focal (par des broches de Kirchner), actuellement, l'avènement de la plaque palmaire verrouillée a complètement changé le devenir et l'évolution fonctionnelles de ses fractures, permettant ainsi une mobilisation plus précoce.

Cette étude a regroupé 85 patients, tous opérés. L'objectif était d'évaluer les résultats fonctionnels et de comparer entre l'embrochage percutané et la plaque palmaire verrouillée, en survolant les données de la littérature.

## **I. Matériel**

Cette étude rétrospective porte sur 85 cas de fractures de l'extrémité inférieure du radius traitées chirurgicalement au service de traumatologie II de l'Hôpital militaire Mohammed V à Rabat, entre novembre\_2019 et septembre 2022.

### **1. Critères d'inclusion :**

- Toutes les fractures du radius distal chez les adultes traitées chirurgicalement.

### **2. Critères d'exclusion :**

- Les fractures de l'extrémité inférieure du radius traitées par des méthodes orthopédiques.
- Les fractures ouvertes.
- Les fractures à bascule antérieure.
- La fracture en motte de beurre chez l'enfant ainsi que les décollement-épiphysaires.

## **II. Méthodes :**

Nous avons établi pour chaque patient une fiche :

- Age et sexe.
- L'historique médical et chirurgical .
- La fracture : son mécanisme.
- Le côté atteint et la prise en charge, ainsi que les motifs de consultation.
- Les complications immédiates et les lésions associées.
- Le type anatomopathologique selon la classification de Frykman.
- La technique chirurgicale utilisée.

- Le suivi postopératoire.

La récupération fonctionnelle a été évaluée par différents scores, le score de Green et O'Brien, les critères de bonne réduction ont été analysés sur les radiographies postopératoires ainsi que lors des contrôles.

# ***Résultats***

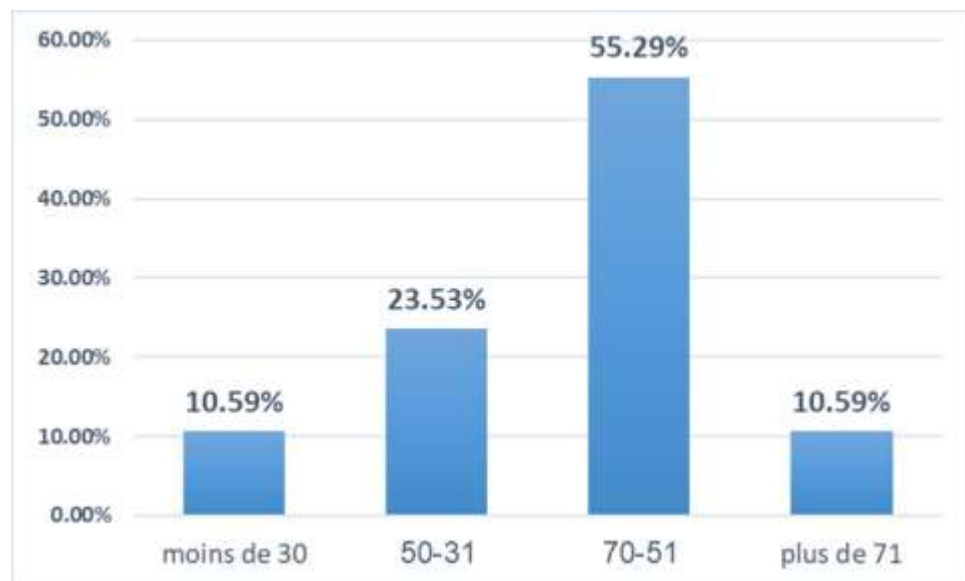
## I. Étude épidémiologique

### 1. Âge :

Dans notre population étudiée, l'âge des patients variait de 35 à 75 ans, avec une moyenne d'âge de 60 ans.

Neuf patients, soit 10,5% de notre échantillon, étaient âgés de moins de 30 ans.

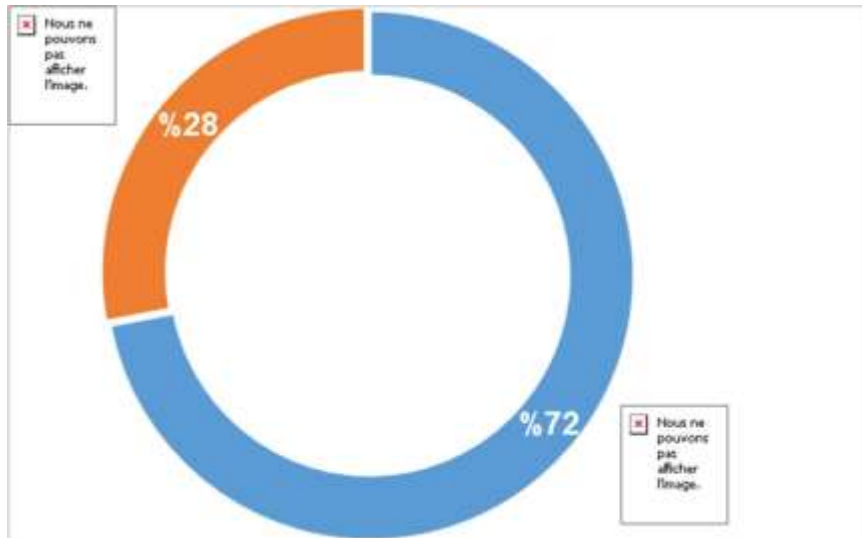
Vingt patients, soit 23,5%, étaient âgés entre 30 et 50 ans. Quarante-sept patients, soit 55,2%, étaient âgés entre 51 et 70 ans. Neuf patients, soit 10,5%, étaient âgés de plus de 71 ans.



Graphique 1: Répartition en fonction de l'âge

### 2. Sexe

Dans notre série composée de 85 cas, une prédominance féminine a été notée chez nos patients avec 71.76% des cas contre 28.24% chez les hommes.



**Graphique2 : répartition selon le sexe**

### **3. Terrain**

Nous avons marqué :

- ✓ Quinze patients qui présentaient un DT2
- ✓ Dix-sept patients suivis pour une HTA
- ✓ Un patient asthmatique.

### **4. Le traumatisme :**

La chute accidentelle ou accident domestique était la cause fréquente, par chute de hauteur avec réception sur la main, chute par maladresse dans 60% des cas, suivi par les accident de circulation.



**Graphique3 : répartition selon les circonstances de survenue**

### **5. Le mécanisme :**

Généralement, la fracture survient lors d'une chute sur le talon de la main avec le poignet en position d'extension. Il s'agit d'une compression-extension selon Castaing.

Inversement, il peut s'agir d'une compression-flexion, exclus de notre étude.

Sur les 85 patients, 51 d'entre eux (soit 60%) présentaient une fracture avec un mécanisme de compression-extension, tandis que 34 patients (soit 40%) avaient une fracture avec un mécanisme de compression-flexion.

## **II. Etude clinique et radiologique :**

### **1. Clinique**

La douleur et l'impotence fonctionnelle étaient trouvées chez la majorité de nos malades. Les signes physiques sont répartis selon le tableau suivant :

Signe clinique	Nombre de cas	Pourcentage
Déformation	56	65.88%
Overture cutanée	0	0%
Lésions vasculo-nerveuses	0	0%

**Tableau 1: répartition selon les signes cliniques**

## **2. Radiologique :**

### **2.1 Imagerie standard:**

Constitue le début de la prise en charge du patient, après immobilisation dans une attelle à visée antalgique, nous avons réalisée des incidences radiographiques de face et de profil strict pour tous nos patients, avec radiographie du coude associée dans le cadre d'un traumatisme étagé du membre supérieur.

En fonction du besoin et du mécanisme, nous avons complété par des radiographies des membres atteints, ainsi que le poumon et le rachis cervical.

### **2.2 La Tomodensitométrie (TDM)**

Le recours au scanner se fait surtout dans les fractures comminutives pour évaluation et planification chirurgicale si la radiographie n'est pas concluante.

Avec éventuellement une reconstruction 3 dimensions pour une meilleure analyse.

## **III. Etude anatomo-pathologique :**

### **1. Latéralité :**

La plupart de nos malades étaient des droitiers (82.3%), avec 15 cas qui étaient gauchers (17.6%).

### **2. Le membre dominant :**

Le côté non dominant était atteint dans 35.3% des cas, le reste concernait le membre dominant, à savoir le côté droit dans notre étude.

### **3. Stadification de la fracture :**

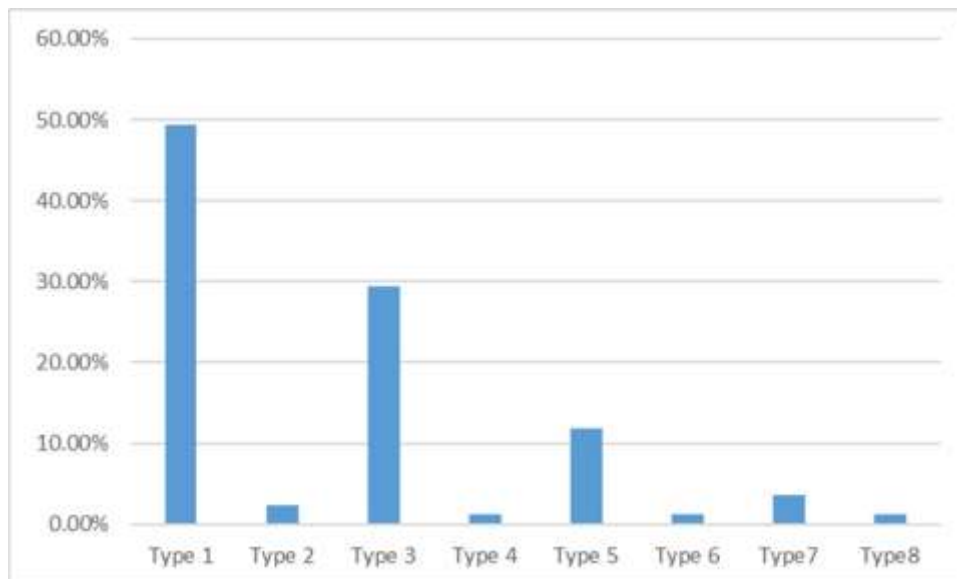
Nombreuses sont les classifications, nous utilisons en pratique cette

de Castaing et de Frykman. Reposant sur le mécanisme, le déplacement, la nature du trait et la comminution.

stade	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Stade 5	Stade 6	Stade 7	Stade 8
patients	42	2	25	1	10	1	3	1
statistiques	49,41%	2,35%	29,41%	1,18%	11,76%	1,18%	3,53%	1,18%

**Tableau 2: répartition selon le type fracturaire selon Frykman**

Nous avons une prédominance des fractures de Type1 avec 42 cas, soit 49.41%, suivies des fractures de type 3 dans 25 cas et type 5 dans 10 cas, , les fractures type 7 avec 3 cas soit 3.53%, enfin 1 fracture classée type 8 selon Frykman.



**Graphique 4 : Répartition selon le type fracturaire selon la classification de Frykman**

#### **4. Les lésions associées :**

18 de nos cas ne présentaient pas une fracture du poignet isolée, en effet,

elle était associée dans 21.17% à d'autres lésions, d'ordre et de gravité différente.

➤ Lésions du même poignet :

- Fracture de la styloïde ulnaire : 6 cas soit 7% des cas
- luxation du Lunatum: 1 cas soit 1.1%

➤ Lésions à distance :

- Poly traumatisme : 3.5%
- Fracture du massif trochantérien : 2.3%
- Traumatisme crânien : 1.1%
- Fracture bimalléolaire : 1.1 %.
- Aucune lésion vasculaire ou nerveuse du membre atteint n'a été trouvée dans notre étude.

#### **IV. Modalités et techniques opératoires :**

##### **1. Délai de prise en charge:**

L'intervalle entre admission et geste chirurgical était :

- Inférieur à 48 heures dans 70 cas soit 82.35 %.
- Supérieur à 48 heures dans 15 cas soit 17.64%

##### **2. Type d'anesthésie :**

8 De nos patients ont subi une anesthésie générale. 77 ont subi une ALR

##### **3. Installation du patient :**

La procédure chirurgicale se déroule de la manière suivante :

- Le patient est positionné en décubitus dorsal, avec l'avant-bras reposant sur une tablette transparente aux rayons X pour les membres supérieurs. Après

réalisation d'un badigeonnage et champage soigneux, on procède au gonflement du garrot préalablement mis en place.

- Le garrot pneumatique est gonflé à 250mmhg, il faut toujours veillez à noter le temps de garrot. Classiquement, dans l'embrochage percutané certains auteurs ne l'utilisent pas, mais mieux vaut le garder en place par mesure de sécurité.
- En général, une antibioprofylaxie de 48h.
- L'utilisation d'un ampli est primordiale si l'option choisie est un embrochage à foyer fermé. Cela permet de vérifier la réduction obtenue et facilite l'identification de la ligne de fracture. L'amplificateur de brillance est également utile pour obtenir des images de contrôle, y compris lors de l'utilisation d'une ostéosynthèse par plaque simple.



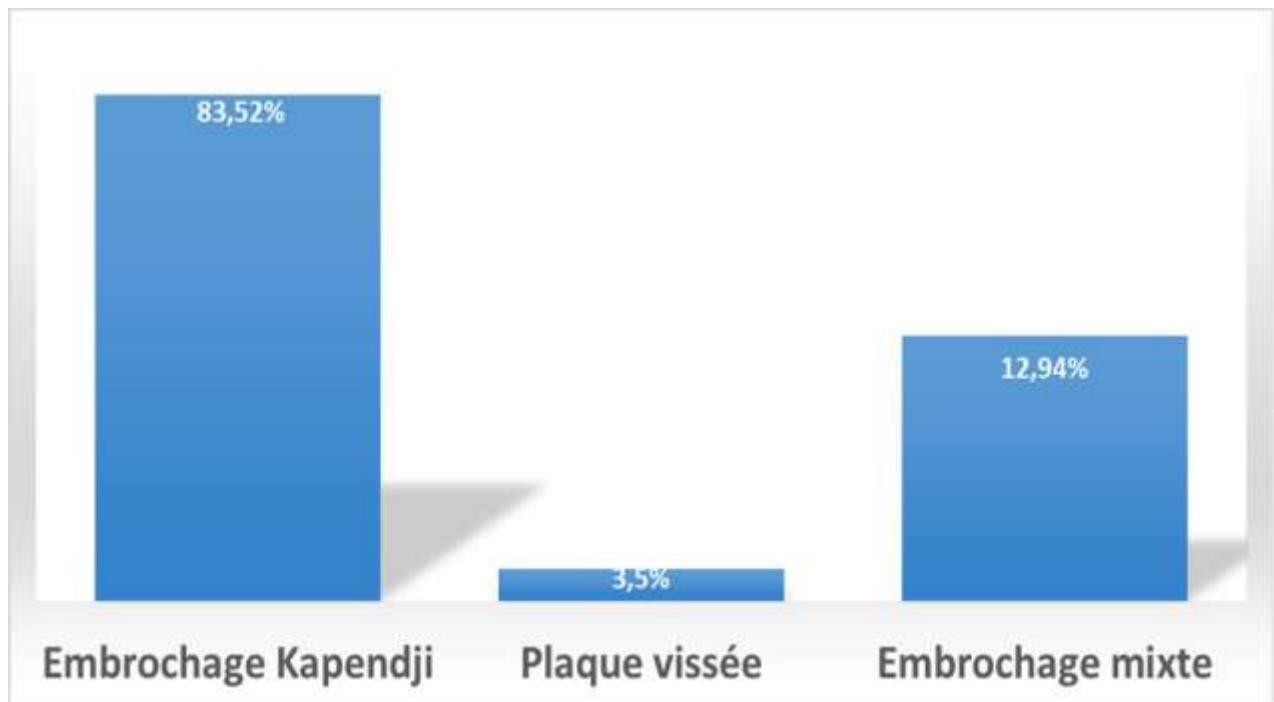
#### 4. Voies d'abord :

- La voie d'abord réalisée était la voie antérieure de Henry, chez 3 patients.

#### 5. Moyens de fixations :

Dans notre série, toutes les indications étaient chirurgicales, le plus souvent nous avons eu recours à l'embrochage percutané comme à l'accoutumée de notre service. L'indication chirurgicale se faisait après bilan radiologique et classification de la fracture et accord de l'anesthésiste.

Type d'ostéosynthèse	Nombre de cas	Pourcentage
Embrochage Kapandji	71	83.52%
Embrochage mixte	11	12.94%
Plaque vissée	3	3.5%



Graphique 5 : techniques utilisées

## **6. Postopératoire immédiat :**

Les patients traités par embrochage percutané ont tous bénéficié d'une immobilisation plâtrée, en fonction du montage, on a préconisé de faire un plâtre BABP en cas de fracture complexe avec un montage plus ou moins instable, une manchette plâtrée pour les fractures de Colles typique ayant bénéficié d'un embrochage. La durée était de 45 jours.

Pour les patients de notre série traités par plaque palmaire verrouillées, l'immobilisation faite par simple orthèse articulée du poignet, ne dépassant pas 3 semaines.

La radiographie faite systématiquement à la sortie du patient du bloc, il est mis sous traitement antalgique et antibioprophylaxie de 48 heures.

La sortie se fait dès de lendemain matin.

## **7. La mobilisation et la rééducation fonctionnelle :**

Le protocole de rééducation fonctionnelle varie selon la nature du montage, en effet, les patients ayant bénéficié d'une plaque palmaire verrouillée ont débuté une mobilisation quasi-immédiate en postopératoire.

Par ailleurs, les patients qui ont bénéficié d'un embrochage ne commencent la mobilisation qu'après 45 jours, celle-ci est le plus souvent gênée par la présence des broches, une ablation du matériel est donc faite à l'ablation du plâtre.

La récupération fonctionnelle repose surtout sur la récupération de la flexion-extension, le renforcement musculaire et la récupération progressive de la force de serrage et de la pronosupination.

## **V. Évolution:**

La consolidation d'une fracture du radius distal se fait habituellement en 6 semaines. La plupart de nos patients ont consolidé au cours cette durée.

• Cal vicieux : La consolidation de la fracture peut se faire en mauvaise position : on parle alors de “cal vicieux”. Ceci a été observé chez 5 de nos patients, ils ont été hospitalisés à froid pour une chirurgie programmée, ils ont bénéficié d’une ostéotomie et d’une fixation par plaque antérieure. Nous avons également noté un nombre important de syndrome douloureux régional d’environ 34%. Se traduisant par des douleurs du poignet avec limitation des amplitudes.

## VI. Analyse des résultats thérapeutiques :

### 1. Recul:

Le suivi complet n’a pu être fait pour tous les malades malheureusement, le recul variait entre 6 mois à 18 mois avec une moyenne de 12 mois.

### 2. Critères d’évaluation des résultats :

Nous avons évalué nos malades selon des critères fonctionnels (score de Green et O’Brien), Quick Dash et à l’imagerie.

#### 2.1 La fonction :

Green et O’Brien Score permet d’évaluer la flexion-extension du poignet ainsi que l’inclinaison radiale et ulnaire, la douleur ainsi que le serrage. L’ensemble de ses facteurs est calculé et traduit sous forme de tableau.

Douleur	ère + au repos	Modérée, activité réduite pas de douleur au repos	Modérée, régulière, pas de diminution d'activité	Légère occasionnelle	Absente
Mobilité	< 40°	40-69%	70-99°	100-140°	>140°
rce/côté oppose	< 25%	25-49%	50-74%	75-90%	Normale

Activité	Impotence fonctionnelle	Modification d'habitudes	limitée	Plus ou moins conservée	conservée
Score	0	10	15	20	25

**Tableau 4 : Score de O'Brien**

(90 : excellent ; 75-89 : bon ; 60-74 : moyen ; <60 : médiocre)

Le Quick Dash score, permet d'évaluer la fonctionnalité chez les individus souffrant de troubles musculo- squelettiques du membre supérieur.

Les valeurs attribuées à chaque questionnaire rempli sont simplement additionnées, grâce à un calculateur en ligne, on arrive à transformer ces résultats. Cette transformation est effectuée afin de faciliter la comparaison du score avec d'autres mesures échelonnées de 0 à 100. Un score plus élevé indique une plus grande invalidité.

## 2.2 Résultat radiologique :

Tous nos patients ont bénéficié de radiographies du poignet opéré en position face et profil, effectuées au bloc opératoire sous amplificateur de brillance et à la sortie du bloc opératoire.

Pour l'évaluation, nous avons analysé les paramètres suivants sur la radiographie de face :

- L'inclinaison médiale de la glène, de 25 degrés environ, oscillait entre 14° et 30°.
- L'index radio-ulnaire distal, était de 1 mm, avec une variation de -2 mm ; 5 mm.
- La présence d'une marche d'escalier articulaire, observée chez 6 patients, soit 6,5% de notre population, sur les radiographies de face postopératoires.

Sur la radiographie de profil, nous avons analysé les paramètres suivants :

- L'angle d'inclinaison radiale, qui variait entre -3° et 10°, avec une valeur

moyenne de 4,8°.

- La présence d'une marche d'escalier articulaire, observée chez 6 patients, soit 6,5% de notre population, sur les radiographies de profil postopératoires.

Ces paramètres radiologiques ont été regroupés dans un tableau afin de faciliter une meilleure évaluation.

Critères d'évaluation	Bascule frontale	Bascule sagittale	Index RUD	Marche d'escaliers
Excellent	≥ à 23°	3° à 15°	≥ à 2mm	Absente
Bon	19° à 22°	2° à -5°	0 à 2mm	Absente
Moyen	15° à 18°	-6° à -10°	0 à -2mm	0-2mm
Mauvais	≤ à 15°	≤ à -10°	≤ à -2mm	≥ à 2mm

**Tableau 5 : Paramètres radiologique du poignet**

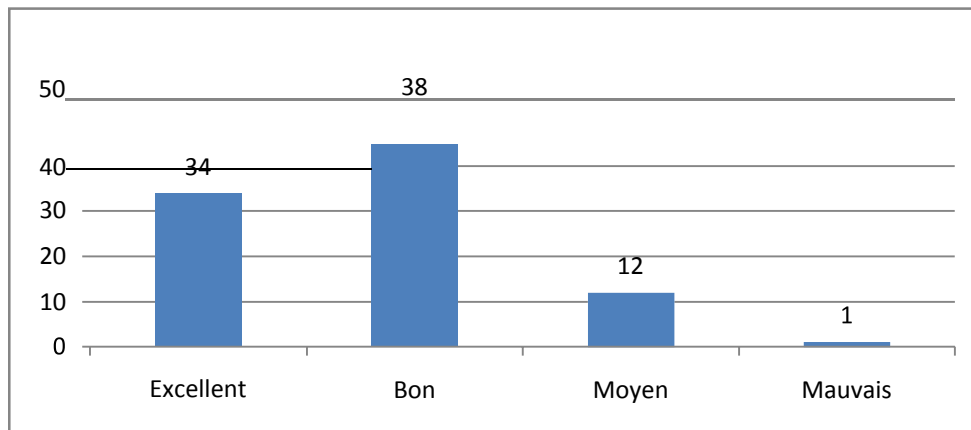
### **3. Résultats globaux :**

#### **3.1 fonctionnels :**

Les résultats ont été évalués par différents score fonctionnels, reposant sur les critères tel que la douleur, la flexion-extension du poignet, la force de serrage et la reprise des activité quotidiennes.

Ils étaient dans la grande majorité des cas très bons, avec un retour à la vie quotidienne normale vers 12-13 mois.

### 3.2 radiologiques :



Graphique 6 : résultats radiologiques globaux du traitement

### 4. Résultats selon le type d'ostéosynthèse utilisée :

La fixation	Très bon	Satisfaisant	Acceptable	Moins bon
Kapendji	35	31	3	2
Plaque vissée	3			0
Embrogemixte	5	3	3	0

Tableau 6 : Les résultats selon le type d'ostéosynthèse

# ***Iconographie***



**Iconographie 1: Fracture de Colles selon Castaing**



**Iconographie 2**

**Embrogement mixte pour fracture de colles**



**Iconographie 3 : Matériel nécessaire pour réaliser un embrochage d'une fracture de l'extrémité inférieure du radius.**



**iconographie 4 : Radiographie du poignet de profil radiographie du poignet de face**



**(iconographie 5) fracture traitée par Embrochage**



**Iconographie 6**

**Ostéosynthèse par plaque palmaire verrouillée**



**Iconographie 7**

**Fracture traitée par Plaque palmaire verrouillée**

# ***Discussion***

## **I. Anatomie chirurgicale et voies d'abord du poignet :**

L'articulation du poignet est la zone de transition entre l'avant-bras et la main, très sollicitée et superficielle, et donc exposée aux traumatismes. L'épiphyse radiale est une éminence osseuse, volumineuse, ayant la forme, d'une pyramide quadrangulaire, spongieuse.

La corticale antérieure est plus épaisse que la postérieure, ce qui explique la comminution postérieure dans les fractures.

Le poignet est formé de deux articulations, de haut en bas :

- L'articulation radio-ulnaire distale : formée par la cavité sigmoïde du radius, où vient se loger la tête ulnaire, cette articulation est tapissée d'une capsule articulaire, avec des ligaments antérieurs et postérieurs, et le ligament triangulaire dont la base se fixe sur la partie inférieure de la cavité sigmoïde radiale, et le sommet sur l'apophyse styloïde ulnaire.

Ces éléments participent à la stabilité de cette articulation, dont la participation à la prono supination passe par le respect des éléments suscités.

- L'articulation radio-carpienne : formée par la glène radiale et le condyle carpien ( extrémité supérieure du scaphoïde, du lunatum et une partie du triquetrum), tapissée par la capsule articulaire, qui est un prolongement de l'articulation radio ulnaire distale, la stabilité est assurée par des ligaments antérieurs et postérieurs, et surtout par les ligaments collatéraux, radial qui se fixe sur la styloïde radiale et le tubercule du scaphoïde, et ulnaire qui est moins épais et plus long que le précédent, se divisant en 2 faisceaux, un faisceau antérieur qui prend attache sur l'os pisiforme, et un faisceau postérieur qui prend attache sur le triquetrum. La participation de cette articulation dans la flexion- extension passe par le respect de l'orientation de la glène qui regarde 10 degrés en avant et

25 degrés en dedans.

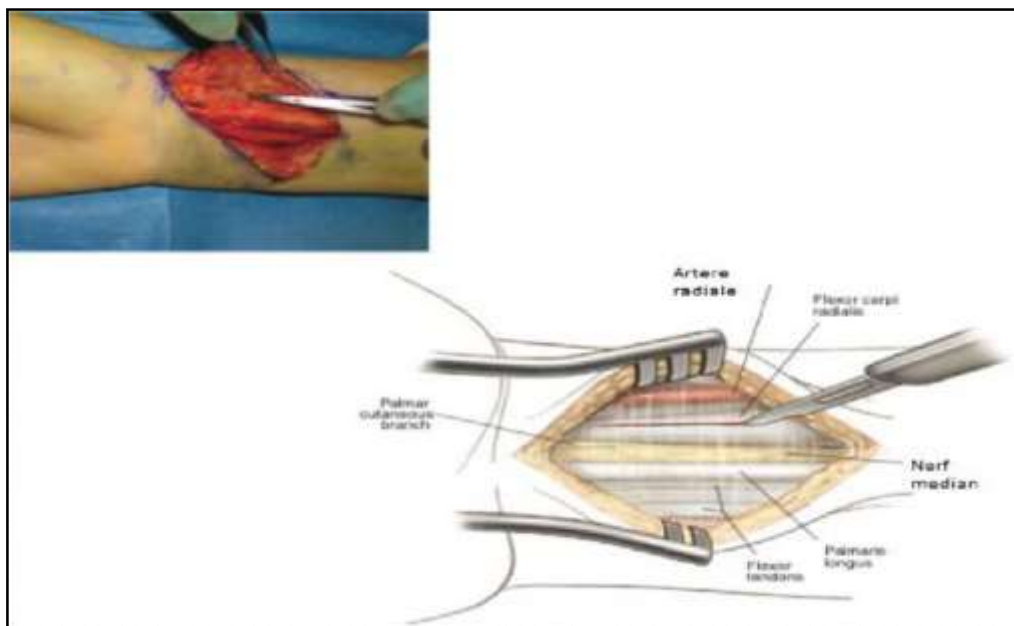
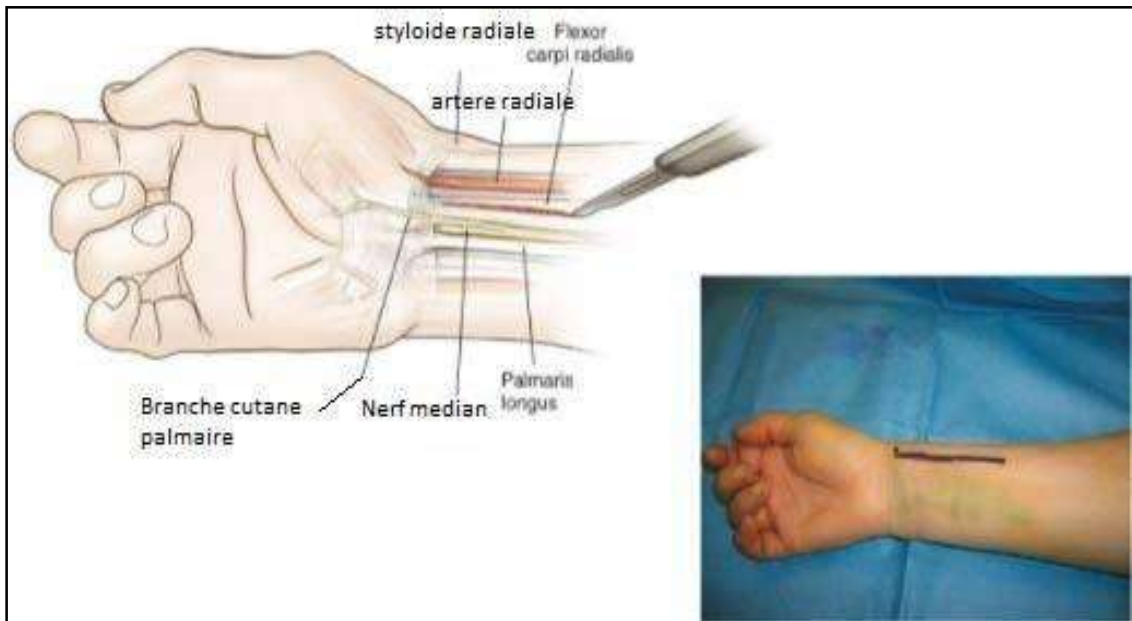
Ces éléments doivent être pris en considération dans le traitement chirurgical du radius distal pour le respect des amplitudes articulaires.

Au niveau de la face antérieure du poignet, les éléments capsulo ligamentaires sus cités forment un gouttière carpienne, fermée en avant par le ligament annulaire antérieur du carpe, celui-ci se fixe en dehors sur le tubercule du scaphoïde et sur le trapèze , et en dedans sur l'hamatum et le pisiforme, formant ainsi un véritable canal carpien par où passe le nerf médian, ce qui explique la possibilité de compression de ce dernier dans les déplacements lors des fractures, mais également en cas de cal vicieux entraînant un syndrome du canal carpien.

Au n niveau de la face dorsale, du poignet, le ligament annulaire dorsal du carpe envoie des prolongements délimitant ainsi 6 groupes par où passent les différents tendons, de dehors en dedans : le tendon long extenseur du pouce par le 3eme groupe, ce qui explique la possibilité de la lésion lors du passage de la broche dorsale ou lors de l'AMO, à ce niveau il faudra faire attention à la branche sensitive du nerf radial.

Au niveau de la gouttière du pouls passe l'artère radiale en dedans du tendon du brachio-radial et en dehors du fléchisseur radial du carpe, celle-ci se coude au niveau de la styloïde radiale, passe dans la tabatière anatomique et sous le long abducteur et court extenseur du pouce, donnant des rameaux pour le premier espace inter osseux pour le pouce et pour le carpe.

L'ostéosynthèse du radius doit respecter les impératifs sus cités, pour obéir aux principes de la manivelle de Kapandji, à savoir assurer une bonne longueur du radius, une intégrité de la membrane inter osseuse et une intégrité de l'articulation radio ulnaire distale, garante de la conservation de la pronosupination.



Les voies d'abord du poignet sont multiples, nous nous intéresseront à la voie d'abord antéro latérale, appelée également la voie de Henry.

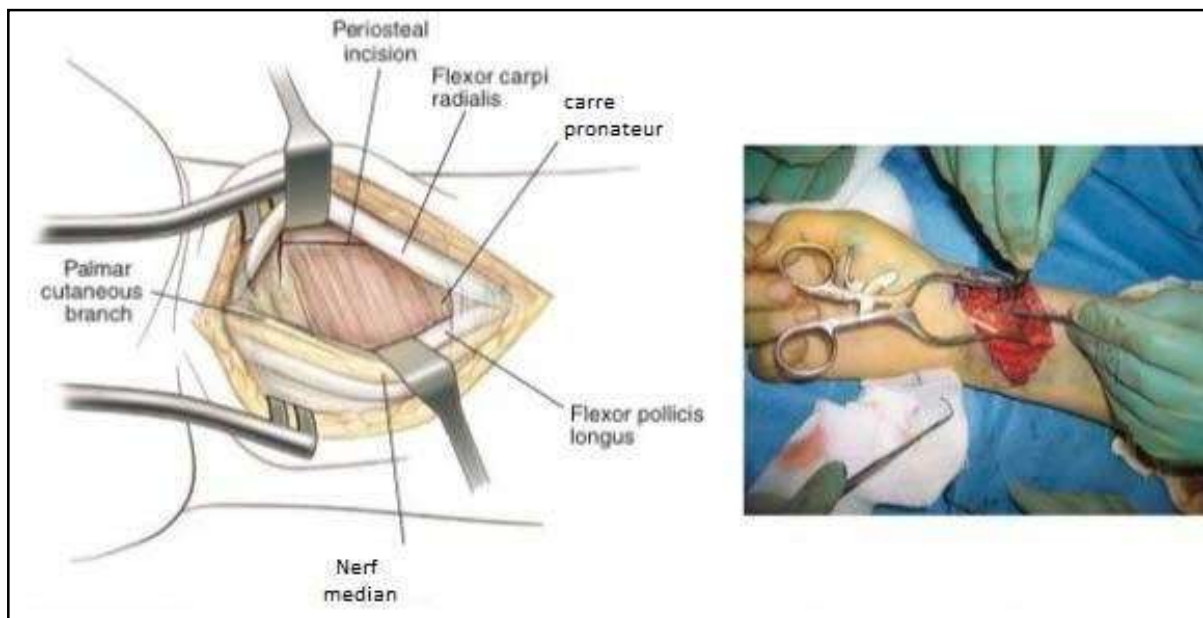
L'installation du malade se fait en décubitus dorsal, avant-bras sur tablette en supination, garrot pneumatique à la racine du membre supérieur qui sera gonflé à 250 mm Hg après badigeonnage et champage soigneux, sans oublier de noter le temps de garrot.

L'incision est verticale, centrée sur la gouttière du pouls, au niveau du pli de flexion palmaire, elle est décrochée en dedans ; pour ne pas léser la branche

sensitive du nerf radial, ensuite elle suit le pli de la loge thérienne sur 1 ou 2 cm su besoin d'aborder le scaphoïde également.

Ensuite ouverture de l'aponévrose superficielle et on passe entre le long supinateur en dehors et le fléchisseur radial du carpe en dedans. Le pédicule radial est récliné en dehors. On arrive alors au carré pronateur qui est dés inséré, et on a une bonne vue sur le radius distal. Apres ostéosynthèse, la fermeture est en réinsertion du carré pronateur, fermeture de l'aponévrose, du plan sous cutané et cutané sur drain aspiratif.

Une immobilisation post opératoire par une simple orthèse d'immobilisation du poignet.



## II. Classification :

### 1. Classification de Castaing :

On distingue 2 types :

- Les fractures par compression –extension à déplacement postérieur, les plus fréquentes (90 %)
  - Les fractures extra-articulaires : Pouteau Colles située a 2 cm au-dessus de l'interligne articulaire radio- carpienne,
  - Les fractures articulaires :
    - Simples : marginales postérieurs ou cunéennes externes
    - Complexes : en T sagittal, en V, en Y

- Les fractures par compression-flexion a déplacement antérieur :
  - Les fractures extra articulaires : fracture de Goyran Smith
  - Les fractures articulaires :
    - Simples : Marginales antérieures
    - Complexes : en T, en Y
- Association de la fracture de l'extrémité distale du radius et celle de la styloïde ulnaire constitue la fracture de Gerrard Marchand

### **III. Traitement :**

#### **1. But :**

**l'objectif du traitement est de recouvrer un poignet stable, mobile et indolore.**

**Le rétablissement de l'antéversion antérieure et interne de la glène, ainsi que de l'index radio-ulnaire.**

**La stabilité du montage est garante d'une récupération fonctionnelle rapide et donc d'un retour précoce aux activités quotidiennes.**

#### **2. Moyens :**

##### **2.1 Traitements chirurgicaux :** **a- l'embrochage percutané :**

le traitement chirurgical par embrochage percutané est une technique peu invasive, dont l'objectif est de stabiliser le foyer de fracture par des broches en acier de Kirchner.

Il s'agit d'une technique simple, en apparence, son avantage est de réduire le temps opératoire, diminuer le risque d'infection surtout chez les sujets âgés dont le risque anesthésique est élevé au score ASA.

Plusieurs techniques sont décrites, bien évidemment en fonction du type de fracture, on distingue principalement la technique d'embrochage intra-focale de

type Kapendji, anciennement et largement utilisée par les orthopédistes dans les fractures extra-articulaires de type Pouteau-Colles, elle consiste tout d'abord en une réduction du déplacement externe par une broche intra-focale, qui sera inclinée à 45 degré, ensuite une réduction du déplacement postérieur, par deux broches intra-focales, introduites au niveau de la face dorsale du poignet. Ceci sera suivi d'une immobilisation postopératoire en raison de l'instabilité du montage.

On distingue également l'embrochage mixte dit de « Castaing » associant des broches intra-focales et des broches trans-styloidiennes ou parfois une broche sous chondrale pour simplifier une fracture articulaire.

Il est considéré comme étant une technique simple, cependant, c'est une technique d'apprentissage, rigoureuse, le risque est l'atteinte des extenseurs par voie dorsale et notamment le long extenseur du pouce ( décrit dans certaines études), il existe aussi un risque de lésion de la branche sensitive du nerf radial. La non maîtrise de cette technique peut parfois entraîner une lésion du nerf median en cas de passage de la broche au niveau antérieur du poignet.

Ajouter à cela, la réduction anatomique n'est pas parfaite, les critères de bonne réduction du poignet ne sont pas respecté, du moins pas toujours, à savoir, l'index radio-ulnaire distal de 2mm, l'inclinaison radial de 25 degré et l'antéversion de la glène de 10-15 degré.

La récupération fonctionnelle n'est pas rapide du fait de l'immobilisation plâtrée de 45 jours, ce qui retarde la rééducation fonctionnelle, celle-ci sera encore plus gênée par la présences de broches, entraînant ainsi une raideur du poignet, un syndrome douloureux régional ( ou syndrome algoneurodystrophique).

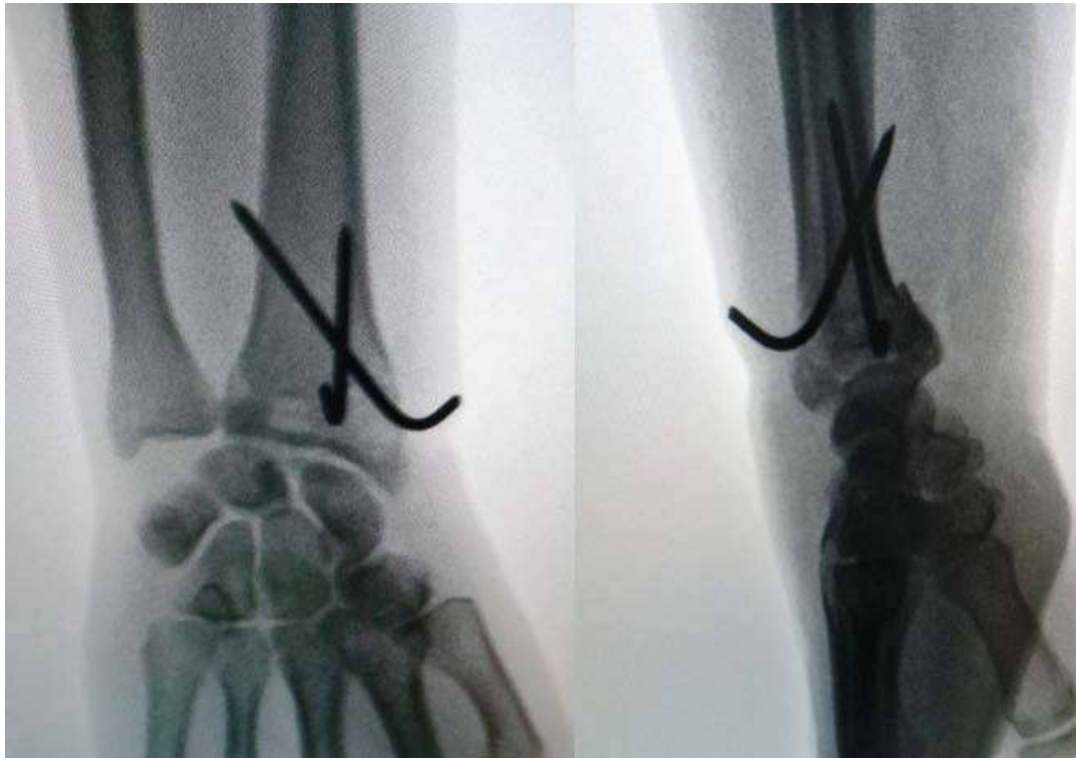
Huard et son équipe ont réalisé une étude randomisée, il relate l'ensembles de

ses complications, trouvée également dans notre études, l'étude de Wiliksen aux USA, randomisée, sur plus de 400 patients, a démontré la faible fiabilité de l'embrochage comme moyen de stabilité. Ils ont noté également un fort taux de déplacement secondaire et de migration des broches, imposant une reprise chirurgicale qui peut parfois être difficile en fonction du terrain .

Le taux de cal vicieux est élevée dans notre étude ainsi que dans les deux études sus-citées. Il s'agit d'une consolidation en position vicieuse, dont le risque principale dans cette région est la compression antérieure du nerf médian source du syndrome du canal carpien.



**Figure 4 : embrochage styloïdien**



**Figure 5 : fracture de Pouteau Colles avec comminution  
postérieure traitée parembrochage  
deKapandji**

**b-l'ostéosynthèse à foyer ouvert :**

le traitement chirurgical à foyer ouvert est le gold-standard, actuellement, plusieurs écoles utilisent de plus en plus la plaque palmaire verrouillée, par voie d'abord antérieure de Henry.

La voie d'abord de Henry est une voie antéro-externe du poignet, le risque est la lésion du pédicule radial, mais la bonne connaissance de l'anatomie de la région permet de l'éviter. C'est une voie d'apprentissage certe, rigoureuse, mais elle permet d'éviter de léser les tendons extenseurs au niveau de la région postérieure, loin des tendons fléchisseurs et surtout il s'agit d'une voie anatomique.

Elle permet une bonne visualisation du foyer de fracture.

L'avantage de la plaque palmaire verrouillée est tout d'abord d'avoir une réduction anatomique du foyer de fracture, elle ne sera pas gênée par la comminution du mûr postérieur, qui n'aura nullement besoin de greffe.

De plus, elle permet une bonne stabilisation du foyer de fracture grâce à sa bonne tenue osseuse. Ce qui explique le début de la rééducation fonctionnelle quasi-immédiate et donc une récupération fonctionnelle plus rapide.

L'immobilisation postopératoire repose sur une simple orthèse du poignet, qui ne dépassera pas 1 mois.

L'étude de Huard a démontré la supériorité de la plaque palmaire verrouillée par rapport à l'embrochage percutané. Avec moins de complications, la récupération fonctionnelle est complète, rapide et un retour aux activités quotidiennes précoces.

L'utilisation de broches n'est plus d'actualité, en raison de l'intabilité du montage comme nous avons décrit auparavant, la méta-analyse de Wiliksen,

portée sur 134 patients, traités par la plaque palmaire verrouillée, montre non seulement la supériorité de la plaque, également la simplicités des suites postopératoires.

L'hospitalisation est courte, seulement de 24 heures, les patients sont revu à 3 semaines, ensuite à 2 mois ensuite à 3 mois et après tous les 6 mois pendant deux ans.

Il est vrai que certains auteurs ont rapporté de montage avec des broches ayant récupéré sur le plan fonctionnelle d'une façon satisfaisante, mais la différence était le temps de récupération dont l'intervalle était selon Wiliksen de 1 an, ce qui n'est pas négligeable compte tenu d'une population qui est de plus en plus active.



**Figure 6 : plaque antérieure.**

#### **IV. Complications:**

## **1. Précoces:**

### **1.1 cutanées:**

les fractures de l'extrémité distale du radius à déplacement postérieur sont très rarement ouvertes, on peut trouver parfois juste des contusions.

Le risque en cas d'embrochage percutané est l'infection superficielle de la peau, liée au conflit avec le broches saillantes en sous-cutané, il s'agit d'une infection bénigne, spontanément résolutive après ablation de broches.

### **1.2 nerveuses:**

la région du poignet comporte trois nerfs, leur atteinte peut être soit liée au traumatisme ou liée au geste chirurgical (Alnot (64), Kozin et Wood (65)).

En l'absence de geste chirurgical, l'hématome fracturaire ou le déplacement peut entraîner une compression du canal carpien. Le nerf median chemine dans ce dernier, ce qui explique les paresthésies décrites par le patient lors du contrôle traduisant un syndrome du canal carpien. Selon Kozin et Wood (65), la fréquence de son atteinte varie de 0,2 à 79%.

- Le traitement percutané, par les broches de Kirchner peut entraîner la lésion de la branche sensitive du nerf radial, selon [Camelot et Lemoine (67)], Piriou et Judet (66) le risque est nul, contrairement à notre étude.

- En revanche et parallèlement à notre étude, [Kozin et Wood (65), Kuntz et Draoui (68)] décrivent un risque non négligeable. Mais, l'atteinte peut être à type d'hypoesthésie, elle peut être transitoire ou alors un névrome, plus rarement une section complète, le type de lésion a bien été décrit par [Kozin et Wood (65), Kuntz et Draoui (68), Kirchner et al.].

### **1.3 Vasculaires :**

L'atteinte vasculaire est très rare, le risque majeur est dans la voie antérieure de Henry, où le pédicule radial chemine entre le long supinateur et le fléchisseur radial du carpe en dedans.

#### **1.4 Déplacement secondaire:**

Le déplacement secondaire est fréquent dans les fractures traitées orthopédiquement, également dans les fractures traitées par embrochage percutané, on peut avoir un démontage ou un débricolage du matériel avec un déplacement fracturaire, d'où la nécessité d'un montage stable et solide.

#### **1.5 Le syndrome douloureux régional:**

L'algodystrophie est une complication fréquente, d'autant plus si l'immobilisation est prolongée et la rééducation fonctionnelle retardée. On note une douleur régionale associées à une raideur des doigts.

La prévention repose essentiellement sur la mobilisation précoce et le traitement est médical, par les AINS et la calcitonine.

#### **1.6 Tendineuses:**

Le tendon en question est surtout le long extenseur du pouce, qui peut être lésé lors de l'embrochage percutané, d'où la nécessité lors de l'incision cutané, qu'elle ne soit pas profonde et surtout une bonne dissection à l'aide d'une pince Halsted pour écarter le tendon avant la mise en place de la broche. Certains auteurs préconisent de faire passer la broche entre les deux pinces.

#### **1.7 Pseudarthroses:**

L'absence de consolidation au niveau de cette région métaphysaire, spongieuse est très rare, en raison de sa bonne vascularisation, il s'agit plus de cal vicieux.

#### **1.8 Infection:**

aucun sepsis sur matériel n'a été noté dans notre travail, la revue de la littérature rapporte de rares cas d'infection sur plaque mais il s'agit plus d'infection superficielles.

## **2- Complications tardives:**

### **2-1-Cal vicieux :**

Il s'agit d'une complication très fréquente, liée à une mauvaise réduction anatomique et donc à une consolidation en position vicieuse, entraînant une déformation du poignet, une douleur locale surtout lors de l'effort et le port de charge partiellement lourde, mais en général, il est souvent bien toléré dans cet articulation non portante, il peut comme déjà sus-cité, être source d'un syndrome du canal carpien par compression, d'une déformation inesthétique et d'une perte de la force du poignet par mauvaise répartition des charges.

### **2-2-Raideur du poignet:**

L'un des inconvénients principaux du traitement orthopédique de ses fractures ainsi que du traitement par embrochage percutané, ceci est lié à l'immobilisation prolongée du poignet, associé à un syndrome algoneurodystrophique. Sa prise en charge est longue, contraignante, reposant sur le traitement médical par AINS et calcitonine et une rééducation fonctionnelle prolongée avec persistance d'une douleur résiduelle ainsi que d'une limitation de la flexion palmaire du poignet, d'autant plus que l'antéversion de la glène n'est pas respectée.

### **2-3-Syndrome du canal carpien:**

Il s'agit de la compression du nerf median dans le canal carpien, pouvant nécessiter parfois une décompression chirurgicale soit par voie endoscopique ou par voie antérieure.

## **3-Complications liée au matériel d'ostéosynthèse :**

Les broches de Kirchner peuvent entraîner des lésions tendineuses, neurologiques et cutanées, elles gênent également la flexion extension lors de la rééducation fonctionnelle.

Dans notre série on ne retrouve pas de complications liées à la plaque palmaire

verrouillée.

## **V. Données de la littérature :**

### **1. Sur le plan épidémiologique:**

#### **1.1. Selon l'âge:**

DESMANET (72), DELAITRE (73), LECESTRE (74) et PEYROUX (75), décrivent une prédominance des sujet âgés ostéoporotiques. Une prédominance féminine. La moyenne d'âge dans notre étude se rapproche de celle de Y.MOUSSAID, M.GUENBDAR (92). Pour la population jeune, ses fractures sont le plus souvent liées à un accident de voie publique (haute énergie cinétique).

#### **1.2 Selon la nature du traumatisme :**

LECESTRE (74) et PEYROUX(75) décrivent le mécanisme le plus fréquent qui est la chute de hauteur avec réception sur la main, poignet en extension, il s'agit de fractures en compression extension (les plus fréquentes).

### **2. Sur le plan anatomopathologique :**

#### **2.1 Poignet atteint :**

Les données de notre études rejoignent celles de Judet(66) avec 60.5% et Flisch(76)avec 59% et F.OUTMANI qui a trouvé56%.

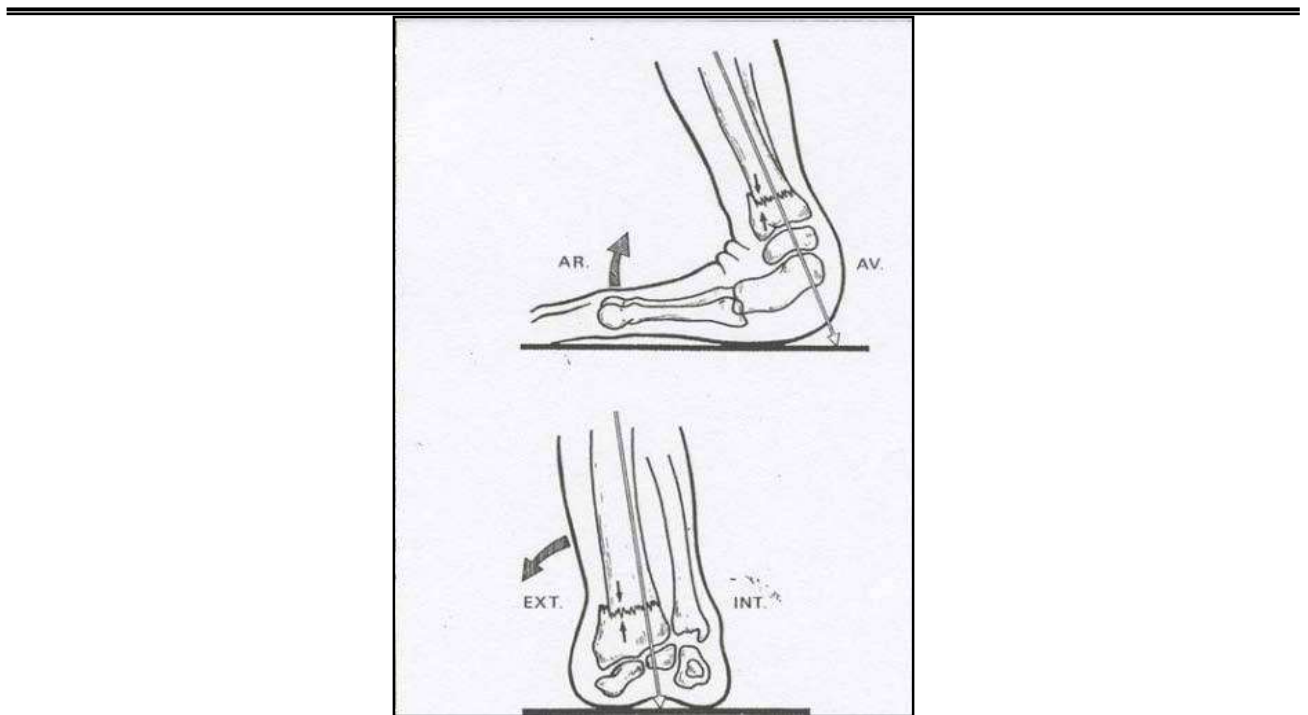
On note une prédominance du côté dominant, a noter que le côté droit n'est pas toujours dominant, il vaut mieux parler de membre dominant plutôt que droit ou gauche.

#### **2.2 Le mécanisme :**

GOYNAUD, NELATON et DUPUYTREN(82), ont décrit le mécanisme d'écrasement de la glène radiale par le condyle carpien, celui-ci est formé par l'extrémité supérieure du Scaphoïde, du Lunatum et d'une partie du

Triquetrum . DESTOT (48) a décrit le radius comme une enclume qui vient s'écraser sur le carpe.

LEWIS (66) décrit le radius comme une poutre en console (figure n° 17). Selon la théorie et la classification de Castaing, le mécanisme de compression-extension résume toutes ses théories, le condyle carpien vient écraser le radius, ce qui entraîne un effondrement du mur postérieur en raison de la corticale qui est mince à ce niveau et donc une ascension épiphysaire. Il faudra toujours rechercher une fracture su Scaphoïde associée, celle-ci est décrite, bien que peu fréquente, mais elle peut passer inaperçu devant le contexte douloureux ou parfois devant le flux massif à l'accueil aux urgences.



**Figure 7 : Mécanisme de compression-hyperextension du poignet.**

### **2.3 Stadification de la fracture :**

La classification de Castaing reste largement utilisée, elle classe les fractures du radius distale en fonction du mécanisme, du déplacement du fragment distal ainsi que de la nature du trait de fracture et de la comminution.

## 2.4 Lésions associées :

### a. Osseuses :

Selon l'étude réalisée par Bowers (83), la radiographie du poignet doit systématiquement faire rechercher une fracture ou un arrachement de la styloïde ulnaire associée, voir si le déplacement est important ou non, juger d'une fixation ou non en évaluant l'atteinte du TFCC.

Fontes (84), quant à lui, préconise une ostéosynthèse systématique de la styloïde ulnaire, en raison de sa participation à la stabilisation du poignet.

Cette association, décrite comme la fracture de Gérard-Marchand, a été relatée dans notre étude dans plus de 8 cas.

### b. Ligamentaires :

CASTAING (85) et LEWIS (66) décrivent un dérangement du poignet.

En effet, la stabilisation du poignet est d'abord faite par la capsule articulaire, les ligaments radio-carpien et cubo-carpien qui sont des épaississements de la capsule, les ligaments collatéraux, radial et ulnaire, mais surtout, l'élément principal à la stabilisation de l'articulation radio-ulnaire distale est le TFCC (complexe fibro-cartilagineux triangulaire), celui-ci est formé par le ligament triangulaire, les ligaments radio-ulnaires antérieurs et postérieurs, le ligament collatéral ulnaire et la gaine de l'extenseur ulnaire du carpe.

Le TFCC est susceptible d'être rompu en cas d'une inclinaison dorsale de 28°, une translation dorsale de 5,8 mm ou un raccourcissement de 2,7 mm selon GEISSLER et FERNANDEZ (86). L'étude de RICHARDS (87) a objectivé une

atteinte de ce complexe dans plus de 53% et 21% d'atteinte du ligament scapho-lunaire. D'autres études ont démontré une atteinte des ligaments Scapho-Lunaire ou Luno-Triquétral, diagnostiqués sous endoscopie.

### **c. Vasculo-nerveuses, tendineuses et cutanées :**

L'atteinte du nerf médian peut survenir suite au traumatisme, par contusion directe, responsable de paresthésies et douleur permanente, elle peut également être secondaire à un hématome fracture ou bien au cal vicieux bien tardivement, il est donc primordial de distinguer entre les deux selon Chaise et Friol (89). Par ailleurs, CHAISE et ROGER (90), ne préconisent aucune urgence chirurgicale de décompression. Fernandez (91) insiste sur le fait de rechercher impérativement une atteinte du nerf médian, pouvant être en rapport avec un œdème neuronal, qui peut entraîner une atteinte chronique et irréversible de nerf.

Devant le contexte douloureux, que ce soit avec traitement orthopédique ou en postopératoire immédiat, l'atteinte du tendon long extenseur du pouce passe inaperçu sauf en cas de rupture complète, le diagnostic de tendinite doit être suspecter car il s'agit de l'atteinte tendineuse la plus fréquente dans ce type de fracture.

## **3. Résultats :**

### **3.1 Résultats généraux :**

#### **a. Sur le plan radiologique :**

Notre étude montre des résultats quasiment similaires à ceux de l'étude réalisée par GUENBDAR [92], 28,7% d'excellents résultats et 55% de bons résultats. Ainsi qu'avec la série d'OUTMANI [93], 22,5% d'excellents résultats et 31% de bons résultats. En revanche, l'étude de Huard et celle de Wiliksen, montre des résultats supérieurs aux notre, en raison de la population importante

étudiée mais également en raison que dans notre contexte, l'utilisation de la plaque palmaire verrouillée est en plein essort.

Auteurs	Résultats utiles
Roux 95	83%
<del>Obert 96</del>	<del>80%</del>
Jupiter, knirk 97	61%
Safsafi 94	73%

**Tableau 9: Les résultats utiles selon différentes séries**

### **a.1 le type de l'ostéosynthèse :**

le traitement chirurgical par embrochage montre surtout une glène neutre, un défaut de correction de l'antéversion de la glène, qui se perd parfois lors des radiographies de contrôle.

Contrairement a la plaque palmaire verrouillée, nos résultats radiologiques montrent une antéversion de 11-15 degré, compatible avec une bonne récupération de la flexion palmaire.

### **b. Sur le plan fonctionnel :**

Plusieurs scores ont été utilisés pour évaluer la récupération fonctionnelle, notamment la flexion-extension du poignet, la force de serrage, l'inclinaison radiale et ulnaire. Pour cela nous nous sommes basé sur le score de Green et O'brien, et le QUICKDASH.

#### **b.1 Green et O'Brien score:**

Notre série présente un taux de bons résultats d'environ 71% par traitement chirurgical percutané par broches de Kirchner.

Auteurs	Résultats fonctionnels
DELATRE (73)	78%
LECESTRE(74)	87%
TRUMBLE (102)	86%

**Tableau10: résultats de la littérature pour le traitement par embrochage.**

#### **b.2 Score Quick-Dash:**

Notre série ne contient pas assez de données concernant le traitement par plaque palmaire verrouillée, en raison que l'utilisation de la plaque dans ce type de

fracture commence à être la tendance dans notre service, les cas rapportés dans notre série montrent d'excellents résultats à court et à long terme.

Auteurs	Résultats
OBERT (96)	DASHscore 22.5
RUCH (104)	DASHscore 12
WRIGHT(103)	DASHscore 16

#### **4. Évolution:**

L'apparition du cal osseux se voit dans les 3 semaines et la consolidation à 45 jours, comme toute pathologie, plusieurs complications sont décrites, on distingue :

##### **4.1 L'Algoneurodystrophie:**

Complication assez fréquente dans notre série, suite à l'immobilisation prolongée, elle constitue environ 34% de nos complications, très faible en cas d'utilisation de la plaque palmaire verrouillée. L'étude de HARPER- KAPANDJI (111), insiste sur le fait de débiter une rééducation fonctionnelle précoce des doigts, la récupération de la pronosupination associée à un traitement médical. Le patient doit être informé de la récupération lente et de la nécessité d'une rééducation de longue durée.

##### **4.2 Cal vicieux :**

En tête de liste des complications tardives, surtout dans le traitement par embrochage percutané ou par traitement orthopédique, lié soit à une mauvaise

réduction anatomique ou à un déplacement secondaire.

Cette perte de réduction entraîne un impact fonctionnel important, d'autant plus lorsqu'il s'agit du membre dominant et lorsque le patient est travailleur manuel ( ce qui est le cas de la majorité de la population). Ajouter a cela la déformation inesthétique et la douleur résiduelle ou intermittente, favorisé par l'activité ou le port de charge lourde.

### **4.3 Rupture tendineuse :**

Notre série rapporte 3 cas de rupture iatrogène du long extenseur du pouce, ce résultat a été également retrouvé dans la série de Huard et de Wiliksen.

C'est une complication peu fréquente, liée à une maîtrise et une réalisation rigoureuse de la technique d'embrochage.

# ***Conclusion***

La fracture de l'extrémité inférieure du radius à bascule dorsale est une pathologie très fréquente, la population atteinte est certes âgée, mais de plus en plus active, le traitement doit obéir impérativement à une reconstruction anatomique Ad-Integrum de la surface articulaire, de la longueur du radius.

L'actualité n'est plus l'embrochage percutané, le gold standard actuellement est la plaque palmaire verrouillée, elle permet une bonne réduction anatomique, une stabilité du montage, permettant une mobilisation précoce garante d'une récupération fonctionnelle rapide et un retour aux activités quotidiennes ou sportive d'une population à la demande fonctionnelle exigeante.

Dans notre contexte, la couverture sociale n'est pas de mise, en effet, elle constitue un facteur essentiel à la non utilisation de plaque dans notre série, bien que la discussion actuelle va dans ce sens, nous espérons que, dans les plus brefs délais, l'utilisation de ses plaque palmaires verrouillées soit « le traitement chirurgical » de ce type de fracture, en raison des nombreux avantages qu'elle procure ainsi que de la satisfaction de nos patients dont la demande fonctionnelle ne cesse de croître vu le vieillissement de la population.

# ***Résumés***

## **Resume**

**Titre** : Les fractures du radius distal à déplacement postérieur : l'embrochage percutané versus plaque palmaire verrouillée ( à propos de 85 cas)

**Auteur** : TAMDY Adil

**Directeur de thèse**: Pr. CHAFRY Bouchaib

**Mots clé** : L'extrémité distale du radius, Traitement chirurgical, Fracture

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius à bascule dorsale sont fréquente chez les sujets âgés ostéoporotiques, notre étude a pour but d'évaluer la stabilité radiologique, la récupération fonctionnelle ainsi que la réhabilitation des patients traités par embrochage ainsi que la comparaison avec le traitement par une plaque palmaire verrouillée.

Notre travail est une étude rétrospective, analysant les résultats fonctionnels de 85 patients âgés de plus de 67 ans, présentant une fracture de l'extrémité distale du radius à bascule dorsale, inclus entre le 15 Novembre 2019 et le 29 Septembre 2022.

les patients de notre études ont tous été traité par embrochage, ils ont été revus en consultation à J15, J45, à 3 mois, à 6 mois et à 1 an. notre analyse portait sur les résultats radiologiques tels que l'inclinaison radiale, l'index radio-ulnaire, ainsi que l'évaluation des amplitudes articulaires, de la force et les scores fonctionnels de Gartland, Castaing et Green O'Brien.

cliniquement, la récupération fonctionnelle est satisfaisante chez la majorité de nos patients au delà du 8ème mois, on note par ailleurs une hypocorrection de l'inclinaison radiale sagidale et frontale chez 70% de nos patients. Le suivi montre une perte de réduction radiologique chez 54% de nos patients.

en comparant les données de notre études avec celles de la littérature, la plaque palmaire verrouillée est une technique d'apprentissage rigoureux, permettant une récupération fonctionnelle plus rapide ainsi qu'une réhabilitation précoce, elle offre également une bonne réduction radiologique. L'embrochage reste une ancienne technique, largement utilisée, simple et rapide.

les fractures du radius distal sont de plus en plus fréquentes, elle touchent essentiellement une population âgée ostéoporotiques de plus en plus active, d'où l'intérêt d'un traitement chirurgical permettant leurs réhabilitation précoce. Nous devons envisager l'utilisation de la plaque palmaire verrouillée.

## Summary

**Title:** Posterior displacement fractures of the distal radius:  
percutaneous pinning versus locked palmar plate ( about  
85 cases)

**Author :** TAMDY Adil

**Supervisor:** Pr. CHAFRY Bouchaib

**Key words:** Distal end of radius, Surgical treatment, Fracture

Dorsal tilt fractures of the distal end of the radius are common in osteoporotic elderly subjects. The aim of our study was to evaluate the radiological stability, functional recovery and rehabilitation of patients treated with pinning and to compare them with treatment with a locked palmar plate.

Our work is a retrospective study, analysing the functional results of 85 patients aged over 67 years, presenting with a dorsal tilt fracture of the distal end of the radius, included between 15 November 2019 and 29 September 2022.

The patients in our study were all treated by pinning, and were reviewed in consultation at D15, D45, 3 months, 6 months and 1 year. Our analysis focused on radiological results such as radial tilt, radioulnar index, as well as assessment of joint amplitudes, strength and the Gartland, Castaing and Green O'Brien functional scores.

Clinically, functional recovery was satisfactory in the majority of our patients beyond the 8th month, with hypocorrection of sagittal and frontal radial tilt noted in 70% of our patients. Follow-up showed a loss of radiological reduction in 54% of our patients.

By comparing the data from our studies with those from literature, the locked palmar plate is a rigorous learning technique, allowing faster functional recovery

and early rehabilitation, and also offering good radiological reduction. Pinning remains an old technique, widely used, simple and rapid.

Fractures of the distal radius are becoming more and more frequent, affecting mainly an increasingly active osteoporotic elderly population, hence the interest in surgical treatment allowing early rehabilitation. We should consider the use of a locked palmar plate.

## ملخص

**العنوان :** كسور نصف القطر البعيدة مع الإزاحة الخلفية: التثبيت عن طريق الجلد مقابل  
الصفحة الراحية المغلقة (حوالي 85 حالة)

**المؤلف:** تمدي عادل

**مشرف الرسالة:** الأستاذ / شفرى بو شايب

**الكلمات المفتاحية:** نهاية الكعبرة البعيدة ، العلاج الجراحي ، الكسر

كسور الطرف السفلي من الكعبرة مع الميل الظهرى شائعة في كبار السن المصابين بهشاشة العظام. تهدف دراستنا إلى تقييم الاستقرار الإشعاعي والتعافي الوظيفي وإعادة التأهيل للمرضى الذين عولجوا عن طريق التثبيت وكذلك المقارنة مع العلاج باستخدام صفحة مقفلة.

عملنا عبارة عن دراسة بأثر رجعي ، حيث يتم تحليل النتائج الوظيفية لـ 85 مريضاً فوق سن 67 عاماً ، ويقدم كسراً في الطرف البعيد من نصف القطر مع الإمالة الظهرية ، تم تضمينه في الفترة ما بين 15 نوفمبر 2019 و 29 سبتمبر 2022.

تم علاج جميع المرضى في دراستنا عن طريق التثبيت ، وتمت مراجعتهم بالتشاور في D15 و D45 و 3 أشهر و 6 أشهر و 1 سنة. ركز تحليلنا على النتائج الإشعاعية مثل الميل الشعاعي ، ومؤشر الزند الراديوي ، بالإضافة إلى تقييم السعات المفصليّة والقوة والدرجات الوظيفية لكل من Gartland و Castaing و Green O'Brien.

سريرياً ، يكون التعافي الوظيفي مرضياً لدى غالبية مرضانا بعد الشهر الثامن ، ونلاحظ أيضاً حدوث نقص في التصحيح في الميل الشعاعي الجبهي والجبهي في 70% من مرضانا. تظهر المتابعة فقدان التخفيض الإشعاعي في 54% من مرضانا.

من خلال مقارنة بيانات دراساتنا مع تلك الخاصة بـ literature ، تعد اللوحة المغلقة الفولار أسلوباً تعليمياً صارماً ، مما يسمح باسترداد وظيفي أسرع بالإضافة إلى إعادة التأهيل المبكر ، كما أنه يوفر قليلاً إشعاعياً جيداً. يبقى التثبيت تقنية قديمة ، تستخدم على نطاق واسع وبسيطة وسريعة.

تتكرر كسور نصف القطر البعيد بشكل متزايد ، فهي تؤثر بشكل أساسي على السكان المسنين الذين يعانون من هشاشة العظام بشكل متزايد ، ومن هنا تأتي أهمية العلاج الجراحي الذي يسمح بإعادة تأهيلهم المبكر. سنحتاج إلى التفكير في استخدام لوحة الفولار المقفلة.

# ***Annexes***

# Fiche d'exploitation :

## **I. Identité:**

- Nom et prénom: -  
Age :  
- Profession: - Sexe : M F  
- Numéro d'entrée: - Latéralité: gaucher - droitier  
Date d'entrée: - Date de sortie:

## **II. Les antécédents:**

- Médicaux : Oui Non Si oui type:  
- Chirurgicaux: Oui Non Si oui type:  
- Toxiques et allergiques: Oui Non Si oui type:

## **III. Circonstances de L'accident :**

- Mécanisme : -  
Impact : direct indirect droit  
- Coté atteint : gauche  
- Délai de consultation:

## **IV. Clinique:**

- Etat général:  
- Examen du membre atteint: - score de Glasgow : -TA: - FC:  
Impotence fonctionnelle:  
Déformation: totale partielle Douleur: Oui Non  
- Lésion vasculaire: - Oui Non  
Lésion nerveuse: Oui Non  
- Ouverture cutanée : Oui Non  
- Traumatisme associé : Oui Non  
Oui Non  
Oui Non

## **V. Bilan radiologique:**

Radiographie du poignet :  
- Type: face profil TDM



## VII. Suivi du malade

### RESULTAT FONCTIONNEL:

Recul : mois. Durée d'arrêt de travail : jours.

Green et O'Brien score

Et Quick Dash score

Score	0	10	15	20	25	
Douleur		Sévère + au repos	Modérée, activité réduite pas de douleur au repos	Modérée, régulière, pas de diminution d'activité	Légère occasionnelle	Absente
Mobilité		< 40°	40-69°	70-99°	100-140°	>140°
Force/côté opposé		<25%	25-49%	50-74%	75-90%	Normale
Activité		Incapable de travailler	Changement de l'activité	Activité réduite	Normale quelques modifications	Non limitée par la fonction du poignet

(90 : excellent ; 75-89 : bon ; 60-74 : moyen ; <60 : médiocre).

## Quick DASH

**Veillez évaluer vos possibilités d'effectuer les activités suivantes au cours des 7 derniers jours en entourant le chiffre placé sous la réponse appropriée**

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
2. Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
3. Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
4. Se laver le dos	1	2	3	4	5
5. Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
6. Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main. (bricolage, tennis, golf, etc..)	1	2	3	4	5

	Pas du tout	Légèrement	Moyennement	Beaucoup	Extrêmement
7. Pendant les 7 derniers jours, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main vous a-t-elle gêné dans vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)	1	2	3	4	5

	Pas du tout limité	Légèrement limité	Moyennement limité	Très limité	Incapable
8. Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles en raison de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main ?	1	2	3	4	5

	Aucune	Légère	Moyenne	Importante	Extrême
9. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
10. Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5

	Pas du tout perturbé	Un peu perturbé	Moyennement perturbé	Très perturbé	Tellement perturbé que je ne peux pas dormir
11. Pendant les 7 derniers jours, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)	1	2	3	4	5

**Le score QuickDASH n'est pas valable s'il y a plus d'une réponse manquante.**

## RESULTAT RADIOLOGIQUE :

Délai : mois

Délai de consolidation: jours.

Face : Angle d'inclinaison radiale: degrés.

Index RUD : Négatif  Positif  mm Nul  Marche d'escalier  
articulaire : Non  Oui  mm

Profil : Angle d'inclinaison radiale : degrés.

Marche d'escalier : Oui  mm Non

Ablation de matériels : Faite  Non faite

## COMPLICATIONS:

---

### Complications immédiates :

- Ouverture cutanée
- C. nerveuse
- C. vasculaire

### Complications secondaires :

- Déplacement secondaire
- Syndrome neuro-algodystrophique
- Syndrome du canal carpien

### Complications liées au traitement :

- infection
- rupture tendineuse
- migration de broche

### Complications tardives :

Cal vicieux      Pseudarthrose      Raideur      Arthrose

# ***Bibliographie***

1. Mahfoud.M, Traité de traumatologie, Fractures et luxations des membres Tome I, membre supérieur, 2006; 233-262.
2. Windisch G, Clement H, Tanzer K, Feigl G, Grechenig W, Anderhuber F, et al. Promontory of radius: A new anatomical description on the distal radius. *Surg Radiol Anat.* 2007 Dec;29(8):629–33.
3. Gasse N, Lepage D, Pem R, Bernard C, Lerais JM, Garbuio P, et al. Anatomical and radiological study applied to distal radius surgery. *Surg Radiol Anat.* 2011 Aug;33(6):485–90.
4. Pichler W, Clement H, Hausleitner L, Tanzer K, Tesch NP, Grechenig W. Various circular arc radii of the distal volar radius and the implications on volar plate osteosynthesis. *Orthopedics.* 2008 Dec;31(12):1192.
5. Lewis OJ, Hamshere RJ, Bucknill TM. The anatomy of the wrist joint. *J Anat [Internet].* 1970 May [cited 2019 Nov 6];106(Pt 3):539–52
6. Imatani J, Akita K, Yamaguchi K, Shimizu H, Kondou H, Ozaki T. An anatomical study of the watershed line on the volar, distal aspect of the radius: Implications for plate placement and avoidance of tendon ruptures. *J Hand Surg Am.* 2012 Aug;37(8):1550–4.
7. Fontaine C, Wavreille G, Chantelot C, Prodhomme G. Surgical anatomy of the dorsal face of the hand and the wrist. Vol. 24, *Chirurgie de la Main.* Elsevier Masson SAS; 2005. p. 64–78.
8. Koh S, Andersen CR, Buford WL, Patterson RM, Viegas SF. Anatomy of the distal brachio radialis and its potential relationship to distal radius fracture. *J Hand Surg Am.* 2006;31(1):2–8.
9. Herzberg G, Garret J EL. Anatomie du radius distal. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte.* Paris: Expansion Scientifique Française. 1998. 1–131. p.
10. Dhillon SS, Kumar AJS, Sadaiy yappan V, Bassi RS, Shanahan D,

- Deshmukh, SC. Anatomical study comparing the thickness of the volar and dorsal cortex of cadaveric adult distal radii using digital photography. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007 Dec;127(10):975–7.
11. S. K. Lee KWB et al. Use of the radial groove view intra-operatively to prevent damage to the extensor pollicis longus tendon by protruding screws during volar plating of a distal radial fracture. *Bone Jt J*. 2013;(95 B):10.
  12. Haug LC, Glodny B, Deml C, Lutz M, Attal R. A new radiological method to detect dorsally penetrating screws when using volar locking plates in distal radial fractures: The dorsal horizon view. *Bone Jt J*. 2013;95 B (8):1101–5.
  13. Bindra RR, Cole RJ, Yamaguchi K, Evanoff BA, Pilgram TK G LA, Al. E. Quantification of the Radial Torsion Angle with Computerized Tomography in Cadaver Specimens. *J Bone Jt Surg Am*. 1997;79(6):833–7.
  14. Hayes ML, Larson AN, Skinner JA, Berger RA, Amrami KK. Quantification of radial torsion angle with computerized tomography: a clinical study. *J Surg Orthop Adv [Internet]*. 2012 [cited 2019 Nov 6];21(2):92–5.
  15. Windisch G, Clement H, Tanzer K, Feigl G, Grechenig W, Anderhuber F, et al. Promontory of radius: A new anatomical description on the distal radius. *Surg Radiol Anat*. 2007 Dec;29(8):629–33.
  16. Bade H, Strickling H, Rutt J. [Restriction of movement in the proximal and distal radio-ulnar joints in posttraumatic angulation and torsion of the radius]. *Aktuelle Traumatol*. 1991 Dec;21(6):274–8.
  17. Schuind FA, Linscheid RL, An KN, Chao EY. A normal data base of postero-anterior roent genographic measurements of the wrist. *J Bone Joint Surg Am [Internet]*. 1992 Oct [cited 2019 Nov 6];74(9):1418–29.

18. Friberg S, Lundstrom B.  
Radiographic measurements of the radio carpal joint in normal adults. *Acta Radiol - SerDiagnosis*. 1976;17(2):249–56.
19. 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(1):24–30.
20. Dumont CE, Pfirrmann CWA, Ziegler D, Nagy L.  
Assessment of radial and ulnar torsion profiles with cross-sectional magnetic resonance imaging: A study of volunteers. *J Bone JtSurg - SerA*. 2006 Jul;88(7):1582–8.
21. Soubeyrand M, Lafont C, De Georges R DC.  
Traumatic pathology of antibrachial interosseous membrane of forearm. *Chirurgie la main, Cahier d’enseignement la société française*. 2007;26:255–77.
22. IA. K. *Physiologie articulaire. Membre supérieur*. 2005.
23. Windisch G, Grechenig W, Peicha G, Tesch NP, Seibert FJ.  
Capsular attachment to the distal radius for extracapsular placement of pins. *Surg Radiol Anat*. 2001;23(5):313–6.
24. A. Bobby Chhabra and Aaron M. Freilich *WRIST AND HAND chapter4*.
25. Moore, Dalley: *Anatomie médicale De Boeck*, 2007, p841
26. Pouteau.C *Œuvres posthumes PD Pierres*, Paris 1783;2
27. Castaing: *Recent Fractures of the Lower Extremity of the Radius Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1964; 50:581-696
28. Orbay JL, Fernandez DL. Volar Fixed-Angle Plate Fixation for Unstable Distal Radius Fractures in the Elderly Patient. *J Hand Surg Am*. 2004;29(1):96–102

29. A K. Physiologie articulaire, membre supérieur, 5ème édition. Maloine, Paris 5ème édition. 2007. 146–168 p.
30. Allieu Y. [Carpa linstability—ligamentous instabilities and intracarpal malalignments--explication of the concept of carpal instability]. *Ann Chir Main* [Internet]. 1984 [cited 2019 Oct 14];3(4):317–21, 366–7
31. Palmer AK WF. Biomechanics of the distal radioulnar joint. *Clin OrthopRelat Res*. 1984;187:26–35.
32. Brahin B AY. Compensatory carpal mal aligaments. *Ann Chir la Main*. 1984;3–4:357–63.
33. Short WH, Palmer AK, Werner FW, Murphy DJ. A biomechanical study of distal radial fractures. *J Hand Surg Am* [Internet]. 1987 Jul 1 [cited 2019 Oct14];12(4):529–34
34. Pogue DJ, Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, Jenkins DK, Sweo TD, et al. Effects of distal radius fracture malunion on wrist jointmechanics. *J Hand Surg Am* [Internet]. 1990 Sep 1 [cited 2019 Oct 14];15(5):721–7
35. DL. F. Correction of post-traumatic wrist deformity in adults by osteotomy, bone grafiting, and internal fixation. *J Bone JtSurg Am*. 1982;64–8:1164–78.
36. Knirk JL JJ. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone JtSurg*. 1986;68A:647–59.
37. Knox J, Ambrose H, McCallister W, Trumble T. Percutaneous Pins VersusVolar Plates for Unstable Distal Radius Fractures: A Biomechanic Study Using a Cadaver Model. *J Hand Surg Am* .2007 Jul 1 [cited 2019 Oct 14];32(6):813–7.
38. Laulan J, Bismuth JP, Clement P, Garaud P (An analytical classification of fractures of the distal radius: The «M.E.U » classification) *Chir Main* 2007; 26-6: 293-9

39. Cherubino P. Management of distal radius fractures: Treatment protocol and functional results. *Injury* 2010 Nov;41(11):1120-6.
40. Earnshaw S.A. Closed reduction of Colles fractures: comparison of manual malipulation and finger-trap traction:a prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2002 Mar;84-A(3):354-8.
41. NgC.Y,M. M. McQueen. What are the radiological predictors of functional outcome following fractures of the distal radius *J Bone Joint Surg Br* 2011;93-B:145-50
42. Rongières M. Traitement des fractures récentes de l'extrémité distale de l'avant-bras chez l'adulte. EMC, Techniques chirurgicales- Orthopédie-Traumatologie, 44-344, 2007.r
43. Van der linden W.Colles'fracture: how should its displacement be measured and how should it be immobilized?  
*J Bone Joint Surg Am* 1981 Oct;63(8):1285-8.
44. Della Santa D., Sennwald G.  
Y'a t-il encore une place pour le traitement conservateur des fractures du radius distal ? *Chir Main.* 2001 Dec;20(6):426-3.
45. Willenegger H, Guggenbühl A. Operative treatment of certain cases of distal radius fracture. *Helv Chir Acta* 1959;26:81—94.
46. Friol JP, Chaise F, Gaisne E.  
Les embrochages dans les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir*1994;48:66—9.
47. Ebelin M, Delaunay C, Le Balc'h T, Nordin JY.  
Embrochage élastique selon la technique de Py dans les fractures du radius distal. Paris: Elsevier; 1998. p. 103—10.

48. 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
49. Benabderrahman D. FRACTURES DE L'EXTREMITÉ INFÉRIEURE  
DU RADIUS . [cited 2019 Dec 12].
50. Kapandji AI.  
Osthéosynthèse des fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius  
chez l'adulte. In: Duparc J, editor. Conférence d'enseignement de la  
Sofcot. Paris: Elsevier; 1994. p. 19—39.
51. Green DP, O'Brien ET. Classification and management of carpal dis-  
locations. \* Clin Orthop Relat Res 1980;149:55–72
52. Ducloyer. L'ostéosynthèse par plaque dans les fractures de l'EIR à  
déplacement antérieure Revue chirorthop 1990, 76 , 451 , 459.
53. Fittoussi.F, Chow.S, Masquelet.C. L'ostéosynthèse par plaque des  
fractures déplacées de l'EIR 74<sup>ème</sup> réunion de la SOFCOT résumés des  
communications  
R.C.O 2000,85 supp
54. Orbay JL, FernandezDL.  
Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a  
preliminary report. J Hand Surg (Am) 2002; 27-2: 205-15
55. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after  
volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius.  
J Hand Surg (Am) 2006; 31-3: 359-65
56. Wright T.W, Horodyski.M, Smith D.W Functional outcome of unstable  
distal radius fractures: ORIF with a volar fixed angle tine plate versus  
external fixation. J Hand Surg (Am) 2005, 30-2, 289-99

57. Campbell DA. Open reduction and internal fixation of intra articular and unstable fractures of the distal radius using the AO distal radius plate. *J Hand Surg (Br)* 2000; 25-6: 528-34
58. KAPANDJI.A. Ostéosynthèse des fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte SOFCOT conférence d'enseignement 1994, 19-39
59. Vichard. La place de l'ostéosynthèse par plaque postérieure dans le traitement des fractures de l'EIR par compression extension. *Ann Chir Main* 1994, 13, N°2, 87-100
60. Sturzenegger.M L'ostéosynthèse « sandwich » de l'EIR *Chir de la main* 2001, 20, 447, 453
61. Zenke Y, Sakai A, Oshige T, Moritani S, Fuse Y, Maehara T, et al. Clinical results of volar locking plate for distal radius fractures: Conventional versus minimally invasive plate osteosynthesis. *J Orthop Trauma*. 2011 Jul;25(7):425– 31.
62. Zimmerman.R, Gabl.M, Pechaner S et Al. Distal metaphysal compression fractures of the radius: results of open reposition, stable defect replacement with cortico cancellous accrest bone and plate osteosynthesis. *Unfallchirurg* 1998, 101; 762-768
63. L.Obert, P.-B.Rey, J.Uhring, N.Gasse, S.Rochet, D.Lepage, A.Serre,P. Garbuio Ostéosynthèse des fractures du radius distal chez l'adulte : Fixation of distal radius fractures in adults *Revue de chirurgieorthopédique et traumatologique* (2013) 99, 174\_191
64. AJY. Complications nerveuses des fractures du radius distal. Les fractures du radius distal, Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT, no 67 Expansion Scientifique Française, Paris. 1998;277–9.
65. Kozin SH, Wood MB. Early soft-tissue complications after distal radius

- Fractures. Instr Course Lect [Internet]. 1993 [cited 2019 Nov 27];42:89–98.
66. Th.Judet P. Piriou E Thomasson. Traitement orthopédique des fractures de Pouteau colles selon R.Judet Fractures du radius distale. Cahier d'enseignement la SOFCOT 1998. 1998
  67. Camelot C LJ. Traitement orthopédique des fractures de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. Les fractures de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras. Sauramps médical, Montpellier.
  68. Kuntz F DM. Les fractures de l'extrémité inférieures du radius : embrochage intra-focal selon la technique de Kapandji. Les fractures de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras. Sauramps médical, Montpellier. 1995;93–108
  69. D. S. Les fractures de l'extrémité inférieure du radius Corpus Médical, Grenoble Mars (238). 2003;
  70. Goubier J N, Zouaoui S SG. Les complications des fractures du radius distal . Rev Chir orthopédique. 2001;87: 118.
  71. J. Allain, S. Pannier DG. Traumatismes de l'avant-bras et du poignet 25-200-F-30.
  72. Desmanet.E. Ostéosynthèse of the distal radius by flexible double pinning. In: fractures of the distal radius by SAFTAR and COONEY. Ed Dunitz1995; 62-70
  73. Delatre.O Réduction et synthèse par brochage des fractures du poignet : Etude comparative entre la méthode de KAPANDJI et PY. Rev Chi Orthop, 1996, 82 ; 672
  74. 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-

75. Peyroux.LM. La technique de KAPANDJI et son évolution dans le traitement des fractures de l'extrémité inférieure du radius.  
Ann Chir Main 1987, 6, 2 ; 109-122
76. Flisch CW, Della Santa DR. Osteosynthèse des fractures du radius distal par embrochage souple centro-medullaire (l'expérience genevoise). Ann Chir la Main du Memb Super. 1998;17(3):245–54.
77. Yettefti A K. Les fractures du quart distal du radius.  
Thèse Doctorat Médecine, Casablanca 2001; n° 296, 123 pages.
78. Bakouch A. Traitement chirurgical des fractures du quart distal du radius.  
Thèse Doctorat Médecine, Casablanca 2007, 160 pages
79. GRUMILLIER R. Fractures de l'extrémité inférieure du radius. Notes de catamanèse. Actualisation du rapport de 976 GECO 1976
80. 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.
81. Lahtaoui A. Les fractures de l'extrémité inférieure du radius à propos de 100 cas. Médecine du Maghreb décembre 2007, n°152.
82. Nelaton E, Dupuytren D. Intra articular fractures of the distal radius. An international course lecture .Am A cad orthod surgery 1999,48.
83. Bowers W H.  
Distal radio-ulnar arthroplasty: current concepts Clin. orthop 1992 ; 275: 104-9.
84. 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.

85. Roux J L, Micclef J P, Allieu Y. Anatomie fonctionnelle et biomécanique de l'articulation radio-carpienne. Fracture du radius distal de l'adulte (Cahier d'enseignement de la SOFCOT 1998).
86. GEISSLER W.B, FERNANDEZ D.L. Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius. Clinical orthopedics and related research 1996 ; 327 : 135-146.
87. RICHARDS RS. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. J Hand Srg 1997 ; 22-A : 772-776.
88. Chammas M Mécanisme et classification des fractures du radius distal.
89. CHAISE., FRIOL J.P . Les embrochages dans les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius. Ann Chir Main 1994,48,1, :66-69.
90. Cooney W P. Fractures of the distal radius: overview of diagnosis, classification, and treatment considerations. The wrist diagnosis and operative treatment 2010 271-311.
91. Cauchoix J, Duparc J, Postel M. Les fractures-luxations marginales antérieures. Revchirorthop1960; 46: 233-45.
92. M.Guenbdar. Traitement chirurgical des fractures de l'extrémité inférieure du radius Thèse doctorat médecine, 2017.
93. F.Outmani. Traitement des fractures de l'extrémité inférieure du radius chez le sujet âgé Thèse doctorat médecine , 2020.
94. A.Safsafi. Les fractures de l'extrémité inférieure du radius traitées chirurgicalement Thèse doctorat médecine, 2014
95. ROUX C., ROSSET P., LAULAN J. : Devenir à long terme des fractures articulaires de l'extrémité inférieure du radius à propos d'une série rétrospective de 78 cas. 74<sup>ème</sup> réunion annuelle de la SOFCOT. résumés

- de communication. *Revue Chir Orthop* 1999, 85,supp III, :44.
96. Obert L, Leclerc G. Les fractures de l'extrémité inférieure du radius extra-articulaires à déplacement postérieur traitées par ostéosynthèse par broches, plaque antérieure et plaque postérieure, a propos de 62 cas.
  97. 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
  98. Constantine KJ, Clawson MC, Stern P. Volar neutralization plate fixation of dorsally displaced distal radius fractures. *Orthopedics* 2002;25:125—8
  99. Koshimune M, Kamano M, Takamatsu K, Ohashi H.  
A randomized comparison of locking and non-locking palmar plating for unstable Colles' fractures in the elderly. *J Hand Surg [Br]* 2005;30:499—503.
  100. R. Gravier, X. Flecher, S. Parratte, P. Rapaie, J.-N. Argenson Trans-styloid and intra focal pinning for extra-articular extension fractures of the distal radius: prospective randomized postoperative comparison with simple intra-focal pinning *Revue de chirurgie orthopédique* 2006, 92, 657-662
  101. 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;23-3:381-94
  102. Trumble TE, Culp RW, Hanel DP, Geissler WB, Berger RA. Instr course lect1999;48:465-80.
  103. Wright TW, Horodyski M, Smith DW. Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a  
Volar fixed-angle tine plate versus external fixation. *J Hand Surg [Am]* 2005;30-2:289-99.

104. Ruch DS, Papadonikolakis A. Volar versus dorsal plating in the management of intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 2006;31:9—16.
105. Egol K, Walsh M, Tejwani N, McLaurin T, Wynn C, Paksima N. Bridging external fixation and supplementary Kirschner-wire fixation versus volar locked plating for unstable fractures of the distal radius: a randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90(9):1214–1221.]
106. Wilcke MK, Abbaszadegan H, Adolphson PY. Wrist function recovers more rapidly after volar locked plating than after external fixation but the outcomes are similar after 1 year. *Acta Orthop.* 2011;82(1):76–81.
107. Wei DH, Raizman NM, Bottino CJ, Jobin CM, Strauch RJ, Rosenwasser MP. Unstable distal radial fractures treated with external fixation, a radial column plate, or a volar plate. A prospective randomized trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(7):1568–1577.
108. Epinette JA, Lehut JM, Cavenaile M, Bouretz JC, Decoux J. Fracture de Pouteau-Colles: double embrochage intra focal en berceau selon kapandji. A propos d'une série homogène de soixante-douze cas. *Ann Chir la Main.* 1982;1(1):71–83.
109. Lenoble E DC. Etude prospective comparative du brochage trans-styloïdien et intra-focal de Kapandji dans les fractures de l'extrémité distale du radius Les fractures du radius distal, Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT, no 67. *ExpansSci Française.* 1998;
110. J. RCRPL. Devenir à long terme des fractures articulaires de l'EIR à propos d'une série rétrospective de 78 cas. *Rev Chir Orthop* 1999. 85(3):44.

111. Hoël G, Kapandji AI. Ostéosynthèse par broches intra-focales des fractures à déplacement antérieur de l'épiphyse radiale inférieure. *Ann Chir la Main du Memb Super.* 1995;14(3):142–56.
112. Fornasieri C, Chaussard C, Develay O, Tourne Y, Picard F, Montbarbon E, et al. Étude comparative embrochage selon Kapandji versus traitement orthopédique des fractures du radius de type Pouteau-Colles. In: Allieu Y, editor. *Fractures du radius distal de l'adulte.* Paris: Expansion scientifique Publications; 1998. p.84—91.
113. Fernandez DL, Jupiter JB. Mal union of the Distal End of the Radius. In: *Fractures of the Distal Radius [Internet].* New York, NY: Springer US; 1996 [cited 2019 Sep 27]. p. 263–315.
114. Melone CP. Distal radius fractures: pattern of articular fragmentation. *Hand Clin.* 1993;24:239–53.
115. Laulan J, Bismuth J-P, Clément P, Garaud P. [An analytical classification of fractures of the distal radius: The 'M.E.U.' classification]. *Chir Main [Internet].* 2007 Dec [cited 2019 Sep 28]; 26(6):293–9.