



*Université Lille 2
Droit et Santé*

UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2015

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**EVALUATION RADIO-CLINIQUE DU DEVENIR
DE LA COMMINATION POSTERIEURE
DANS LES FRACTURES EXTRA-ARTICULAIRES DU POIGNET**

Présentée et soutenue publiquement
le **Judi 9 Juillet 2015 à 18h**

Par Johan GUILLOU

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Christian FONTAINE

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Bernard CORTET

Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION

Madame le Docteur Elvire GUERRE

Directeur de Thèse :

Monsieur le Professeur Christophe CHANTELOT

Liste des abréviations

CHRU	Centre Hospitalier Régional et Universitaire
DASH	Disabilities fo the Arm, Shoulder and Hand
DMO	Densité Minérale Osseuse
EVA	Echelle visuelle analogique
IMC	Indice de masse corporelle
IR	Inclinaison radiale
IRU	Index radio-ulnaire distal
ISR	Inclinaison sagittale du radius
Sofcot	Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique
TSH	Thyroid simulating hormone
UH	Unités de Hounsfield

Table des matières

RESUME	13
INTRODUCTION	15
MATERIELS ET METHODES	17
I. Critères d'inclusion.....	17
II. Protocole.....	17
A. Scanner préopératoire	17
B. Intervention	17
C. Suivi postopératoire	18
1. Examen clinique.....	18
2. Evaluation fonctionnelle	18
3. Suivi radiographique	19
D. Bilan ostéoporotique	19
1. Données cliniques.....	20
2. Données biologiques.....	21
3. Données ostéodensitométriques.....	21
E. Scanner postopératoire.....	21
III. Critères d'exclusion.....	22
IV. Recueil des données radiologiques.....	22
1. Radiographies préopératoires.....	22
2. Scanner préopératoire	24
3. Suivi radiographique	25
4. Scanner postopératoire.....	25
5. Caractérisation du défaut métaphysaire	26
V. Analyse statistique	29

RESULTATS	30
I. Population	30
II. Données cliniques.....	31
1. Douleur	31
2. Force.....	31
3. Résultats fonctionnels.....	31
III. Données radiologiques	32
1. Classification des fractures	32
2. Angles mesurés	33
3. Défaut de réduction.....	33
4. Déplacement secondaire	34
IV. Complications	35
1. Troubles neurologiques	35
2. Lésions tendineuses	36
3. Algodystrophie	36
4. Pseudarthrose.....	37
5. Vis intra-articulaire	37
V. Bilan ostéoporotique	38
1. Risques fracturaires.....	38
2. Résultats biologiques.....	39
3. Ostéodensitométrie.....	41
VI. Caractérisation de la comminution postérieure.....	42
1. Radiographies préopératoires.....	42
2. Scanner préopératoire	43
VII. Devenir de la comminution postérieure	45
1. Défect métaphysaire	45
2. Corticalisation	47
3. Présence d'une encoche	47

DISCUSSION	48
CONCLUSION.....	53
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	54
ANNEXES	58

RESUME

Contexte : Les fractures extra-articulaires de l'extrémité distale du radius à déplacement postérieur sont actuellement traitées par plaques antérieures verrouillées par la plupart des chirurgiens. Ce mode d'ostéosynthèse par voie antérieure néglige la comminution de la corticale postérieure quand elle existe sans se soucier de sa bonne reconstitution. Ce travail avait pour but d'étudier le devenir de la comminution postérieure dans ce type de fracture.

Méthode : Il s'agit d'une étude prospective, monocentrique menée de mars 2014 à juin 2015. Tous les patients consultant aux urgences et présentant une fracture extra-articulaire de l'extrémité distale du radius à déplacement postérieur étaient inclus. Un scanner préopératoire était idéalement réalisé pour évaluer au mieux la comminution postérieure. Toutes les fractures étaient ostéosynthésées par une plaque antérieure verrouillée. Les patients étaient revus à 1, 3 et 6 mois pour une évaluation clinique, radiologique et fonctionnelle par les scores de Quick DASH et de Mayo Clinic. Durant le suivi, un bilan biologique comprenant le dosage de la vitamine D et de la calcémie ainsi qu'une ostéodensitométrie osseuse étaient réalisés. A 6 mois post-opératoires, 1 scanner était réalisé pour évaluer le devenir de la comminution postérieure.

Résultats : Vingt-neuf patients ont été inclus. Tous présentaient une comminution corticale postérieure. A 6 mois postopératoires, il a été retrouvé chez 79,3 % des patients un défaut métaphysaire ovalaire. Le volume moyen de ce défaut était de 1,76 ml (+/-1,52). Le contenu de ce défaut avait une tonalité proche de celle de la graisse. La corticale postérieure du radius était quant à elle restituée *ad integrum*. Il n'a pas été mis en évidence de lien statistique entre le volume du défaut et les différents paramètres étudiés (l'âge, les taux de calcium et de vitamine D, les données ostéodensitométriques, l'importance du déplacement initial et les caractéristiques de la comminution postérieure). Par contre, la densité du défaut était liée négativement à l'IMC et positivement aux résultats fonctionnels.

Conclusion : Dans les fractures extra-articulaires du radius distal à déplacement postérieur, persiste après la consolidation radiologique, un défaut métaphysaire distal lié à la compression de l'os spongieux lors du traumatisme. La comminution postérieure présente très fréquemment dans ce type de fracture, guérit quant à elle complètement sans lésion résiduelle.

INTRODUCTION

La fracture du radius distal est la fracture la plus fréquente chez l'adulte (1). Le symposium de la Sofcot de 2000 (2) montrait que 89 % des fractures du radius distal présentaient un déplacement postérieur. L'évolution des techniques opératoires pour le traitement de ces fractures à déplacement postérieur est motivée par le maintien de la réduction, condition nécessaire à l'obtention d'un résultat fonctionnel satisfaisant (1).

Le maintien de la réduction du foyer fracturaire, s'il est aisé dans le cas de fractures simples, se révèle être un véritable challenge en cas de comminution métaphysaire. Cette comminution métaphysaire est liée au mécanisme lésionnel et aux forces de compressions qui surviennent lors du traumatisme (3). Elle intéresse plus volontiers la corticale postérieure, plus fine et plus fragile que la corticale antérieure (4).

De nombreux auteurs suggéraient l'utilisation d'autogreffes, d'allogreffes, de ciments ou de substituts osseux, seuls ou en complément d'une ostéosynthèse pour apporter un soutien architectural au radius fracturé et lutter contre son raccourcissement (5).

Aujourd'hui, c'est l'ostéosynthèse par plaque antérieure avec un vissage épiphysaire verrouillé qui a la préférence de la plupart des chirurgiens et ce d'autant plus que le patient est âgé et ostéoporotique (6–9). En effet, c'est le seul mode d'ostéosynthèse permettant le maintien de la hauteur du radius, même en cas de comminution métaphysaire circonférentielle (7), et autorisant une mobilisation immédiate.

Le vissage épiphysaire verrouillé permet un maintien stable de la fracture en négligeant la comminution postérieure.

Le mystère reste entier quant à l'évolution de cette comminution en l'absence de comblement.

- La corticale postérieure se reconstruit-elle *ad integrum* ?
- Persiste-t-il un défaut métaphysaire ?
- Quelles en sont les conséquences d'un point de vue fonctionnel ?

A notre connaissance, aucune étude n'a répondu à ces interrogations.

L'objectif de ce travail était de réaliser une évaluation scannographique du devenir de la comminution postérieure dans les fractures extra-articulaires du radius distal et de corrélérer les données retrouvées aux résultats fonctionnels.

MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une étude prospective, monocentrique menée de mars 2014 à juin 2015 portant sur tous les patients consultant dans le service d'urgence du CHRU de Lille qui présentaient une fracture extra-articulaire du poignet.

I. Critères d'inclusion

Tous les patients majeurs présentant une fracture extra-articulaire du poignet étaient inclus. Le diagnostic était porté sur des clichés radiographiques comprenant une incidence de face et une incidence de profil.

II. Protocole

A. Scanner préopératoire

Les patients inclus bénéficiaient dans la mesure du possible d'un scanner préopératoire qui permettait de vérifier le caractère extra-articulaire de la fracture, d'évaluer la comminution de la corticale postérieure et de rechercher des lésions associées.

Les fractures étaient rangées selon la classification M.E.U. de Lulan (10). Le détail de cette classification est en annexe 1.

B. Intervention

Tous les patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse par une plaque antérieure verrouillée réalisée sous anesthésie locorégionale par une voie de Henry (11).

Tous bénéficiaient d'une radiographie de face et de profil de contrôle avant la sortie du bloc opératoire.

Les patients étaient ensuite immobilisés par une attelle amovible pendant 3 semaines.

C. Suivi postopératoire

Les patients étaient revus en consultation à 1 mois, 3 mois et 6 mois postopératoires.

1. Examen clinique

Lors de chaque consultation, étaient notés la douleur au repos et lors des activités cotée selon l'EVA (Echelle Visuelle Analogique), les mobilités en flexion, extension, inclinaison ulnaire, inclinaison radiale, pronation et supination, la force évaluée par le dynamomètre de Jamar® comparant le côté fracturé au côté sain.

2. Evaluation fonctionnelle

L'évaluation fonctionnelle était réalisée par le score de Quick DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) et par le score de Mayo Clinic adapté au poignet.

a) Score de Quick DASH (annexe 2)

Le score de Quick DASH est coté de 0 à 100. « 0 » est le meilleur score correspondant à une fonction normale du membre supérieur alors que « 100 » est le score le plus péjoratif correspondant à un handicap fonctionnel majeur.

b) Score de Mayo Clinic (annexe 3)

Le score de Mayo Clinic adapté au poignet est coté de 0 à 100 et est basé sur quatre critères : la douleur, la fonction, la force et la mobilité. L'interprétation de ce score est représentée par le tableau 1.

Tableau 1 : Interprétation du score de Mayo Clinic.

Résultats	Interprétation
< 65	Mauvais
65 - 79	Moyen
80 - 89	Bon
90 - 100	Excellent

3. Suivi radiographique

Des clichés radiographiques de face et de profil étaient réalisés lors de chaque consultation. Ils permettaient l'évaluation de la consolidation osseuse et la recherche d'un défaut de réduction, d'un déplacement secondaire ou d'une faille du matériel d'ostéosynthèse.

D. Bilan ostéoporotique

Pour les patients âgés de 40 ans et plus, un bilan complémentaire était réalisé à la recherche d'une ostéoporose. Les données cliniques, biologiques et ostéodensitométriques recueillies étaient basées sur le score FRAX[®] (12–14).

Les données obtenues par le calcul de ce score sont les probabilités à 10 ans, de survenue d'une fracture de la hanche et d'une fracture ostéoporotique majeure (fracture clinique de la colonne vertébrale, de l'avant-bras, de la hanche ou de l'épaule).

Le questionnaire utilisé pour le calcul de ce score est présenté en annexe 4.

1. Données cliniques

Les données recueillies étaient :

- l'âge,
- le sexe,
- le poids,
- la taille,
- l'existence d'un tabagisme actif,
- la consommation d'alcool,
- un antécédent de fracture résultant d'un traumatisme minime,
- un antécédent de fracture du col fémoral chez les parents,
- une prise de glucocorticoïdes oraux de plus de 3 mois à une dose de prednisolone de 5 mg par jour ou plus,
- une polyarthrite rhumatoïde,
- une ostéoporose secondaire.

Les étiologies d'ostéoporose secondaire comprennent :

- le diabète de type 1,
- l'ostéogénèse imparfaite,
- l'hyperthyroïdisme non traité,
- la ménopause prématurée (avant 45 ans),
- la malnutrition chronique,
- la malabsorption,
- les maladies hépatiques chroniques.

2. Données biologiques

Le bilan biologique avait pour but :

- La recherche d'une cause d'ostéoporose secondaire
 - TSH (Thyroid simulating hormone),
 - Créatininémie,
 - Protidémie,
 - Albuminémie.
- La recherche d'une carence vitamino-calcique
 - Calcémie,
 - Phosphorémie,
 - Vitamine D.

3. Données ostéodensitométriques

Une ostéodensitométrie osseuse était réalisée par absorptiométrie biphotonique à rayons X. La mesure de la DMO (Densité Minérale Osseuse) était effectuée sur le rachis lombaire et sur l'extrémité supérieure du fémur. La DMO est comparée à celle d'une population d'adultes âgés de 30 à 40 ans. La différence définit le T-score, valeur exprimée en nombre d'écart-types. C'est à partir du T-score qu'est définie l'ostéoporose. L'interprétation du T-score est représentée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Interprétation du T-score.

T-score	Interprétation
> -1	normal
-2,5 < ? < -1	ostéopénie
< -2,5	ostéoporose

E. Scanner postopératoire

Tous les patients ont bénéficié d'un scanner de contrôle à 6 mois. Cet examen avait pour but de vérifier la consolidation du foyer fracturaire et d'étudier le devenir de la comminution de la corticale postérieure.

III. Critères d'exclusion

Ont été exclus de l'étude :

- Les patients qui ne se sont pas présentés aux consultations de contrôle,
- Les patients dont l'état de santé ne permettait pas de remplir les scores d'évaluation fonctionnelle (patients grabataires, déments),
- Les patients qui n'ont pas effectué le scanner de contrôle à 6 mois.

Les critères d'exclusion sont illustrés par l'organigramme présenté en annexe 5.

IV. Recueil des données radiologiques

1. Radiographies préopératoires

Les mesures suivantes ont été effectuées sur les clichés radiographiques préopératoires :

- Radiographie de face (figure 1) :
 - Inclinaison radiale (IR) : Elle apprécie l'orientation ulnaire de la surface articulaire de l'extrémité inférieure du radius. Elle est mesurée par l'angle que fait la glène radiale avec la perpendiculaire de l'axe du radius. Sa valeur moyenne est de 25° (entre 20° et 30°) (15),
 - Index radio-ulnaire distale (IRU) : Il équivaut à la différence de longueur normalement observée entre radius et ulna. Il correspond à la distance comprise entre la perpendiculaire à l'axe du radius au niveau de l'angle interne de sa surface articulaire inférieure et la parallèle passant par la base de la tête ulnaire. Il varie de $-0,38 \pm 1,48$ mm à $-0,84 \pm 1,23$ mm (15).

- Radiographie de profil :
 - Inclinaison sagittale du radius (ISR) (figure 2) : Elle traduit l'orientation antérieure de sa surface articulaire. Elle est mesurée par l'angle que fait la glène radiale avec la perpendiculaire à l'axe du radius. Sa valeur normale varie de 2 à 20° (15),
 - Hauteur de la comminution de la corticale postérieure du radius quand elle était présente. Cette mesure correspond à la distance entre la partie la plus proximale et la partie la plus distale du foyer de fracture à la partie postérieure du radius. Cette mesure est illustrée par la figure 3.

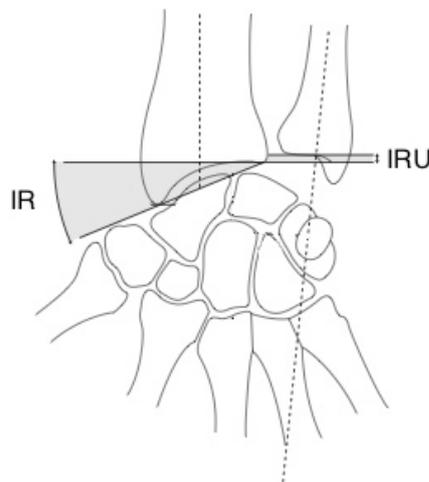
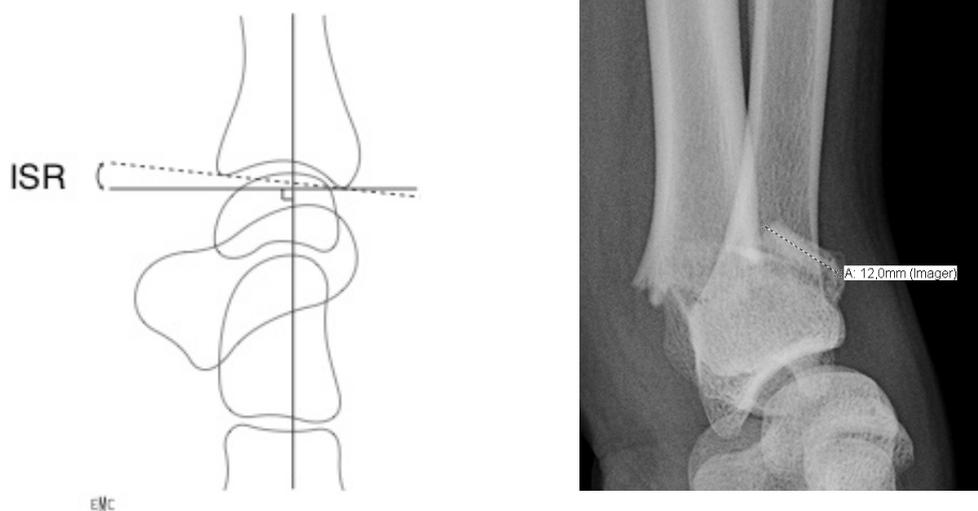


Figure 1 : Mesures effectuées sur les radiographies de face.



Figures 2 et 3 : Mesures effectuées sur les radiographies de profil (15).

La présence d'une fracture de l'extrémité distale de l'ulna était également notée. On distinguait les fractures de la pointe de la styloïde ulnaire, de la base de la styloïde, de la tête ulnaire et du col de l'ulna.

2. Scanner préopératoire

Les mesures étaient réalisées après reconstruction 3D. On pouvait alors mesurer la surface de la corticale qui présentait une comminution (figure 4). Cette comminution était également classée en fonction de sa localisation :

- postéro-ulnaire,
- postéro-radiale,
- occupant la totalité de la corticale postérieure,
- extension de la comminution vers la corticale antérieure.

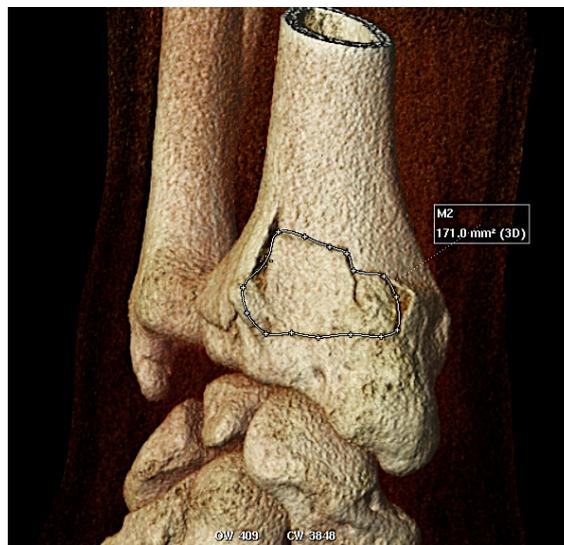


Figure 4 : Mesure scannographique de la surface de la comminution corticale postérieure après reconstruction 3D chez un patient présentant une comminution postéro-radiale.

3. Suivi radiographique

Les mesures radiographiques (IR, IRU et ISR) telles que décrites plus haut étaient réalisées sur les clichés postopératoires et sur ceux réalisés lors des consultations de contrôle à 1, 3 et 6 mois.

Un défaut de réduction était défini par une IR < 20°, une ISR < 2° et un IRU > 1,1 mm (-0,38 + 1,48) sur les radiographies postopératoires immédiates. Les seuils choisis correspondent aux limites de normalité citées plus haut.

Un déplacement secondaire a été défini arbitrairement par une perte de l'IR ou de l'ISR de plus de 5° entre les clichés postopératoires et les radiographies réalisées lors des consultations de contrôle.

4. Scanner postopératoire

Le scanner à 6 mois postopératoires a permis d'étudier le devenir de la comminution postérieure.

Deux critères ont pu être évalués :

- la corticalisation de l'ancienne zone de comminution,
- l'existence ou non d'une encoche au niveau de la corticale postérieure.

Nous avons eu la surprise de constater, à l'analyse des scanners postopératoires, un défaut métaphysaire distal intra médullaire présent chez la majorité des patients. Nous avons voulu caractériser cette lésion par son volume, sa densité mesurée en unités de Hounsfield (UH) et sa localisation.

5. Caractérisation du défaut métaphysaire

a) Volume

Le défaut métaphysaire distal a été assimilé à un ellipsoïde dont le volume est calculé par la formule : $V = \frac{4\pi abc}{3}$ où a, b et c correspondent aux diamètres des 3 plans de l'espace (hauteur, largeur et épaisseur) (16). La figure 5 illustre la mesure de ce volume.

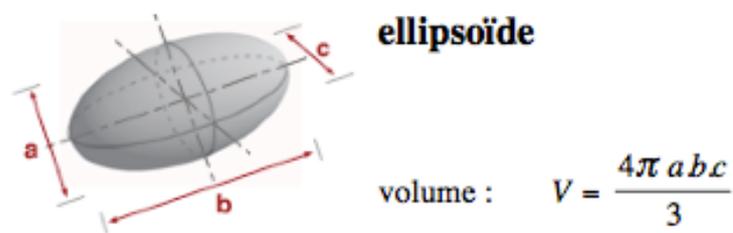
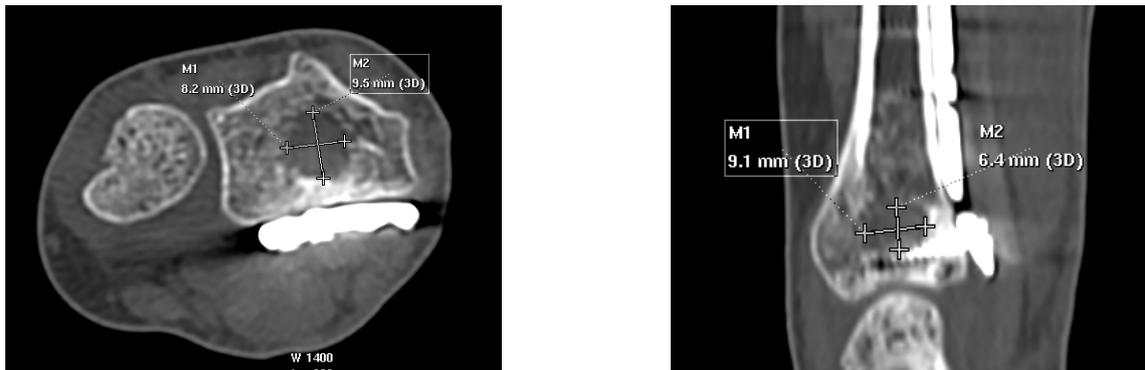


Figure 5 : Calcul du volume d'un ellipsoïde (16).

Les mesures de la hauteur, de la largeur et de l'épaisseur des défauts ont été réalisées de la façon suivante :

- Sur les coupes axiales étaient mesurées la largeur et l'épaisseur (figure 6),
- Sur les coupes sagittales étaient mesurées la hauteur et l'épaisseur (figure 7),
- Sur les coupes frontales étaient mesurées la hauteur et la largeur.

De cette façon, 2 mesures de chaque diamètre étaient obtenues. C'est la moyenne de ces 2 mesures qui était utilisée pour calculer le volume.



Figures 6 et 7 : Illustration des mesures réalisées sur les coupes axiales (à gauche) et sagittales (à droite).

Afin d'obtenir des mesures reproductibles d'un patient à l'autre, les référentiels utilisés pour chacune des coupes étaient toujours les mêmes :

- Pour les coupes axiales, le plan était perpendiculaire à l'axe du radius dans les plans sagittal et frontal,
- Pour les coupes sagittales, le plan était perpendiculaire à la ligne joignant les styloïdes radiale et ulnaire dans le plan axial et parallèle à l'axe du radius dans le plan frontal,
- Pour les coupes frontales, le plan était parallèle à l'axe du radius dans le plan sagittal et parallèle à la ligne joignant les styloïdes radiale et ulnaire dans le plan axial.

Les illustrations de ces référentiels sont rapportées en annexe 6.

b) Densité

La densité (en UH) était calculée sur les coupes axiales. Trois mesures étaient réalisées aux parties proximale, moyenne et distale du défaut afin d'obtenir une moyenne (figure 8). Le tableau 3 montre les densités des matières courantes.

Tableau 3 : Densité (en UH) des matières courantes (17).

Matière	Densité
Air	-1000
Graisse	-100/-50
Eau	0
Sang	30/45
Muscle	10/40
Os spongieux	700
Os cortical	3000



Figure 8 : Illustration de la mesure de la densité scannographique du défaut.

c) Localisation

La distance entre la partie la plus distale du défaut et l'interligne articulaire a été calculée sur les coupes sagittales.

V. Analyse statistique

Les résultats sont exprimés par la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum pour les variables quantitatives et par pourcentage pour les variables qualitatives.

La distribution des variables numériques a été analysée par un test de normalité de Shapiro-Wilk.

Les corrélations entre les variables numériques ont été évaluées au moyen du test de corrélation de Pearson, ou du test de corrélation de Spearman, selon la distribution des variables.

Le niveau de significativité a été fixé à 5 %.

Les analyses ont été réalisées par la Plateforme d'aide méthodologique du CHRU de Lille au moyen du logiciel SAS (SAS Institute version 9.3).

RESULTATS

I. Population

Durant la période d'inclusion de mars à décembre 2014, 38 patients ont présenté une fracture extra-articulaire du poignet. Parmi ces patients, 9 ont finalement été exclus. Un patient est décédé dans les 6 mois postopératoires, 3 patients ne se sont pas présentés dès la première consultation de contrôle à 1 mois, 2 patients ont refusé le scanner postopératoire et 3 patients étaient déments ou grabataires. Au total, 29 patients ont été inclus dans l'étude. Il s'agissait de 7 hommes (24,1 %) et 22 femmes (75,9 %), soit un sex ratio de 0,32. L'âge moyen lors de la fracture était de 60,2 ans (18-89). La figure 9 représente la répartition des patients en fonction de leur âge.

Parmi les 29 fractures, 17 (58,6 %) intéressaient le côté droit et 12 (41,4 %) le côté gauche. Le côté dominant était atteint chez 18 patients (62,1 %).

Les caractéristiques de la population sont rapportées en annexe 7.

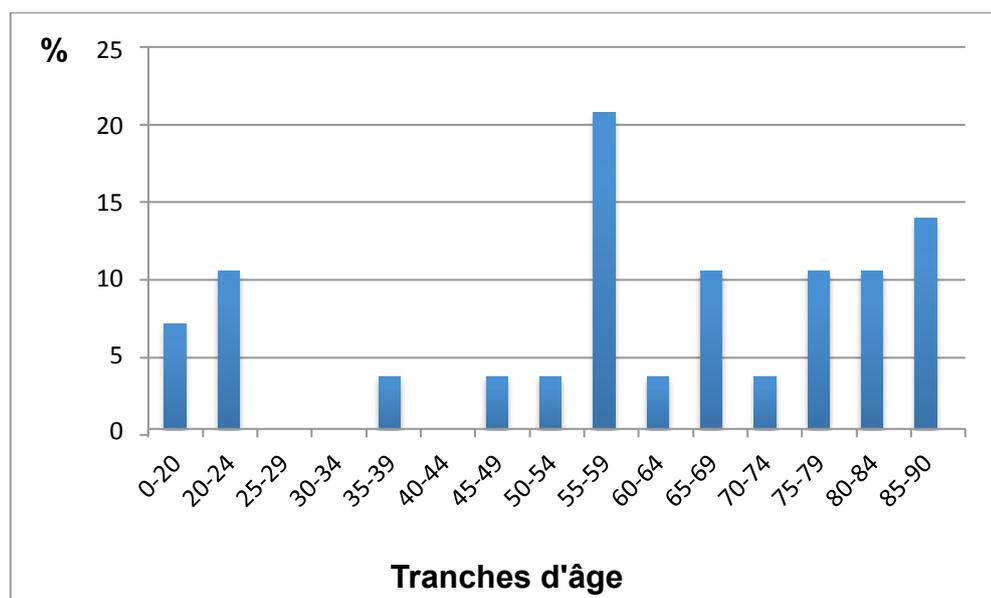


Figure 9 : Répartition des patients en fonction de leur âge.

II. Données cliniques

Les données recueillies lors des consultations de contrôle à 1, 3 et 6 mois sont regroupées dans le tableau en annexe 8.

1. Douleur

A 6 mois postopératoires, l'EVA moyenne au repos était de 0,52 ($\pm 1,30$; min=0 - max=5), contre 1,72 ($\pm 2,05$; 0 - 6) pour l'EVA activité. La majorité des patients (52 %) étaient totalement indolores à ce stade.

2. Force

La force au dynamomètre de Jamar[®] du côté fracturé est exprimée en pourcentage (par rapport au côté sain). Sa valeur moyenne était de 86,10 % ($\pm 25,43$; 50 - 150).

3. Résultats fonctionnels

A 6 mois postopératoires, le score de Quick DASH moyen était de 19,04 ($\pm 21,69$; 0 - 68,18). Pour le score de Mayo Clinic adapté au poignet, la moyenne était de 77,07 ($\pm 12,71$; 55 - 100). L'interprétation du score Mayo Clinic donnait 9 excellents résultats (31,1 %), 7 bons résultats (24,1 %), 8 résultats moyens (27,6 %) et 5 mauvais résultats (17,2 %) (figure 10). Les meilleurs résultats étaient obtenus chez les patients les plus jeunes. Cent pour cent des patients âgés de moins de 40 ans avaient un résultat bon ou excellent.

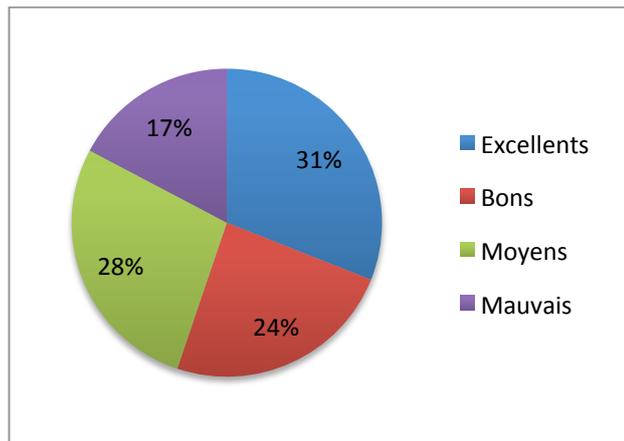


Figure 10 : Répartition des résultats fonctionnels selon le score de Mayo Clinic.

III. Données radiologiques

1. Classification des fractures (tableau 4)

Les fractures ont été rangées selon la classification M.E.U. de Lulan. Seuls les patients qui avaient bénéficié d'un scanner préopératoire permettant une analyse précise de la comminution ont été classés. On notait, sur les 20 patients qui avaient bénéficié d'un scanner préopératoire, 1 patient M2E0U0 (5 %), 2 patients M2E0U2 (10 %), 3 patients M3E0U0 (15 %), 6 patients M3E0U1 (30 %), 6 patients M3E0U2 (30 %) et 2 patients M3E0U3 (10 %).

Tableau 4 : Répartition des patients suivant les critères de la classification de Lulan.

Stade	M	E	U
0	-	20	4
1	-	-	6
2	3	-	8
3	17	-	2
4	-	-	-

M : Métaphyse ; **E** : Epiphyse ; **U** : Ulna

2. Angles mesurés

Les données concernant les angles calculés sur les radiographies préopératoires, postopératoires et lors de la consultation à 6 mois sont regroupées dans l'annexe 9.

Sur les clichés préopératoires, l'IR moyenne témoignant de l'impaction radiale était de $12,24^{\circ}$ ($\pm 7,03$; -4 - 25). L'IRU moyen était de 0,50 mm ($\pm 1,69$; -2,0 - 4,7) et la bascule dorsale évaluée par l'ISR moyenne était de $-23,45^{\circ}$ ($\pm 11,05$; -41 - -2).

3. Défaut de réduction

Un défaut de réduction a été retrouvé chez 16 patients (55,2 %). Il s'agissait d'un défaut de réduction de l'IR dans le plan frontal dans 11 cas, de l'ISR dans 4 cas et de l'IRU dans 2 cas. Le tableau 5 montre les défauts de réduction retrouvés pour ces 16 patients.

Le défaut de réduction était en moyenne de 5° ($\pm 2,52$; 1 - 9) pour l'IR, de 5° ($\pm 1,87$; 2 - 7) pour l'ISR et de 1,75 mm pour l'IRU.

Il n'a pas été mis en évidence de lien statistique entre l'existence d'un défaut de réduction et les scores fonctionnels.

Tableau 5 : Défauts de réduction retrouvés chez nos patients.

Patient	Défauts de réduction		
	IR n=11	ISR n=4	IRU n=2
2		5	
3	9		
5		6	
6	5		
12	7		
14	6		
18		2	
20			1,2
21	1		
22	2		
23	6		
24			2,3
25	8		
27	6	7	
28	2		
29	3		

IR : Inclinaison radiale (en degrés) ; **ISR** : Inclinaison sagittale du radius (en degrés) ; **IRU** : Index radio-ulnaire (en mm)

4. Déplacement secondaire

Selon les critères définis dans le chapitre « matériels et méthodes », nous n'avons déploré qu'un seul déplacement secondaire (figures 11 et 12). Il s'agissait d'une patiente de 88 ans. Entre les clichés postopératoires et les clichés à 6 mois, on notait une majoration de la bascule postérieure de 10°. La hauteur du radius avait dans le même temps diminué de 15 mm et l'IR était resté stable.



Figures 11 et 12 : Radiographies de profil postopératoire immédiate (à gauche) et à 6 mois (à droite) montrant la majoration de la bascule dorsale.

IV. Complications

Toutes causes confondues, le taux de complications s'élevait à 24,1 % (7 patients).

1. Troubles neurologiques

Trois patients (10,3 %) présentait des troubles neurologiques en postopératoire. Pour l'un d'entre eux, il s'agissait de paresthésies dans le talon de la main spontanément résolutive, probablement liées à la voie d'abord. Pour les 2 autres patients, il s'agissait de lésions nerveuses liées au traumatisme initial et confirmées par un électromyogramme. Dans un cas, il s'agissait d'une lésion du nerf médian par le foyer de fracture du radius et dans l'autre cas, d'une lésion du nerf ulnaire par une fracture comminutive du col de l'ulna qui a évolué en une pseudarthrose hypertrophique (figure 13).



Figure 13 : Radiographie de face à 6 mois postopératoires chez une patiente de 85 ans montrant la pseudarthrose hypertrophique de l'ulna. La fracture du radius distal est quant à elle consolidée.

2. Lésions tendineuses

Une patiente a présenté à 3 mois postopératoires une rupture du long fléchisseur du pouce et du fléchisseur profond de l'index par conflit avec la plaque devenue saillante après un déplacement secondaire.

3. Algodystrophie

Deux patients (6,9 %) ont présenté un syndrome douloureux régional complexe confirmé par une scintigraphie osseuse.

4. Pseudarthrose

Aucun patient ne présentait de pseudarthrose à 6 mois. Deux patients (6,9 %) ont présenté un retard de consolidation (figure 14). Le taux de consolidation est donc de 93,1 %. Parmi les 2 patients qui présentaient une consolidation partielle à 6 mois, 1 patient était sous corticothérapie au long cours à la suite d'une transplantation cardiaque.



Figure 14 : Coupe sagittale de scanner à 6 mois postopératoire montrant la persistance du foyer de fracture.

5. Vis intra-articulaire

Il a été mis en évidence 1 vis intra-articulaire au scanner de contrôle chez 3 patients (10,3 %) (figure 15).



Figure 15 : Coupe de scanner montrant l'effraction articulaire d'une des vis épiphysaires.

V. Bilan ostéoporotique

1. Risques fracturaires

Les données permettant de calculer les risques fracturaires à 10 ans via l'outil FRAX® sont rapportées en annexe 10. Le tableau 6 montre les risques à 10 ans de fractures ostéoporotiques majeures et de fracture du col fémoral. Ce score n'était pas calculable pour les patients 1, 2, 5, 9, 10 et 29 car ils étaient âgés de moins de 40 ans. La patiente 15 était porteuse de 2 prothèses totales de hanche. La DMO au niveau du col fémoral n'était donc pas calculable.

Tableau 6 : Risques fracturaires à 10 ans calculés par l'outil FRAX®.

Patient	Fracture majeure	Fracture du CF
3	19	11
4	7,6	2,5
6	4	1,9
7	4,8	1,4
8	2,4	0,4
11	31	17
12	29	19
13	3,2	0,6
14	3	0,5
16	24	13
17	3,5	0,9
18	3,1	0,5
19	53	45
20	27	28
21	1,8	0,2
22	8,1	1,4
23	24	11
24	5,9	1,5
25	15	6,7
26	4,3	0,9
27	1,6	0,2
28	18	11

Les données sont exprimées en pourcentage.

CF : Col fémoral

2. Résultats biologiques

Le bilan biologique n'a pas été réalisé pour les patients les plus jeunes. Les patients 1, 2, 5, 9 et 10 âgés respectivement de 23, 22, 18, 23 et 19 ans n'en ont pas bénéficié.

a) *Calcémie*

Sur les 24 patients ayant bénéficié d'un bilan biologique, la calcémie moyenne était de 94,82 mg/l (+/-3,96 ; 85,8 - 102,0) pour des valeurs normales entre 86 et 102 mg/l (les valeurs normales varient quelque peu d'un laboratoire à l'autre). Aucun patient ne présentait de dyscalcémie.

b) Phosphorémie

La phosphorémie moyenne était de 36,70 mg/l (+/-5,97 ; 26 - 51,5) pour des valeurs normales situées entre 25 et 45 mg/l. Une seule patiente présentait une hyperphosphorémie sans autre anomalie biologique.

c) Vitamine D

La valeur moyenne du taux de vitamine D était de 21,09 ng/ml (+/-10,11 ; 7,0 - 48,60). La valeur normale de la vitamine D est comprise entre 30 et 60 ng/ml. La figure 16 illustre la répartition des valeurs de la vitamine D. Dix-neuf patients (79,2 %) avaient une carence en vitamine D.

Les patients qui présentaient une carence en vitamine D étaient orientés vers leur médecin traitant pour la supplémentation.

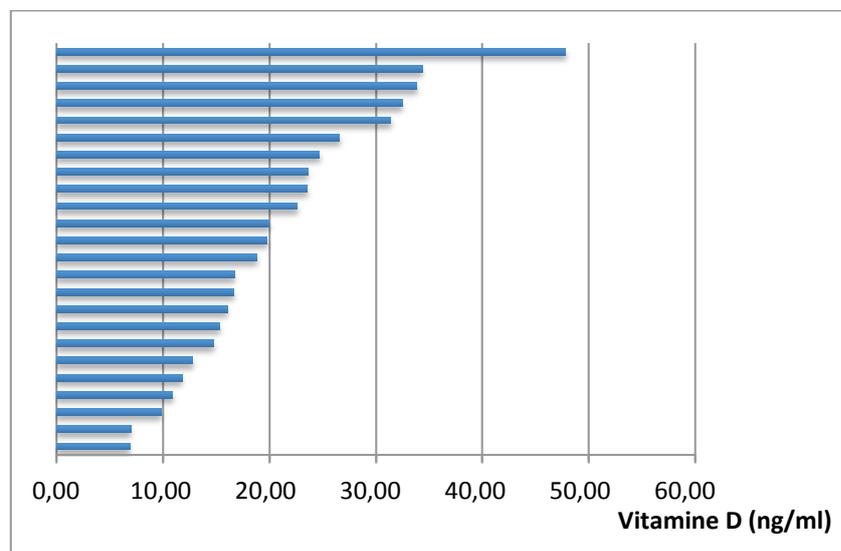


Figure 16 : Répartition des valeurs de Vitamine D.

d) Ostéoporose secondaire

Chez tous les patients qui ont bénéficié d'un bilan biologique, il n'a pas été mis en évidence d'ostéoporose d'origine secondaire. Les dosages de TSH, créatininémie, albuminémie et protidémie étaient normaux ou subnormaux.

3. Ostéodensitométrie

Les figures 17 et 18 illustrent les résultats des ostéodensitométries réalisées chez 24 patients pour les mesures au niveau du rachis lombaire et chez 23 patients au niveau du col fémoral.

a) *Rachis lombaire*

Le T-score moyen était de $-1,01$ ($\pm 1,59$; $-3,40 - 2,40$). Onze patients (45,8 %) avaient une ostéopénie et 3 patients (12,5 %) avaient une ostéoporose densitométrique au niveau du rachis lombaire.

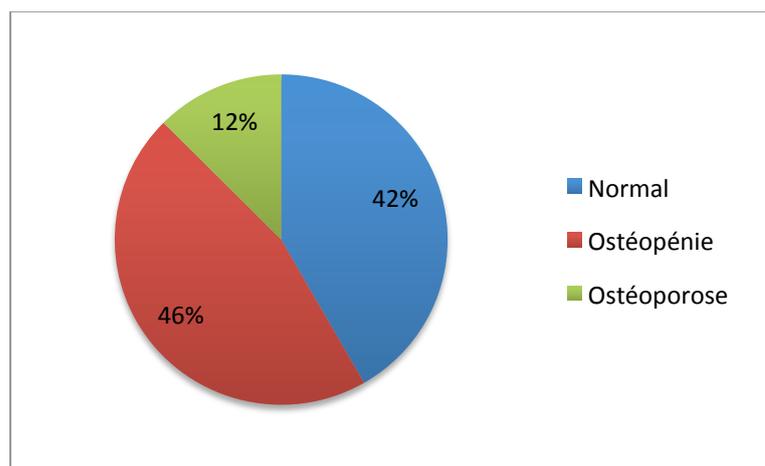


Figure 17 : Répartition des résultats densitométriques au niveau du rachis lombaire.

b) *Col fémoral*

Le T-score moyen était de $-1,79$ ($\pm 1,01$; $-3,8 - -0,2$). Treize patients (56,5 %) avaient une ostéopénie et 7 patients (30,5 %) avaient une ostéoporose densitométrique au niveau du col fémoral.

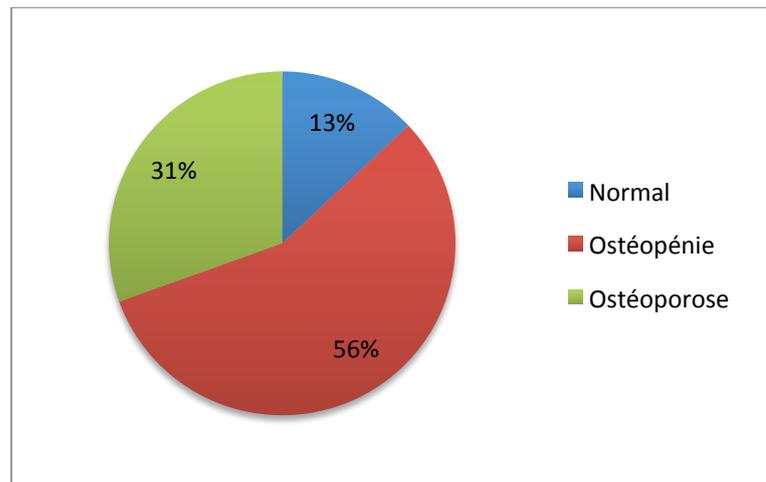


Figure 18 : Répartition des résultats densitométriques au niveau du col fémoral.

Les patients qui présentaient un risque fracturaire élevé ou une ostéoporose densitométrique étaient adressés en consultation de rhumatologie pour la prise en charge.

VI. Caractérisation de la comminution postérieure

1. Radiographies préopératoires

Sur les clichés préopératoires de profil, était mesurée la hauteur de la comminution. Celle-ci était en moyenne de 11,31 mm ($\pm 2,20$; 7,6 - 16,4). Tous les patients présentaient une comminution postérieure. La hauteur de la comminution n'influçait pas le résultat fonctionnel (score de Quick DASH et de Mayo Clinic).

2. Scanner préopératoire

Des scanners préopératoires ont été réalisés pour 20 patients. Tous présentaient une comminution de la corticale postérieure. Chez ces patients, la surface de la comminution postérieure était en moyenne de 315,34 mm² (+/-114,92 ; 116,0 - 564,72). La figure 19 montre la répartition des valeurs de surface de la comminution postérieure.

Dans 75 % des cas, la comminution intéressait la totalité de la corticale postérieure (figure 20). Elle était limitée à la corticale postéro-ulnaire dans 10 % des cas (figure 21) et à la corticale postéro-radiale dans 5 % des cas (figure 22). Pour les 10 % restant, on notait une extension de la comminution vers la corticale antérieure sans qu'elle soit circonférentielle (figure 23).

Tout comme pour la hauteur de la comminution postérieure, le résultat fonctionnel n'était pas lié à la surface de la comminution postérieure.

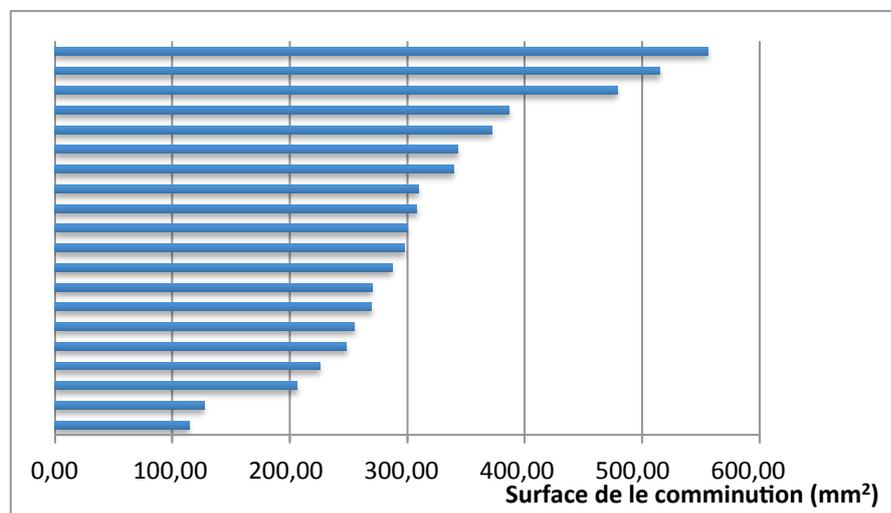


Figure 19 : Répartition des mesures de surface de la comminution postérieure.



Figure 20 : Comminution intéressant la totalité de la corticale postérieure.



Figure 21 : Comminution intéressant la partie postéro-ulnaire de la corticale.

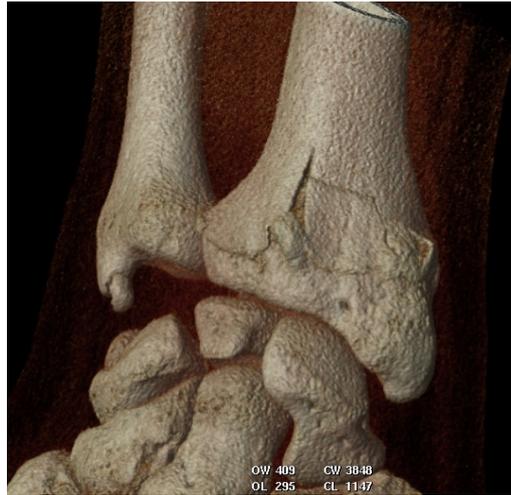


Figure 22 : Comminution intéressant la partie postéro-radiale de la corticale.



Figure 23 : Comminution atteignant la corticale antérieure.

VII. Devenir de la comminution postérieure

1. Défect métaphysaire

Chez 79,3 % des patients (23 patients), il a été retrouvé un défaut métaphysaire distal en regard de la comminution postérieure préopératoire.

a) **Volume (figure 24)**

Le volume moyen de ce défaut calculé chez tous les patients était de $1755,82 \text{ mm}^3$ soit $1,76 \text{ ml}$ ($\pm 1,52$; $0 - 5,83$). Il n'a été retrouvée aucune corrélation entre le volume du défaut métaphysaire et les différents paramètres étudiés (l'âge, les taux de calcium et de vitamine D, les données ostéodensitométriques, l'importance du déplacement initial et les caractéristiques de la comminution postérieure).

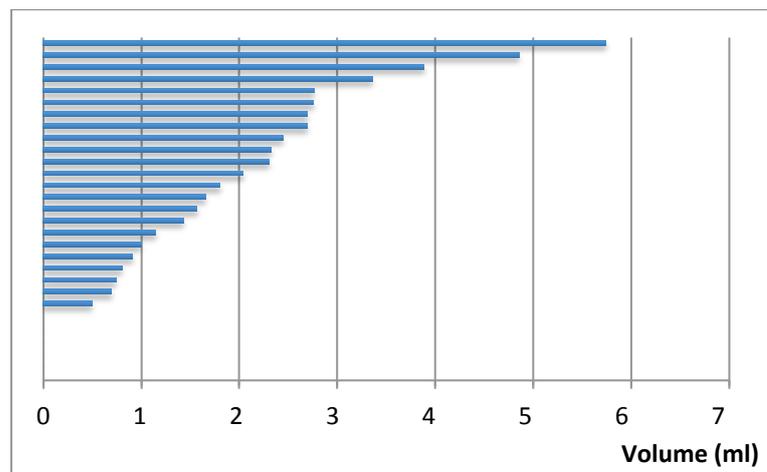


Figure 24 : Répartition des défauts en fonction de leur volume.

b) **Densité**

La densité du défaut mesurée en UH a pu être obtenue chez 22 patients. Chez l'une des patientes, la faible résolution du scanner n'a pas permis de calcul de la densité du défaut. La densité moyenne était de $-3,85 \text{ UH}$ ($\pm 59,90$; $-87,91 - 122,21$). La densité constatée se rapprochait de la densité graisseuse.

La densité du défaut était liée négativement à l'IMC $p=0,0039$ et positivement aux scores fonctionnels de Quick DASH et de Mayo Clinic avec respectivement $p=0,0010$ et $p=0,0063$. Plus l'IMC était grande, plus la densité du défaut était faible et plus la valeur de la densité était grande, meilleurs étaient les résultats fonctionnels.

En revanche, la densité n'était pas liée au volume du défaut, aux résultats de l'ostéodensitométrie et aux taux de calcium et de vitamine D.

c) Localisation

La partie la plus distale du défaut métaphysaire était située en moyenne à 5,47 mm (+/-2,67 ; 2,6 - 12,4) de l'interligne radio-carpienne.

2. Corticalisation

Il a été retrouvé un défaut de corticalisation postérieure chez 1 seul patient (3,45 %). Il s'agissait du patient sous corticothérapie au long cours.

3. Présence d'une encoche

Cinq encoches (17,24 %) ont été retrouvées chez les 29 patients. Le faible nombre de patient présentant une encoche ne permettait pas d'effectuer des tests statistiques mais les moyennes des scores fonctionnels différaient peu entre les patients « avec encoche » et les patients « sans encoche » comme le montre le tableau 7.

Tableau 7 : Moyenne des scores fonctionnels en fonction de la présence ou non d'une encoche.

Encoche	Moyenne	
	Quick DASH	Mayo Clinic
OUI	16,36	77
NON	19,6	77,08

DISCUSSION

Au cours des dernières décennies, différentes techniques d'ostéosynthèse des fractures déplacées de l'extrémité distale du radius ont été décrites. L'indication d'une ostéosynthèse en cas de fracture déplacée ne se discute pas étant donné l'impact péjoratif d'un cal vicieux sur la douleur, les mobilités et le résultat fonctionnel (1).

Les différentes techniques d'embrochage (18,19) : radial extra-focal, radial intra-focal (technique de Kapandji (20)), ulno-radial, centromédullaire élastique (technique de Py (21)) ou mixte se compliquent d'un taux important de déplacements secondaires : 30 % dans la série du symposium de la Sofcot (2). La fréquence de comminution postérieure (100 % des cas dans notre étude) explique ce taux important de déplacement secondaire.

Un système d'ostéosynthèse en vasque, associant un brochage intra-focal et la mise en place d'une plaque console antérieure a été décrite par certains auteurs mais ce système ne parvient pas à empêcher le déplacement postérieur dans les fractures comminutives (22).

D'autres ont préconisé l'utilisation de plaques postérieures (23,24). Ce procédé paraît logique, la plaque s'opposant au déplacement postérieur du fragment distal. Néanmoins, les complications notamment tendineuses liées à l'encombrement des plaques ne sont pas négligeables et avoisinent 30 % dans la plupart des séries (9).

La fixation externe est le traitement de choix des fractures comminutives métaphysaires et surtout épiphysaires qui ne sont pas l'objet de notre étude.

Avant l'avènement des plaques antérieures verrouillées, de nombreux auteurs se sont intéressés à la perte de substance métaphysaire créée par l'impaction osseuse, conscients qu'un maintien correct de la réduction passait par un comblement de cette perte de substance. Les premières études comparaient la cimentoplastie seule au traitement orthopédique avec de meilleurs résultats pour la cimentoplastie (5,25). Par la suite, le comblement du défaut métaphysaire a été

associé aux ostéosynthèses par broches (26,27). Ainsi, Zimmerman et al. montrent, dans une étude prospective chez 52 femmes ménopausées présentant une fracture du radius distal, une amélioration significative de la force, des mobilités et du résultat fonctionnel par l'adjonction de ciment injectable phosphocalcique à une ostéosynthèse percutanée par broches. La perte de réduction est significativement plus faible dans le groupe avec adjonction de ciment (27). D'autres substituts ont été utilisés comme l'hydroxyapatite associé à un embrochage percutané sur 31 fractures extra-articulaires avec des résultats fonctionnels satisfaisants et aucun déplacement secondaire (28). Bajammal et al. ont prouvé la supériorité du ciment injectable phosphocalcique par rapport aux greffes d'os autologue en termes de douleur et de perte de réduction (29).

Le comblement du défaut métaphysaire n'est pas un geste anodin et est associé à un certain nombre de complications spécifiques : la greffe autologue rajoute une morbidité au site donneur, les allogreffes comportent un risque de transmission de certaines pathologies et les substituts osseux peuvent migrer dans les tissus mous ou, plus gênant, en intra-articulaire (5).

Depuis quelques années, ces techniques de comblement métaphysaire associées à une ostéosynthèse par broches sont tombées en désuétude parallèlement au développement de plaques antérieures verrouillables de plus en plus sophistiquées. Les plaques de 4^{ème} génération sont plus fines s'adaptent au mieux à l'anatomie de la surface antérieure du radius distal et permettent au chirurgien de positionner les vis épiphysaires là où il le souhaite (vis polyaxiales) (9).

Nous avons retrouvé, dans notre étude, 1 patiente présentant un déplacement secondaire. Cette complication n'est en effet pas absente des séries publiées. Ainsi, dans une série de 228 patients, Lattamann et al. déplorent 2 déplacements secondaires (1 %) (30). Comment éviter cette complication ? Liverneaux a montré, de façon expérimentale que la résistance mécanique du radius pouvait être augmentée d'un facteur 1,99 par une injection percutanée de ciment phosphocalcique au niveau métaphysaire (31). Certains auteurs ont donc proposé de combler le vide métaphysaire en complément de l'ostéosynthèse par plaque antérieure (32,33). Les études comparatives ne retrouvent pas de différence significative en termes de résultats et de déplacement secondaire. Leur utilisation n'est donc pas justifiée dans le traitement des fractures extra-articulaires, d'autant

plus qu'ils majoraient le coût et la morbidité de l'intervention (risque de diffusion du produit de substitution, nécessité d'une voie d'abord postérieure supplémentaire).

Il a été démontré que la stabilité de l'ostéosynthèse était meilleure quand les vis épiphysaires étaient situées au niveau de l'os sous-chondral (zone de 4mm au dessus de la surface articulaire) (34). Dans notre série, la distance moyenne entre le défaut métaphysaire et l'interligne articulaire était de 5,47mm, ce qui confirme la nécessité de positionner les vis épiphysaires très distalement afin d'avoir la meilleure tenue possible et limiter les risques de déplacement secondaire. La « fenêtre de tir » des vis épiphysaires est donc restreinte et le risque est à la saillie des vis dans l'articulation radio-carpienne (3 patients soit 10,3 % dans notre étude). Ce risque peut être diminué par l'utilisation de l'arthroscopie, indication en vogue pour le traitement des fractures articulaires (35) mais qui aurait également sa place dans les fractures extra-articulaires, notamment pour le diagnostic des lésions ligamentaires. Ces lésions ligamentaires, non étudiées dans notre série sont probablement sous-évaluées. Lamraski et al. dénombrèrent 57 % d'anomalies arthrographiques, tous types de fractures confondues (36).

Peu d'études se sont intéressés au devenir du défaut métaphysaire créé par la fracture en l'absence de comblement. Lutz et al. ont rapporté, dans une étude histomorphométrique, le devenir de ce défaut métaphysaire distal après fracture du radius à déplacement postérieur (37). Après consolidation radiologique, les paramètres micro-architecturaux osseux palmaire et dorsal sont significativement différents. Cette constatation va dans le sens de notre étude : l'os spongieux métaphysaire dorsal ayant subi une impaction lors du traumatisme ne retrouve pas son architecture antérieure même après la consolidation. D'autres travaux réalisés chez l'animal montrent une capacité de régénération osseuse pour les petits défauts alors que les défauts plus volumineux laissent place à un tissu fibreux et à un os spongieux de moindre qualité (38,39).

Les résultats des bilans ostéodensitométriques effectués chez nos malades montrent un taux d'ostéoporose de 30,5 % et un taux d'ostéopénie de 56 %. Pour comparaison, ces taux, dans la population générale sont de 13,7 % pour l'ostéoporose densitométrique et de 59 % pour l'ostéopénie (40). Le taux de patients ostéoporotiques est plus élevé dans notre étude, résultat logique puisqu'il s'agit de

patients ayant présenté une fracture du poignet. Il est par contre intéressant de souligner qu'il n'y a pas plus de patients ostéopéniques dans notre population de patients ayant présenté une fracture du poignet que dans la population générale. Cependant, l'existence d'une ostéoporose densitométrique n'est pas un facteur de mauvais résultats fonctionnels comme l'ont montré Choi et al (41).

Les bilans phosphocalciques étaient normaux, même chez les patients ostéoporotiques. Ce résultat était attendu puisque l'ostéoporose ne perturbe pas le bilan phosphocalcique (42).

La majorité des patients (79,2 %) présentaient une carence en vitamine D. Ces résultats sont concordants avec ceux d'autres études qui prônent une supplémentation en vitamine D (42,43). En plus de son rôle dans l'absorption intestinale du calcium, la supplémentation en vitamine D serait associée à la réduction de la mortalité de certains cancers, à la diminution du risque d'infection, de maladies inflammatoires ou encore de maladies cardiovasculaires (43).

Nous n'avons pas trouvé de lien statistique entre le volume du défaut métaphysaire à 6 mois postopératoires et les données ostéodensitométriques. Il aurait été logique que les défauts soient plus volumineux chez les patients ostéoporotiques. En effet, l'architecture osseuse de l'extrémité distale du radius se modifie avec l'âge et chez les patients ostéoporotiques chez lesquels on note une raréfaction de l'os trabéculaire (44,45).

Ce travail démontre l'importance de rechercher une carence vitamino-calcique, une ostéoporose et d'évaluer le risque fracturaire chez tous les patients présentant une fracture de l'extrémité distale du radius après 40 ans. En effet près d'un patient sur 3 présentait une ostéoporose densitométrique et 8 patients avaient un risque de fracture du col fémoral à 10 ans supérieur à 10%. Les patients présentant une anomalie du bilan ostéoporotique ou un risque fracturaire élevé doivent être orientés vers une consultation spécialisée de rhumatologie. Un traitement sera donné au patient en fonction du rapport bénéfice-risque. Le traitement est en général envisagé pour un risque de fracture du col fémoral à 10 ans de l'ordre de 5 à 7 % et pour un risque de fracture majeure de 10 à 20 % (12).

La densité du défaut métaphysaire était liée positivement aux résultats fonctionnels. On peut avancer l'hypothèse qu'un défaut ayant une densité élevée a un contenu qui se rapproche de l'os spongieux alors qu'un défaut ayant une densité

basse a un contenu plutôt fibreux. Une meilleure régénération osseuse apporterait donc un meilleur résultat fonctionnel. Malheureusement, aucun critère, dans notre étude ne permet de prédire la régénération osseuse puisque ni les données cliniques, ni les données biologiques, ni les données ostéodensitométriques ne sont liées à la densité du défaut.

Nous n'avons noté qu'un seul défaut de corticalisation. Cela signe une consolidation correcte des fragments corticaux au niveau de la comminution. Une encoche sur la corticale postérieure a été retrouvée 5 fois. Il s'agit de patients pour lesquels l'inclinaison sagittale du radius n'avait pas été suffisamment restaurée et qui ont consolidé avec un petit cal vicieux.

Une des principales limites de ce travail réside dans l'absence de scanners préopératoires systématiques. En effet, 9 patients n'en ont pas bénéficié du fait d'un encombrement du scanner des urgences au moment de leur admission.

L'impaction osseuse et le vide métaphysaire créés par le traumatisme aurait pu être analysés en préopératoire, de façon plus précise et plus reproductible par des examens radiologiques (radiographies et scanners) réalisés après réduction initiale de la fracture.

Enfin, le nombre de patients de notre étude reste relativement faible et n'a pas permis la réalisation de tests statistiques pour les données peu fréquentes.

CONCLUSION

Les fractures extra-articulaires du radius distal à déplacement postérieur s'accompagnent très fréquemment d'une comminution corticale postérieure et d'un défaut métaphysaire lié à l'écrasement de l'os trabéculaire de la métaphyse distale du radius.

La corticale postérieure consolide parfaitement sans stigmate de la comminution préopératoire sous réserve d'une réduction correcte du foyer fracturaire et d'une fixation pérenne.

Seul persiste le défaut métaphysaire dans la plupart des cas, défaut comblé par un tissu différent de l'os spongieux métaphysaire, de densité moindre et dont les propriétés mécaniques sont mal connues.

Nous n'avons pas mis en évidence de lien entre le volume de ce défaut et les résultats fonctionnels, par contre les résultats fonctionnels étaient meilleurs quand la densité du défaut était élevée. Malheureusement, aucun des autres critères étudiés n'était lié à la densité du défaut.

Notre étude ne permet pas d'associer une fragilité accrue de l'extrémité distale du radius à la présence de ce défaut métaphysaire.

Il serait intéressant de suivre l'évolution de ce défaut à plus long terme et d'en analyser l'aspect histologique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Obert L, Uhring J, Rey PB, Rochet S, Lepage D, Leclerc G, et col. Aspects anatomiques et biomécaniques des fractures du radius distal de l'adulte : revue de la littérature. *Chir Main*. 2012 Dec;31(6):287-97.
2. Herzberg G, Dumontier C. Symposium : les fractures fraîches du radius distal chez l'adulte. *Rev Chir Orthop Appar Loc*. 2000;86(Suppl.1):70-141.
3. Lenoble E, Dumontier C. Fracture de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras chez l'adulte. EMC - Appareil locomoteur. Paris: Elsevier; 1997.
4. Herzberg G, Garret J, Erhard L. Anatomie du radius distal. Fractures du radius distal de l'adulte. Elsevier. Paris: Allieu Y; 1998. p. 14-27.
5. Handoll HHG, Watts AC. Bone grafts and bone substitutes for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;(2).
6. Huard S, Blanchet N, Leclerc G, Rochet S, Lepage D, Garbuio P, et col. Les fractures du radius distal après 70 ans : ostéosynthèse par plaque palmaire ou broches? *Chir Main*. 2010 Sep;29(4):236-41.
7. Jeudy J, Pernin J, Cronier P, Talha A, Massin P. Ostéosynthèse par plaque antérieure verrouillée des fractures complexes de l'extrémité distale du radius. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot*. 2007 Sep;93(5):435-43.
8. 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 Edinb Scotl*. 2005 Oct;30(5):499-503.
9. Obert L, Rey P-B, Uhring J, Gasse N, Rochet S, Lepage D, et al. Ostéosynthèse des fractures du radius distal chez l'adulte : mise au point. *Orthop Traum Surg Res*. 2013 Apr;99(2):216-34.
10. Laulan J, Bismuth J-P, Clément P, Garaud P. Classification analytique des fractures de l'extrémité distale du radius : la classification « M.E.U. ». *Chir Main*. 2007 Dec;26(6):293-9.
11. Klausmeyer MA, Mudgal C. Exposure of the forearm and distal radius. *Hand Clin*. 2014 Nov;30(4):427-33.

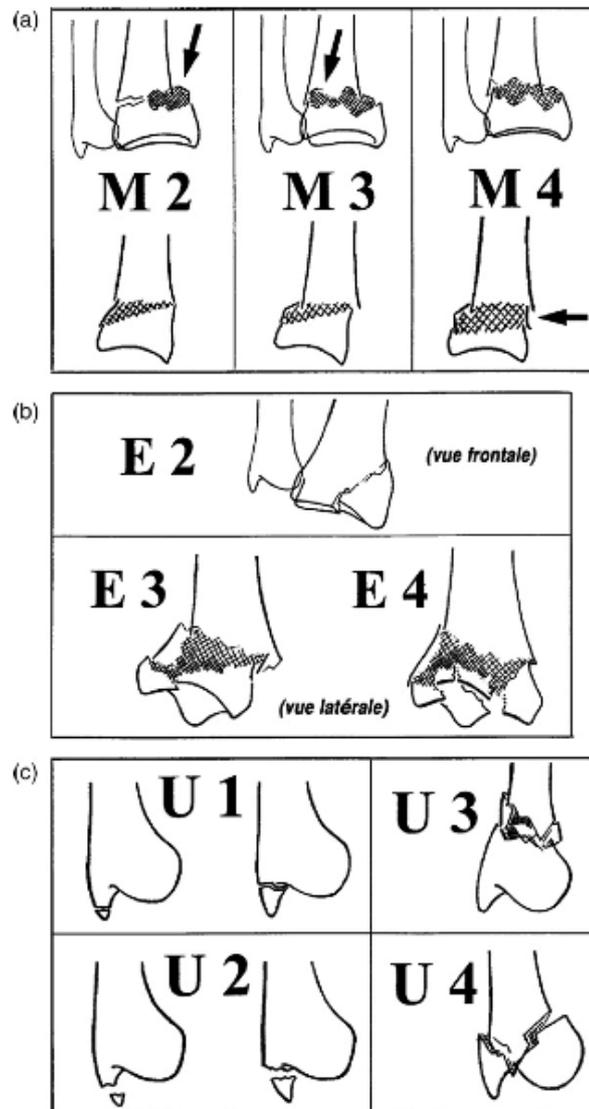
12. Roux C, Thomas T. Du bon usage du FRAX. *Revue du Rhumatisme*. 2009;76:1-3.
13. Watts NB. The Fracture Risk Assessment Tool (FRAX®): applications in clinical practice. *J Womens Health* 2002. 2011 Apr;20(4):525-31.
14. Kanis JA, Johansson H, Oden A, McCloskey EV. Assessment of fracture risk. *Eur J Radiol*. 2009 Sep;71(3):392-7.
15. Drapé J, Leblevec G, Godefroy D, Pessis E, Moutounet L, Chevrot A. Imagerie normale du poignet et de la main. Radiographies, arthrographie, échographie. EMC Radiodiagnostic - Squelette normal. Elsevier. Paris; 1999. p. 1-23.
16. Thomasset T. Surfaces et volumes. Tout sur les unités de mesure. 1999/2013.
17. Timothy G. *The Mathematics of Medical Imaging : A Beginner's Guide*. Springer; 2010.
18. Gravier R, Flecher X, Parratte S, Rapaie P, Argenson J-N. Trans-styloid and intrafocal pinning for extra-articular extension fractures of the distal radius: prospective randomized postoperative comparison with simple intra-focal pinning. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot*. 2006 Nov;92(7):657-62.
19. Saddiki R, Ohl X, Hemery X, Vitry F, Dehoux E, Harisboure A. Dorsally displaced distal radius fractures: comparative study of Py's and Kapandji's techniques. *Orthop Traum Surg Res*. 2012 Feb;98(1):61-7.
20. Kapandji A. Ostéosynthèse des fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. Conférence d'enseignement de la Sofcot. Elsevier. Paris: Duparc J.; 1994. p. 19-39.
21. Ebelin M, Delaunay C, Le Balc'h T, Nordin J. Embrochage élastique selon la technique de Py dans les fractures du radius distal. *Fractures du radius distal de l'adulte*. Elsevier. Paris: Allieu Y; 1998. p. 103-10.
22. Limousin M, Benoit O, Chantelot C, Gueguen G, Strouk G, Fontaine C. Etude prospective sur 36 mois de 12 ostéosyntheses en vasque de l'extrémité distale du radius *Chir Main*. 2003 Jun;22(3):138-43.
23. Obert L, Vichard P, Garbuio P, Tropet Y. Ostéosynthèse des fractures du radius distal par plaque postérieure : avantages et inconvénients. *Chir Main*. 2001 Dec;20(6):436-46.
24. Orbay JL, Touhami A, Orbay C. Fixed angle fixation of distal radius fractures through a minimally invasive approach. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2005 Sep;9(3):142-8.

25. Kopylov P, Jonsson K, Thorngren KG, Aspenberg P. Injectable calcium phosphate in the treatment of distal radial fractures. *J Hand Surg Edinb Scotl*. 1996 Dec;21(6):768-71.
26. Obert L, Leclerc G, Lepage D, Forterre O, Tropet Y, Garbuio P. Fractures comminutives du radius distal traitées par ostéosynthèse et substitut osseux injectable. Etude prospective de 39 cas. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot*. 2004 Nov;90(7):613-20.
27. Zimmermann R, Gabl M, Lutz M, Angermann P, Gschwentner M, Pechlaner S. Injectable calcium phosphate bone cement Norian SRS for the treatment of intra-articular compression fractures of the distal radius in osteoporotic women. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2003 Feb;123(1):22-7.
28. Hegde C, Shetty V, Wasnik S, Ahammed I, Shetty V. Use of bone graft substitute in the treatment for distal radius fractures in elderly. *Eur J Orthop Surg Traum*. 2013 Aug;23(6):651-6.
29. Bajammal SS, Zlowodzki M, Lelwica A, Tornetta P, Einhorn TA, Buckley R, et al. The use of calcium phosphate bone cement in fracture treatment. A meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Jun;90(6):1186-96.
30. Lattmann T, Meier C, Dietrich M, Forberger J, Platz A. Results of volar locking plate osteosynthesis for distal radial fractures. *J Trauma*. 2011 Jun;70(6):1510-8.
31. Liverneaux P. Augmentation expérimentale de la résistance du radius distal ostéoporotique par un ciment phosphocalcique. *Chir Main*. 2004 Feb;23(1):37-44.
32. Huber F-X, Hillmeier J, Herzog L, McArthur N, Kock H-J, Meeder PJ. Open reduction and palmar plate-osteosynthesis in combination with a nanocrystalline hydroxyapatite spacer in the treatment of comminuted fractures of the distal radius. *J Hand Surg Edinb Scotl*. 2006 Jun;31(3):298-303.
33. Huber F-X, Hillmeier J, Kock H-J, McArthur N, Huber C, Diwo M, et al. Filling of metaphyseal defects with nanocrystalline hydroxyapatite (Ostim) for fractures of the radius. *Zentralblatt Für Chir*. 2008 Dec;133(6):577-81.
34. Drobetz H, Bryant AL, Pokorny T, Spitaler R, Leixnering M, Jupiter JB. Volar fixed-angle plating of distal radius extension fractures: influence of plate position on secondary loss of reduction--a biomechanic study in a cadaveric model. *J Hand Surg*. 2006 Apr;31(4):615-22.

35. Mathoulin C, Sbihi A, Panciera P. Intérêt de l'arthroscopie du poignet dans le traitement des fractures articulaires du 1/4 inférieur du radius - à propos de 27 cas. *Chir Main*. 2001 Oct;20(5):342-50.
36. Lamraski G, Vancabeke M, Devos S, Putz P. Intracarpal ligament injuries associated with wrist fractures: a prospective radioclinical study of 40 patients. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot*. 2004 Oct;90(6):533-41.
37. Lutz M, Steck R, Sitte I, Rieger M, Schuetz M, Klestil T. The metaphyseal bone defect in distal radius fractures and its implication on trabecular remodeling-a histomorphometric study (case series). *J Orthop Surg*. 2015;10(1):61.
38. Monfoulet L, Rabier B, Chassande O, Fricain J-C. Drilled hole defects in mouse femur as models of intramembranous cortical and cancellous bone regeneration. *Calcif Tissue Int*. 2010 Jan;86(1):72-81.
39. Uusitalo H, Rantakokko J, Ahonen M, Jämsä T, Tuukkanen J, Kähäri V, et al. A metaphyseal defect model of the femur for studies of murine bone healing. *Bone*. 2001 Apr;28(4):423-9.
40. Euller Ziegler L. Prévalence de l'ostéoporose en population générale chez les femmes de 50 à 85 ans dans les Alpes-Maritimes. 22^e congrès de la Société Française de Rhumatologie; 2009.
41. Choi W-S, Lee HJ, Kim D-Y, Lee C-H, Lee BG, Kim J-H, et al. Does osteoporosis have a negative effect on the functional outcome of an osteoporotic distal radial fracture treated with a volar locking plate? *Bone Jt J*. 2015 Feb;97-B(2):229-34.
42. Cortet B. Mise au point - Diagnostic de l'ostéoporose : quels examens biologiques faut-il faire ? *Presse Médicale Paris Fr* 1983. 2006 Oct;35(10 Pt 2):1540-2.
43. Briot K, Audran M, Cortet B, Fardellone P, Marcelli C, Orcel P, et al. Vitamine D : effet osseux et extra-osseux ; recommandations de bon usage. *Presse Médicale Paris Fr* 1983. 2009 Jan;38(1):43-54.
44. Cortet B, Bourel P, Dubois P, Boutry N, Cotten A, Marchandise X. CT scan texture analysis of the distal radius: influence of age and menopausal status. *Rev Rhum Engl Ed*. 1998 Feb;65(2):109-18.
45. Cortet B, Dubois P, Boutry N, Bourel P, Cotten A, Marchandise X. Image analysis of the distal radius trabecular network using computed tomography. *Osteoporos Int*. 1999;9(5):410-9.

ANNEXES

Annexe 1 : Classification M.E.U. (10)



M (Composante métaphysaire) : M0 : trait métaphysaire absent ; M1 : trait métaphysaire simple ; M2 : trait métaphysaire déplacé avec comminution localisée ; M3 : trait métaphysaire avec comminution d'au moins une hémi-circonférence ; M4 : trait métaphysaire avec comminution circonférentielle.

E (Composante épiphysaire) : E0 : trait artulaire absent ; E1 : trait(s) artulaire(s), non déplacé(s) ; E2 : fragment(s) artulaire(s) déplacé(s) par cisaillement ; E3 : fragment(s) artulaire(s) déplacé(s) par compression localisée, présence d'un enfoncement sous-chondral localisé ; E4 : fragments articulaires déplacés par compression étendue. L'enfoncement sous-chondral concerne la quasi-totalité de la surface artulaire.

U (Analyse du trait ulnaire) : U0 : absence de trait de fracture ulnaire ; U1 : fracture de la styloïde ulnaire non déplacée (pointe ou base) ; U2 : fracture de la styloïde ulnaire déplacée ; U3 : fracture ulnaire métaphyso-diaphysaire ; U4 : fracture ulnaire métaphyso-épiphysaire.

Annexe 2 : Score de Quick DASH.

1

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
Veillez évaluer la sévérité des symptômes suivants durant les 7 derniers jours. (entourez une réponse sur chacune des lignes)		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.						
Calcul du score du QuickDASH = ([somme des n réponses] - 1) X 25, où n est égal au nombre de réponses.						

Annexe 3 : Score de Mayo Clinic adapté au poignet.

SCORE DE LA MAYO CLINIC MODIFIE (COONEY) DURANT LES 4 DERNIERES SEMAINES...

Item	Critères	Pondération	Score par item
1. Douleur (25 points)	Aucune	25 points	
	Légère	20 points	
	Modérée	15 points	
	Sévère	0 point	
2. Fonction (25 points)	Activité professionnelle normale	25 points	
	Activité professionnelle restreinte	20 points	
	Activité professionnelle possible mais sans emploi	15 points	
	Activité professionnelle impossible car algique	0 point	
3. Mobilité (25 points)	> 120°	25 points	
	90-120°	15 points	
	60-90°	10 points	
	30-60°	5 points	
	< 30°	0 point	
4. Force (25 pts) % côté contro-latéral	> 100%	25 points	
	75-100 %	15 points	
	50-75%	10 points	
	25-50%	5 points	
	0-25%	0 point	
SCORE TOTAL :	Excellent :	90..100	
	Bon :	80..89	
	Moyen :	60..79	
	Mauvais :	0..59	

Annexe 4 : Questionnaire utilisé pour calcul du score FRAX®.

FRAX® Outil d'Evaluation des Risques de Fractures

Accueil Outil de Calcul Tableau sur papier FAQ Références

Outil de Calcul

Veuillez répondre aux questions ci-dessous pour calculer la probabilité de fracture sur 10 ans sans ou avec DMO

Pays: **France** Nom/Identité: [A propos des facteurs de risques](#)

Questionnaire:

1. Âge (entre 40 et 90 ans) ou Date de Naissance
 Âge: Date de Naissance: A: M: J:

2. Sexe Masculin Féminin

3. Poids (kg)

4. Taille (cm)

5. Fracture antérieure Non Oui

6. Parents ayant eu une fracture de la hanche. Non Oui

7. Actuellement Fumeur Non Oui

8. Glucocorticoïdes Non Oui

9. Polyarthrite rhumatoïde Non Oui

10. Ostéoporose secondaire Non Oui

11. Acool trois unités par jour ou plus Non Oui

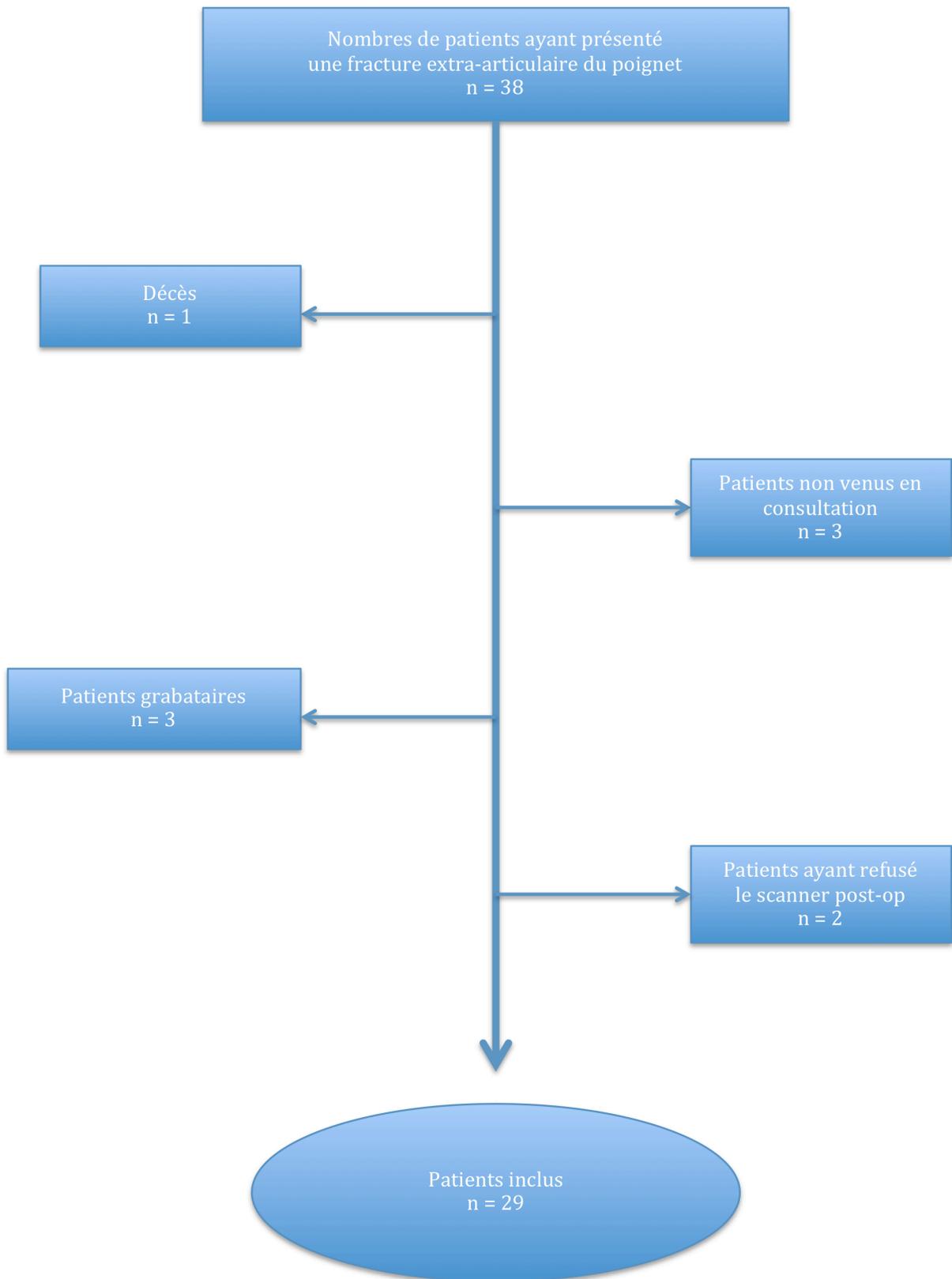
12. DMO du Col Fémoral (g/cm²)
 Choisissez BMD

BMI: 17.6
 The ten year probability of fracture (%)

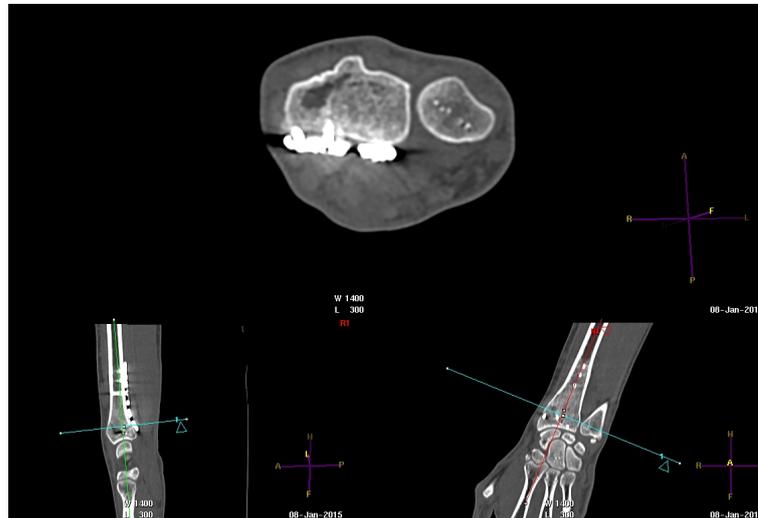
sans DMO

Major osteoporotic	53
Hip fracture	45

Annexe 5 : Critères d'exclusion.



Annexe 6 : Référentiels utilisés pour la mesure du volume des défauts métaphysaires sur les scanners postopératoires.



Référentiels utilisés pour les mesures effectuées sur les coupes axiales : le plan de coupe axial (ligne bleue) était perpendiculaire à l'axe du radius dans le plan sagittal (ligne verte) et dans le plan frontal (ligne rouge).



Référentiels utilisés pour les mesures sur les coupes sagittales : le plan de coupe sagittal (ligne bleue) est perpendiculaire à la ligne joignant les styloïdes radiale et ulnaire dans le plan axial (vert) et parallèle à l'axe du radius dans le plan frontal (ligne rouge).



Référentiels utilisés pour les mesures sur les coupes frontales :
le plan de coupe frontal (ligne bleue) était parallèle à l'axe du radius
dans le plan sagittal (ligne bleue) et parallèle à la ligne joignant
les styloïdes radiale et ulnaire dans le plan axial (ligne bleue).

Annexe 7 : Caractéristiques de la population de patients.

Patient	Age	Sexe	IMC	Côté atteint	Dominant
1	23	H	20,98	Gauche	Non
2	22	H	23,33	Droit	Oui
3	81	F	22,22	Droit	Oui
4	71	F	24,84	Droit	Oui
5	18	F	20,24	Gauche	Non
6	65	H	20,34	Gauche	Non
7	59	F	20,38	Droit	Oui
8	49	F	17,93	Droit	Oui
9	23	H	21,97	Droit	Oui
10	19	H	19,41	Gauche	Non
11	85	F	26,62	Gauche	Non
12	78	F	18,26	Gauche	Non
13	58	F	21,31	Droit	Oui
14	56	F	21,51	Droit	Oui
15	77	F	23,14	Droit	Oui
16	88	F	23,56	Droit	Oui
17	58	F	22,06	Droit	Oui
18	52	H	20,29	Gauche	Non
19	81	F	17,58	Droit	Oui
20	89	F	18,73	Gauche	Oui
21	58	F	43,15	Gauche	Non
22	63	F	21,8	Gauche	Non
23	88	F	24,91	Droit	Oui
24	68	F	25,21	Droit	Oui
25	80	F	26,95	Droit	Oui
26	67	F	33,12	Gauche	Non
27	57	H	31,77	Droit	Oui
28	75	F	21,5	Droit	Oui
29	37	F	24,91	Gauche	Non

IMC : Indice de masse corporelle ; **H** : Homme ; **F** : Femme

Annexe 8 : Suivi clinique des patients.

Patient	Terme	EVA repos	EVA act	QuickDASH	Mayo clinic	F	E	IU	IR	P	S	Jamar sain	Jamar patho
1	1 mois	0	0	13,64	80	55	70	55	25	85	90	45	32
	3 mois	0	0	0	90	80	60	55	40	85	90	46	36
	6 mois	0	0	0	90	80	70	55	40	85	90	45	40
2	1 mois	0	2	9,09	75	60	40	45	20	85	90	40	33
	3 mois	0	0	0	90	55	70	40	25	85	90	42	37
	6 mois	0	0	0	90	60	85	55	30	85	90	40	32
3	1 mois	0	0	43,18	65	70	45	65	20	85	45	18	12
	3 mois	0	0	36,36	75	80	60	45	20	85	55	15	10
	6 mois	0	0	56,82	70	75	40	40	30	85	45	18	15
4	1 mois	3	4	59,09	50	35	45	35	0	85	90	32	8
	3 mois	2	0	9,09	60	35	60	50	10	85	90	22	12
	6 mois	0	2	31,82	60	55	60	45	15	85	90	28	16
5	1 mois	0	0	6,82	70	60	50	55	20	85	60	30	12
	3 mois	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6 mois	0	4	34,09	80	75	75	60	20	60	90	32	18
6	1 mois	0	0	34,09	45	30	25	40	10	85	90	32	15
	3 mois	0	0	22,73	65	70	50	55	15	85	90	31	19
	6 mois	0	0	9,09	65	65	50	40	10	85	90	28	18
7	1 mois	0	2	6,82	85	80	45	60	30	85	90	24	20
	3 mois	0	0	0	90	70	55	65	25	85	90	23	22
	6 mois	0	0	0	90	80	60	60	30	85	90	24	23
8	1 mois	0	5	11,36	80	65	65	50	30	85	80	30	25
	3 mois	0	2	11,36	85	60	45	35	10	60	40	22	18
	6 mois	0	2	0	95	70	65	60	30	85	90	34	35
9	1 mois	0	3	36,36	55	45	25	20	10	70	5	20	7
	3 mois	0	2	11,36	85	60	45	35	10	60	40	22	18
	6 mois	0	0	0	100	80	50	40	15	85	90	28	32
10	1 mois	0	2	29,55	80	75	50	50	30	80	85	32	22
	3 mois	Non venu											
	6 mois	0	0	0	90	70	70	60	20	85	90	32	28
11	1 mois	2	5	72,73	30	45	35	25	20	40	70	12	5
	3 mois	5	8	77,27	40	60	50	30	5	80	55	10	7
	6 mois	0	2	68,18	65	55	45	35	20	85	90	16	8
12	1 mois	0	2	65,91	40	25	25	20	15	80	90	14	3
	3 mois	0	0	9,09	90	45	65	35	30	85	90	18	20
	6 mois	0	0	0	80	40	50	15	10	85	80	12	18
13	1 mois	2	3	72,73	35	60	30	25	5	70	60	24	5
	3 mois	0	5	40,91	55	70	40	35	5	85	90	26	12
	6 mois	4	6	29,55	55	70	50	40	20	85	90	19	12
14	1 mois	3	5	65,91	30	20	40	35	5	85	90	25	5
	3 mois	3	5	47,73	45	30	30	35	10	90	85	30	13
	6 mois	3	4	25	70	55	45	35	10	85	90	26	13
15	1 mois	3	8	72,73	25	10	35	30	0	70	70	14	4
	3 mois	2	5	59,09	60	70	50	10	20	70	80	18	14
	6 mois	0	0	47,73	70	65	55	50	10	85	85	14	13
16	1 mois	3	6	56,82	35	50	30	20	5	85	70	12	6
	3 mois	2	5	47,73	60	50	60	30	5	85	85	15	12
	6 mois	1	4	47,73	65	35	55	30	10	85	90	13	11
17	1 mois	0	4	75	35	45	45	40	10	70	80	24	8
	3 mois	0	2	25	80	65	60	20	10	85	90	27	17
	6 mois	0	3	13,64	80	75	75	50	30	85	90	23	18
18	1 mois	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 mois	0	2	31,82	60	50	50	45	30	60	80	39	22
	6 mois	0	0	0	90	65	60	45	25	85	90	38	34
19	1 mois	0	3	47,73	55	45	20	25	5	45	80	18	12
	3 mois	1	1	20,45	60	45	40	20	20	85	85	20	16
	6 mois	0	0	0	80	70	30	35	15	85	90	20	18
20	1 mois	0	4	36,36	40	40	35	35	15	85	90	10	5
	3 mois	0	0	50	80	65	60	30	10	85	75	10	8
	6 mois	0	0	50	80	60	60	30	15	85	90	11	9
21	1 mois	0	6	34,09	50	55	20	20	20	85	90	22	10
	3 mois	0	0	4,55	70	60	45	40	20	85	80	25	20
	6 mois	0	3	11,36	60	70	35	40	25	85	90	25	15
22	1 mois	2	4	54,55	50	45	40	35	20	85	90	37	8
	3 mois	0	2	11,36	65	40	45	50	20	85	90	30	18
	6 mois	0	0	9,09	80	55	65	55	35	85	90	28	22
23	1 mois	5	8	75	45	40	40	30	10	60	40	12	5
	3 mois	Non venu											
	6 mois	5	6	65,91	60	45	50	25	25	85	55	8	8
24	1 mois	5	6	50	40	30	20	40	5	85	70	7	8
	3 mois	0	5	18,18	85	55	65	35	10	85	90	8	12
	6 mois	0	3	18,18	95	55	70	40	10	85	90	10	12
25	1 mois	2	5	65,91	30	35	35	30	10	85	90	14	6
	3 mois	0	5	47,73	60	65	30	45	20	85	80	15	18
	6 mois	0	5	11,36	75	70	45	35	20	85	85	8	12
26	1 mois	0	3	40,91	60	40	35	20	20	85	50	14	8
	3 mois	0	4	38,64	75	45	55	40	30	85	80	15	10
	6 mois	2	4	9,09	60	45	50	20	10	85	90	14	8
27	1 mois	2	5	72,73	20	25	10	35	10	50	50	33	5
	3 mois	3	3	29,55	60	45	50	40	20	85	50	36	16
	6 mois	0	2	13,64	70	60	55	45	25	85	90	30	30
28	1 mois	1	3	59,09	50	35	45	35	0	80	80	16	10
	3 mois	0	0	9,09	75	60	50	40	10	85	90	15	8
	6 mois	0	0	0	80	55	45	35	5	85	90	14	13
29	1 mois	0	5	65,91	45	40	20	30	10	70	45	35	10
	3 mois	0	0	4,55	70	55	55	45	20	85	90	32	25
	6 mois	0	0	0	90	75	65	55	25	85	90	36	28

EVA : Echelle Visuelle Analogique ; EVA act : EVA activité ; F : Flexion (en degré) ; E : Extension ; IU : Inclinaison ulnaire ; IR : Inclinaison radiale ; P : Pronation ; S : Supination ; Jamar sain : Force de serrage (en kilogrammes) du côté sain ; Jamar patho : Force de serrage du côté fracturé

Annexe 9 : Suivi radiographique.

Patient	Date	IR	IRU	ISR
1	Pré-op	18	0	-39
	Post-op	20	-3,1	7
	6 mois	24	-2,4	5
2	Pré-op	25	-1,7	-7
	Post-op	22	-4	-3
	6 mois	23	-1,9	-1
3	Pré-op	5	1,5	-15
	Post-op	11	-1,4	16
	6 mois	15	-1,4	18
4	Pré-op	14	0	-17
	Post-op	20	-1,2	3
	6 mois	18	-1,4	3
5	Pré-op	20	-2	-28
	Post-op	22	-3,8	-4
	6 mois	23	-2,8	-3
6	Pré-op	19	0	-2
	Post-op	15	-1,1	6
	6 mois	18	0	9
7	Pré-op	7	0	-36
	Post-op	21	-0,7	6
	6 mois	22	-1,1	4
8	Pré-op	7	2,2	-37
	Post-op	23	-3,8	12
	6 mois	25	-1,4	10
9	Pré-op	3	2,5	-34
	Post-op	32	-0,8	11
	6 mois	32	-0,6	10
10	Pré-op	3	0	-14
	Post-op	20	-1,5	10
	6 mois	21	-1,7	15
11	Pré-op	18	1,5	-26
	Post-op	35	0	4
	6 mois	33	-1	4
12	Pré-op	5	1,4	-20
	Post-op	13	-1,2	3
	6 mois	11	0	6
13	Pré-op	3	4,7	-41
	Post-op	22	-0,9	7
	6 mois	21	-0,6	4
14	Pré-op	-4	2	-41
	Post-op	14	-1,3	6
	6 mois	13	-1,1	10
15	Pré-op	18	0	-23
	Post-op	20	-1,1	10
	6 mois	19	-1,1	8
16	Pré-op	8	2,2	-30
	Post-op	21	0	11
	6 mois	22	1,5	1
17	Pré-op	14	-1,2	-24
	Post-op	20	-2	7
	6 mois	19	-1,5	5
18	Pré-op	25	1,5	-36
	Post-op	23	0	0
	6 mois	23	0	0
19	Pré-op	19	0	-12
	Post-op	23	-1,6	12
	6 mois	26	-1	7
20	Pré-op	6	3,9	-35
	Post-op	22	2,3	6
	6 mois	25	2,5	4
21	Pré-op	14	-0,9	-19
	Post-op	19	-2,2	4
	6 mois	17	-2,3	5
22	Pré-op	12	0	-24
	Post-op	18	-5	11
	6 mois	20	-3	12
23	Pré-op	15	2,5	-21
	Post-op	14	0	10
	6 mois	19	2,3	7
24	Pré-op	16	-1,1	-9
	Post-op	21	3,4	6
	6 mois	27	2,4	3
25	Pré-op	8	-1	-5
	Post-op	12	-2,9	2
	6 mois	13	-1,8	5
26	Pré-op	13	-1,2	-18
	Post-op	23	-1,8	6
	6 mois	23	-1,7	9
27	Pré-op	14	0	-26
	Post-op	14	-2,4	-5
	6 mois	17	-1,7	-5
28	Pré-op	14	-1,1	-16
	Post-op	18	-3,2	16
	6 mois	20	-2,5	11
29	Pré-op	16	-1,1	-25
	Post-op	17	-2,7	15
	6 mois	19	-2,1	15

IR : Inclinaison radiale (en degrés) ; IRU : Index radio-ulnaire (en mm) ;
 ISR : Inclinaison sagittale du radius (en degrés)

Annexe 10 : Données recueillies pour calcul du risque fracturaire.

Patient	Age	Sexe	Poids	Taille	Fract. antérieure	Fract. parents	Tabac	GC	Ostéoporose secondaire	Alcool	DMO col fém
1	23	H	65	1,76			Oui				
2	22	H	83	1,81							
3	81	F	50	1,5							0,723
4	71	F	62	1,58							0,847
5	18	F	62	1,75							
6	65	H	63	1,76			Oui			Oui	0,599
7	59	F	61	1,73					Oui		0,69
8	49	F	50	1,67							0,806
9	23	H	76	1,86							
10	19	H	65	1,83			Oui				
11	85	F	69	1,61				Oui			0,518
12	78	F	40	1,48	Oui						0,723
13	58	F	58	1,65							0,838
14	56	F	60	1,67							0,651
15	77	F	63	1,65	Oui						
16	88	F	53	1,5							0,730
17	58	F	53	1,55			Oui				0,617
18	52	H	65	1,79				Oui			0,653
19	81	F	45	1,6	Oui		Oui		Oui		0,493
20	89	F	45	1,55							0,439
21	58	F	105	1,56							0,832
22	63	F	63	1,7							0,705
23	88	F	72	1,7		Oui					0,413
24	68	F	72	1,69							0,793
25	80	F	69	1,6							0,737
26	67	F	88	1,63							0,619
27	57	H	94	1,72							0,964
28	75	F	53	1,57					Oui		0,693
29	37	F	72	1,7							0,951

Fract. : Fracture ; Fract. Parents : fracture du col fémoral chez le père et/ou la mère ; GC : Prise prolongée de Glucocorticoïdes ; Alcool : Consommation d'au moins 3 verres par jour ; DMO col fém : Densité minérale osseuse au niveau du col fémoral (exprimée en g/cm²) ; H : Homme ; F : Femme

AUTEUR : Nom : GUILLOU

Prénom : Johan

Date de Soutenance : Jeudi 9 juillet 2015

Titre de la Thèse : Evaluation radio-clinique du devenir de la comminution postérieure dans les fractures extra-articulaires du poignet.

Thèse - Médecine - Lille 2015

Cadre de classement : Orthopédie

DES + spécialité : Chirurgie générale – Orthopédie-traumatologie

Mots-clés : Fracture radius distal ; poignet ; comminution postérieure

Résumé :

Contexte : Les fractures extra-articulaires de l'extrémité distale du radius à déplacement postérieur sont actuellement traitées par plaques antérieures verrouillées par la plupart des chirurgiens. Ce mode d'ostéosynthèse par voie antérieure néglige la comminution de la corticale postérieure quand elle existe sans se soucier de sa bonne reconstitution. Ce travail avait pour but d'étudier le devenir de la comminution postérieure dans ce type de fracture.

Méthode : Il s'agit d'une étude prospective, monocentrique menée de mars 2014 à juin 2015. Tous les patients consultant aux urgences et présentant une fracture extra-articulaire de l'extrémité distale du radius à déplacement postérieur étaient inclus. Un scanner préopératoire était idéalement réalisé pour évaluer au mieux la comminution postérieure. Toutes les fractures étaient ostéosynthésées par une plaque antérieure verrouillée. Les patients étaient revus à 1, 3 et 6 mois pour une évaluation clinique, radiologique et fonctionnelle par les scores de Quick DASH et de Mayo Clinic. Durant le suivi, un bilan biologique comprenant le dosage de la vitamine D et de la calcémie ainsi qu'une ostéodensitométrie osseuse étaient réalisés. A 6 mois post-opératoires, 1 scanner était réalisé pour évaluer le devenir de la comminution postérieure.

Résultats : Vingt-neuf patients ont été inclus. Tous présentaient une comminution corticale postérieure. A 6 mois postopératoires, il a été retrouvé chez 79,3 % des patients un défaut métaphysaire ovalaire. Le volume moyen de ce défaut était de 1,76 ml (+/-1,52). Le contenu de ce défaut avait une tonalité proche de celle de la graisse. La corticale postérieure du radius était quant à elle restituée *ad integrum*. Il n'a pas été mis en évidence de lien statistique entre le volume du défaut et les différents paramètres étudiés (l'âge, les taux de calcium et de vitamine D, les données ostéodensitométriques, l'importance du déplacement initial et les caractéristiques de la comminution postérieure). Par contre, la densité du défaut était liée négativement à l'IMC et positivement aux résultats fonctionnels.

Conclusion : Dans les fractures extra-articulaires du radius distal à déplacement postérieur, persiste après la consolidation radiologique, un défaut métaphysaire distal lié à la compression de l'os spongieux lors du traumatisme. La comminution postérieure présente très fréquemment dans ce type de fracture, guérit quant à elle complètement sans lésion résiduelle.

Composition du Jury :

Président : Pr C.FONTAINE

Assesseurs : Pr B. CORTET, Pr X. DEMONDION, Dr E. GUERRE,

Pr C. CHANTELOT (DT)