



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



Année 2016

Thèse N° 213/16

TRAITEMENT CHIRURGICAL PAR VISSAGE PERCUTANÉ
ANTÉRIEUR DES FRACTURES DU SCAPHOÏDE
(Apropos 21 cas)

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 19/10/2016

PAR

M. JDID HAYTHAME

Né le 14 Août 1985 à Taza

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Vissage – Percutané – Antérieur – Fracture – Scaphoïde – Vis de Herbert

JURY

M. BOUTAYEB FAOUZI.....	PRESIDENT
Professeur d'enseignement supérieur de Traumatologie-orthopédie	
M . MARZOUKI AMINE	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	
M. LAHRACH KAMALE.....	JUGE
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	

PLAN

INTRODUCTION.....	8
HISTORIQUE.....	10
PARTIE THEORIQUE	13
I. RAPPEL ANATOMIQUE.....	14
A. L'OS SCAPHOÏDE (OS SCAPHOIDEUM)	14
B. ARTICULATION RADIO-CARPIENNE.....	18
1. Surfaces articulaires	18
2. Moyens d'union	20
a. La capsule	20
b. Les ligaments du scaphoïde	20
b. 1. Ligaments antérieurs	21
b. 2. Ligaments postérieurs	21
b. 3. Ligaments latéraux	22
c. La synoviale	23
C. ARTICULATION MEDIO-CARPIENNE	23
D. VASCULARISATION DU SCAPHOÏDE.....	25
E. Anatomie fonctionnelle.....	29
II. CLASSIFICATION ANATOMO-PATHOLOGIQUE	33
III. TRAITEMENTS DES FRACTURES DU SCAPHOÏDE CARPIEN	38
A. PRINCIPE GENERAL.....	38
B. LES DIFFERENTES MODALITES THERAPEUTIQUES	38
1. Le traitement orthopédique	38
a. Matériaux	38
b. Le mode d'immobilisation.....	38
c. La durée d'immobilisation.....	40

d. Les contraintes socioprofessionnelles	41
2. Matériaux d'ostéosynthèse	41
a. Les broches	41
b. Matériel d'ostéosynthèse par apposition	42
b. 1. Les agrafes.....	42
b. 2. Les plaques vissées d'ENDER	43
c. Les vis classiques.....	44
d. la vis de Herbert	46
d.1.Historique	46
d.2.Originalité et conception	48
3. Différentes techniques chirurgicales	49
a. Traitement chirurgical à ciel ouvert	49
a. 1. La voie antérieure	49
a. 2. La voie postérieure	49
a. 3. Voies combinées	49
b. Traitement chirurgical percutané.....	49
4. innovations	57
a. les dérivées de la vis de HERBERT	57
a. 1. Les vis à tête enfouie et a filetage non continu	57
a. 2.Vis a tête enfouie et a filetage continu	57
b. Fixation percutanée palmaire transtrapezienne	59
c. Vissage sous contrôle arthroscopique	59
d. La chirurgie assistée par ordinateur	60
MATERIEL ET METHODES	61
1. Critères d'inclusion	62

2. Critères d'exclusion.....	62
3. Fiche d'exploitation	63
RESULTATS	71
I. EPIDEMIOLOGIE	72
A. Age	72
B. Sexe	73
C. Profession	74
D. Statut fonctionnel.....	75
E. Côté dominant	75
F. Coté traumatisé	76
G. Etiologie.....	77
H. Mécanisme	78
II. DONNEES CLINIQUES.....	78
1. Signes fonctionnels	78
2. L'examen clinique local	78
3. Les lésions associées	79
III. DONNEES RADIOLOGIQUES.....	79
A. Moyens	79
B. Classifications anatomopathologiques	80
a. La répartition selon le siège de la fracture.....	80
b. répartition selon le degré de déplacement	81
IV. TRAITEMENT.....	82
1. Délai de consultation	82
2. Délai d'intervention	83
3. Indication de la technique Chirurgicale percutanée.....	83

4. l'installation du malade	83
5. Type d'anesthésie	84
6. Voie d'abord	86
7. Technique chirurgicale	86
8. Nombre de vis	89
9. Taille de vis.....	89
10. Durée d'hospitalisation	90
11. durée d'immobilisation post opératoire	90
12. Rééducation	90
13. Ablation du matériel	90
V. ETUDE ANALYTIQUE DES RESULTATS.....	91
A. Résultats cliniques	92
1. La mobilité	92
2. La force musculaire	92
3. Résultats fonctionnels	93
B. Résultats radiographiques	93
1. Consolidation.....	93
2. Cals vicieux.....	94
3. La nécrose.....	94
4. L'arthrose	94
C. L'influence sur l'activité professionnelle	94
CAS CLINIQUES.....	95
DISCUSSION	109
I. Discussion de la série	111
A. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES.....	111

1. Age	111
2. Sexe	112
3. Côté dominant	113
4. Circonstances de survenue de la fracture	115
5. le mécanisme	116
B. DONNEES RADIOLOGIQUES	119
II. RESULTATS	120
A. CONSOLIDATION	120
B. CALS VICIEUX DU SCAPHOIDE.....	122
C. MOBILITES ET FORCE MUSCULAIRE	123
D. RECUPERATION FONCTIONNELLE	125
E. COMPLICATIONS.....	125
CONCLUSION	127
RESUMES.....	129
BIBLIOGRAPHIE.....	135

INTRODUCTION

Les fractures du scaphoïde représentent 60% des fractures du carpe [55]. Elles surviennent essentiellement chez des hommes jeunes à la suite d'une chute sur le poignet en hyper extension. En l'absence de traitement, elles évoluent inévitablement vers une pseudarthrose, une plicature du scaphoïde avec collapsus du carpe et à long terme, vers une arthrose dégénérative du poignet de type «Scaphoid Non-union Advanced Collapse» (SNAC). Leur prise en charge est par conséquent indispensable pour prévenir les complications arthrosiques.

Ses modalités de prise en charge restent discutées : le traitement chirurgical par vissage percutané fait aujourd'hui l'unanimité car lui seul peut limiter l'instabilité carpienne résiduelle et l'arthrose.

Malgré ces avantages, il ne faut pas sous estimer la survenue de complications directement liées à ce type de traitement [21].

Notre travail présente les résultats d'une série rétrospective de 21 cas de fractures du scaphoïde traitée par ostéosynthèse percutanée au service de chirurgie traumatologique et orthopédique B3 du CHU HASSAN II de Fès.

Le but de cette étude était d'évaluer notre technique de vissage percutané des fractures du scaphoïde en terme de consolidation, complications et résultats fonctionnels par rapport aux séries de la littérature et de comparer les différents matériaux d'ostéosynthèse utilisés.

HISTORIQUE

Le traitement des fractures non déplacées a longtemps été dominé par une immobilisation brachio-anté-brachio-palmaire relayée à 6 semaines par une manchette prenant la colonne du pouce pour une durée totale de 3 mois.

Il est maintenant admis que l'immobilisation du coude n'augmente pas le taux de consolidation [37] et l'immobilisation de la colonne du pouce est elle aussi remise en cause [98, 13].

Le traitement orthopédique est long et reste contraignant et difficile à supporter chez des patients jeunes voulant reprendre rapidement une activité professionnelle ou sportive. Il entraîne par ailleurs une raideur du poignet qu'il est nécessaire de rééduquer pendant de long mois.

En 1970, **STRELI** [102] élaborait une technique chirurgicale percutanée par voie palmaire qui permettait de réaliser une ostéosynthèse du scaphoïde par un abord mini-invasif.

WOZASEK [120] fut un des premiers chirurgiens à publier ses résultats. Le principe était d'épargner l'environnement ligamentaire du carpe et de protéger la vascularisation précaire du scaphoïde. La reprise du travail était précoce (3 semaines) mais il existait encore un taux important de pseudarthrose.

En 1984, **HERBERT** [45] mit au point une nouvelle vis auto-compressive à double pas différentiel qui permit d'augmenter la compression du foyer de fracture et de limiter la durée de l'immobilisation post-opératoire tout en améliorant le taux de consolidation.

Les suites étaient par conséquent plus simples en terme de rééducation et la reprise du travail était plus rapide [121].

DAVIS [17] et **VINNARS** [111] ont par ailleurs démontré que le traitement chirurgical permettait de limiter le coût économique et social des fractures du scaphoïde en diminuant l'interruption des activités professionnelles.

PARTIE THEORIQUE

I. RAPPEL ANATOMIQUE

A. L'OS SCAPHOÏDE (OS SCAPHOIDEUM) :

Le scaphoïde (du grec *skaphos*: barque et *eidoy*: forme) peut être assimilé à une petite barque, c'est l'os le plus externe et le plus volumineux des os de la première rangée du carpe, il déborde en fait partiellement sur la deuxième rangée. (Fig. 1 et 3)

De dimensions et de forme très variables, il est allongé selon un axe oblique en bas et en dehors.

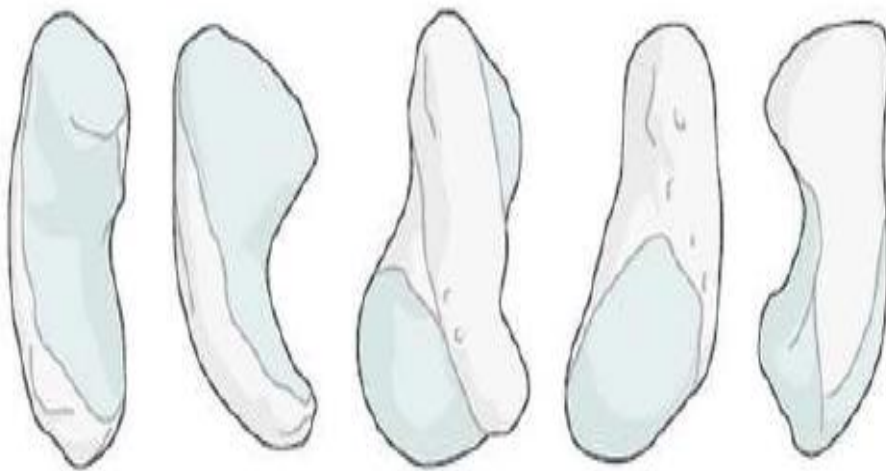


Figure1 : La forme anatomique du scaphoïde carpien [66]

On peut lui distinguer deux parties, l'une supérieure, et l'autre inférieure, réunies par un segment rétréci siège fréquent de fractures.

Quatre-vingt pour cent de sa surface est recouverte de cartilage réparti en cinq surfaces articulaires correspondant respectivement au radius, au lunatum, au capitatum, au trapèze et au trapézoïde.

Seuls le massif tuberculaire distal et la bande dorso-radiale (Fig. 2) rugueuse située au niveau de la face externe sont extra-articulaires. Ces surfaces correspondent aux attaches capsulo-ligamentaires et comportent des foramens pour les vaisseaux qui pénètrent l'os à ce niveau.

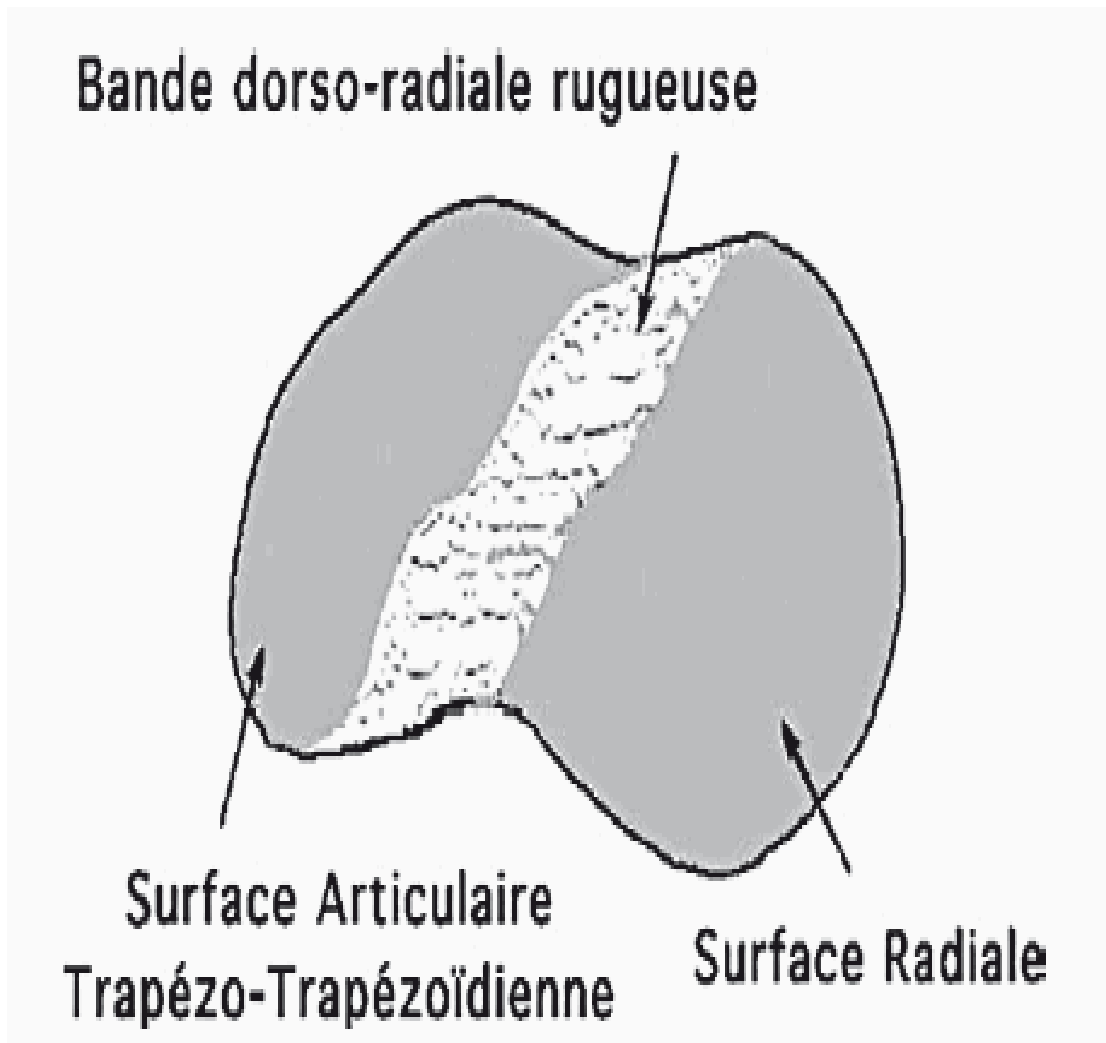


Figure2 : Schéma de la vue dorso-radiale du scaphoïde.

La bande dorso-radiale rugueuse sépare les deux surfaces recouvertes de cartilage [92]

La partie supérieure, la plus volumineuse, présente à sa face supérieure une surface articulaire régulièrement convexe destinée à s'articuler avec la facette scaphoïdienne de l'extrémité inférieure du radius.

Elle est séparée par une crête mousse d'une autre facette, plane et verticale située sur la face interne et destinée à s'articuler avec le semi-lunaire.

Les faces antérieure et postérieure de cette partie supérieure de l'os sont étroites, rugueuses, et donnent insertion aux ligaments antérieur et postérieur de la radio-carpienne. La face externe enfin présente une gouttière pour le passage de l'artère radiale.

La moitié inférieure du scaphoïde, élargie dans le sens transversal, présente à sa partie antéro-externe une saillie volumineuse, le tubercule du scaphoïde qui donne insertion au ligament annulaire antérieur du carpe et au muscle court abducteur du pouce. Elle présente également sur sa face interne une facette articulaire, sous-jacente à celle destinée au semi lunaire, facette très fortement excavée et qui s'articule avec la tête du grand os.

La face inférieure, convexe dans tous les sens présente deux facettes articulaires de forme quadrilatère, à peu près planes, séparées l'une de l'autre par une crête mousse et destinées à s'articuler avec le trapèze et le trapézoïde.

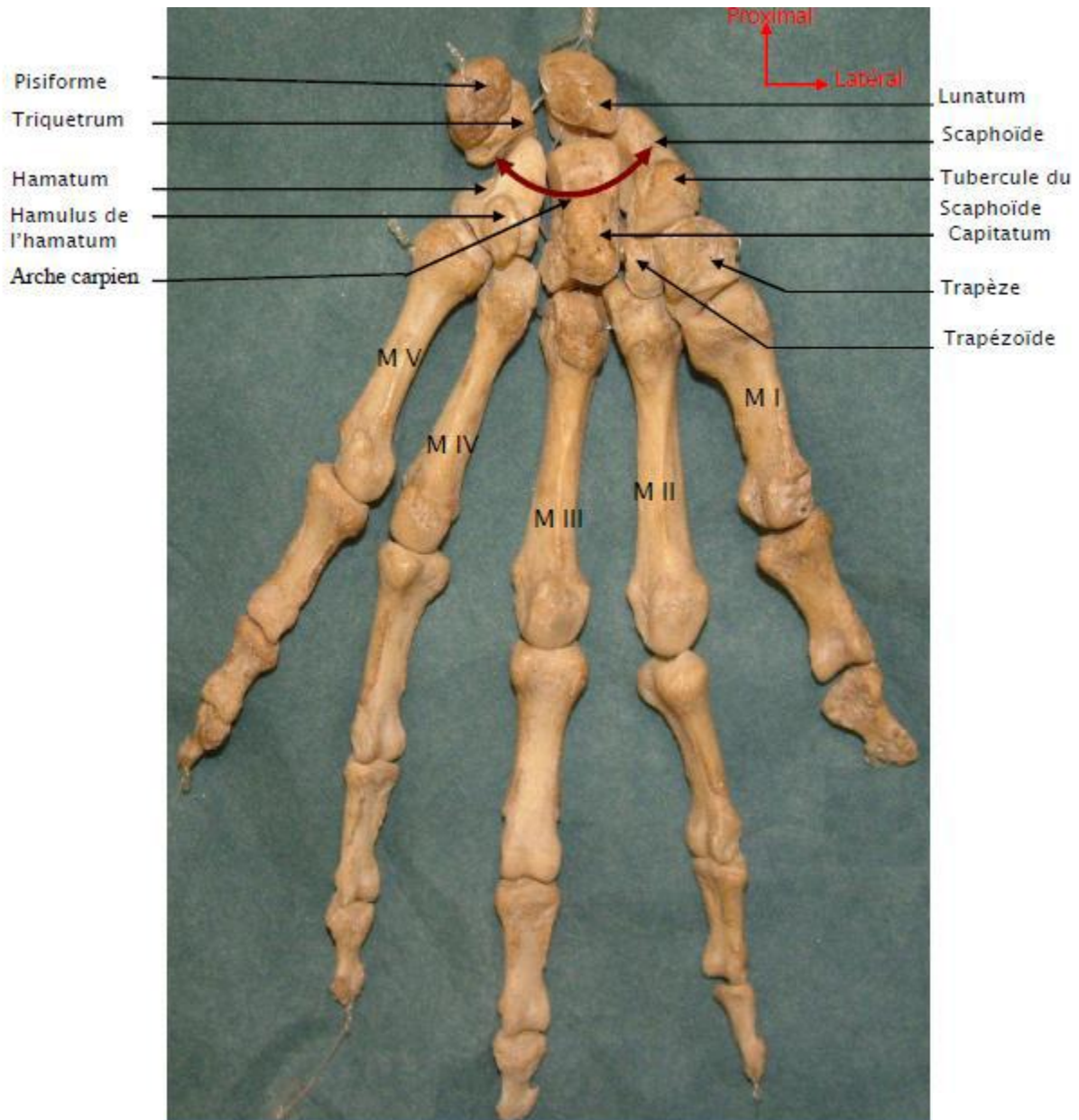


Figure3 : les pièces osseuses du carpe
(Laboratoire d'anatomie : faculté de médecine de Fès)

B. ARTICULATION RADIO-CARPIENNE

C'est une articulation de type condylien, elle réunit l'avant-bras à la première rangée du carpe.

1. Surfaces articulaires :

Elles sont représentées :

Du côté antébrachial par la glène antébrachiale formée par la face inférieure de l'épiphyse radiale inférieure et par la face inférieure du ligament triangulaire. L'extrémité inférieure du cubitus ne prend ainsi aucune part directe à la constitution de l'articulation radio-carpienne.

La glène antébrachiale comprend donc de dehors en dedans, la surface triangulaire scaphoïdienne de l'extrémité inférieure du radius, la surface quadrilatère, lunarienne, de cette même extrémité et la face inférieure plane du ligament triangulaire. Cet ensemble, régulièrement revêtu d'un cartilage hyalin plus épais à la périphérie que dans la partie centrale, forme une cavité qui regarde en bas, en avant et en dedans. Sa concavité est nettement plus marquée dans le sens antéro-postérieur que dans le sens transversal.

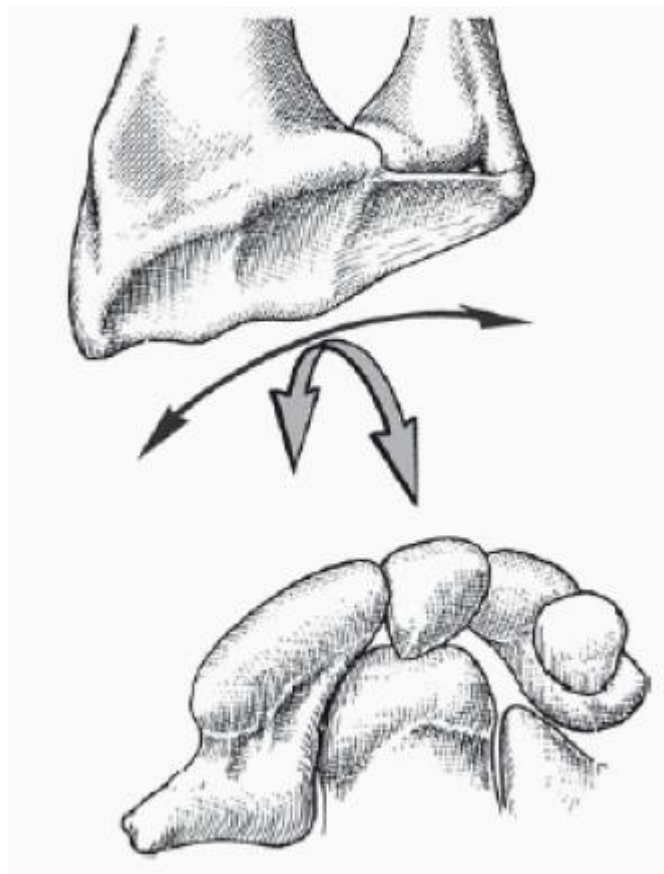


Figure 4: Surfaces articulaires de la radio-carpienne

Du côté carpien la surface articulaire constitue le condyle carpien. Celui-ci est formé de dehors en dedans par la face supérieure du scaphoïde, la face supérieure du semi-lunaire et une partie de la face supérieure du pyramidal. Le pisiforme, situé sur un plan plus antérieur ne prend aucune part à la constitution du condyle carpien. Scaphoïde, semi-lunaire et pyramidal sont solidarisés entre eux par des ligaments interosseux.

L'ensemble des trois os et les ligaments interosseux qui les unissent sont revêtus d'une couche continue de cartilage hyalin. Le condyle carpien ainsi constitué est régulièrement convexe, légèrement plus étendu que la glène qu'il déborde en arrière et latéralement et regarde en haut, en arrière et en dehors, orientation exactement inverse de celle de la glène.

La correspondance des éléments constitutifs de la glène et du condyle s'étale ainsi : le scaphoïde s'articule avec la facette triangulaire ; le pyramidal, qui ne prend qu'une part réduite à la constitution du condyle s'articule uniquement avec la partie interne du ligament triangulaire.

2. Moyens d'union [10]

Ils comprennent :

a. La capsule

Commune aux articulations radio-carpienne et radio-cubitale inférieure, elle s'insère en haut sur les bords marginaux de l'extrémité inférieure du radius et sur les bords du ligament triangulaire.

En bas, elle se fixe à la limite des surfaces cartilagineuses du condyle carpien. Relativement épaisse et solide en avant, elle est au contraire très mince latéralement et en arrière où elle présente souvent des déhiscences par lesquelles la synoviale peut faire hernie : c'est l'origine de la plupart des kystes synoviaux du poignet.

b. Les ligaments du scaphoïde [7, 10,77]

Le scaphoïde présente de solides attaches ligamentaires qui le relie aux os de voisinage. Ces ligaments s'insèrent sur toutes les zones non-articulaires du scaphoïde.

b. 1. Ligaments antérieurs

- Le ligament rayonné de Poirier : il naît du tubercule antérieur du grand os et donne des faisceaux divergents destinées aux os avoisinants du carpe (sauf le semi-lunaire). Il cravate la portion moyenne du scaphoïde et s'appuie sur elle en inclinaison radiale.
- Les ligaments radio-lunaire antérieur et luno-pyramidal amarrent solidement la styloïde radiale à la colonne interne du carpe.
- Radio-scapho-lunaire antérieur : naît de l'encoche scapho-lunaire du bord marginal antérieur du radius, donne deux faisceaux, l'un se terminant sur la crête mousse qui sépare les facettes radiale et lunarienne du scaphoïde, et l'autre sur la partie supérieure de la fosse criblée de la face externe du semi-lunaire.
- Scapho-lunaire interosseux : ligament intra-articulaire reliant le scaphoïde au semi-lunaire.

b. 2. Ligaments postérieurs

- Le ligament radio-scaphoïdien postérieur : naît sur le bord postérieur de la styloïde radiale et descend verticalement pour se fixer sur la face postérieure du scaphoïde.
- Le ligament scapho-pyramidal, ou ligament inter-carpien : tendu transversalement depuis la face dorsale du pyramidal jusqu'au scaphoïde d'une part, et jusqu'au trapèze et trapézoïde d'autre part.

b. 3. Ligaments latéraux

Un ligament partant du scaphoïde à la face postéro-externe du trapèze et un autre court et épais s'insérant en haut sur la styloïde radiale et descendant verticalement pour se fixer sur la face externe et sur le tubercule du scaphoïde.

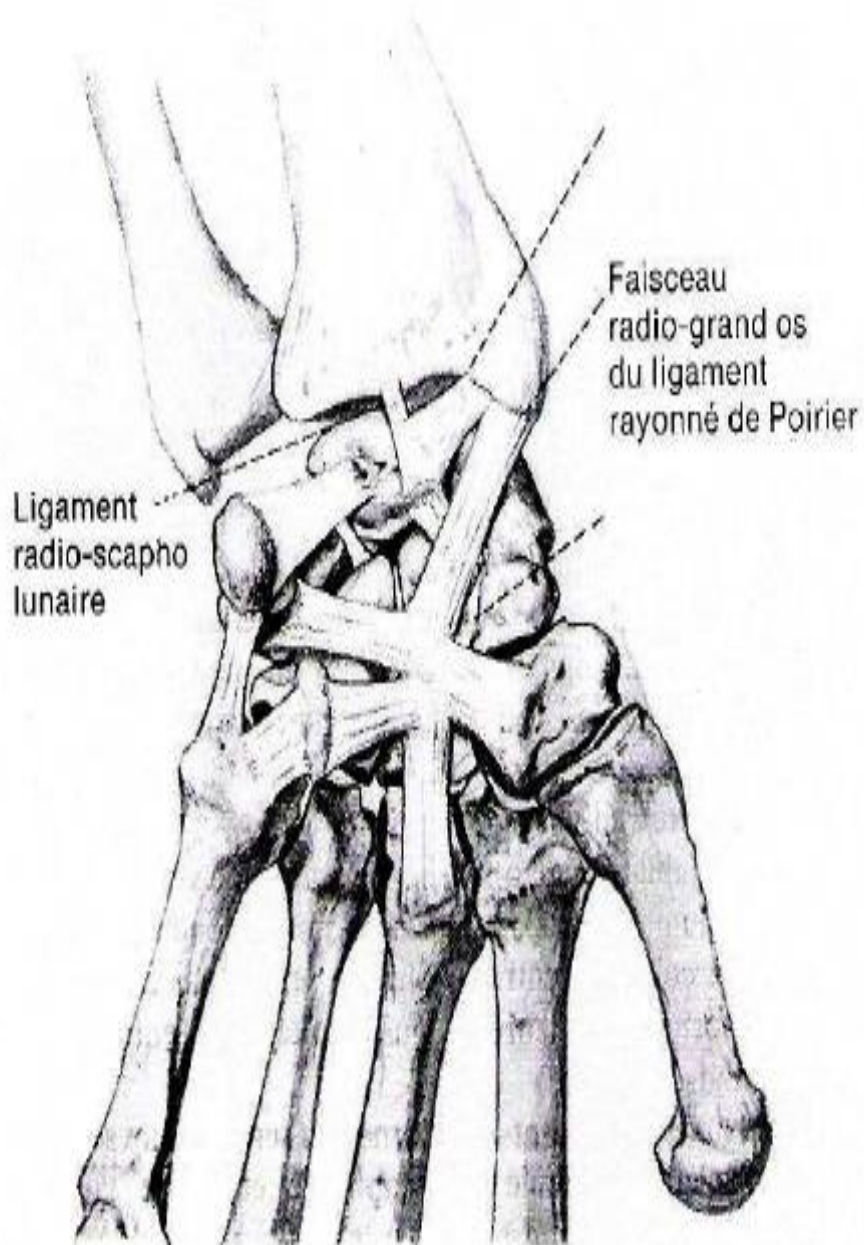


Figure5 : Vue dynamique antérieure du plan ligamentaire du poignet en inclinaison cubitale.

c. La synoviale [7,10]

La synoviale qui tapisse la face profonde de la capsule s'insère au pourtour de la glène antébrachiale et du condyle carpien. Elle communique dans 40% des cas avec la synoviale de la radio-cubitale inférieure, dans 12% des cas avec la synoviale de la médio-carpienne. Elle envoie en outre un certain nombre de culs-de-sac et de prolongements à la face palmaire ce sont : le prolongement pré-styloïdien situé entre le ligament latéral interne et la styloïde cubitale, le prolongement pré-scaphoïdien situé entre les deux faisceaux du ligament radio-carpien antérieur, et un troisième prolongement situé immédiatement au-dessus de ce dernier ligament.

A la face dorsale, la synoviale envoie à travers les déhiscences de la capsule un certain nombre de bourgeons synoviaux, point de départ habituel des kystes synoviaux du poignet.

C. ARTICULATION MEDIO-CARPIENNE

Elle est assimilée globalement à une condylarthrose (Fig. 6).

Système multi-articulaire, elle met en présence les os de la première rangée du carpe avec ceux de la deuxième rangée avec une forme en «S».

Le bloc carpien proximal avec le scaphoïde est un coin de base externe et le semi-lunaire de base interne. Le bloc carpien distal avec le trapèze, le trapézoïde, grand os, os crochu, est convexe dans le plan transversal et concave dans le plan horizontal avec le grand os comme élément axial [7,59].

La tête du grand os présente trois facettes articulaires d'inégale étendue pour le scaphoïde, semi-lunaire et os crochu. L'os crochu et le grand os dessinent une poulie convexe dans le sens dorso-palmaire dirigée en avant et en dehors que l'on peut assimiler à une trochléarthrose.

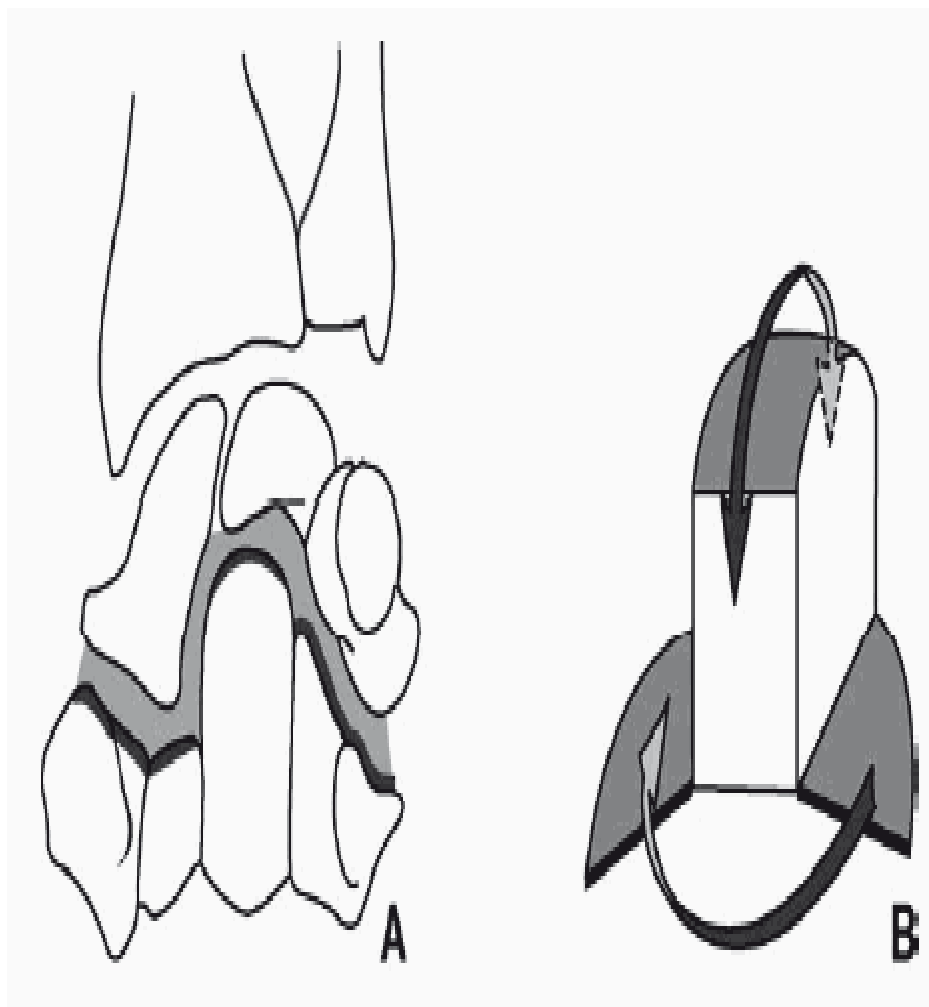


Figure 6 : Medio-carpienne et rôle de pivot central du grand os.

D. VASCULARISATION DU SCAPHOÏDE [35, 63,103]

La plupart des os ont une riche vascularisation issue de vaisseaux périostés et métaphysaires apportant les éléments nécessaires à une consolidation rapide.

Le scaphoïde, comme d'ailleurs la tête fémorale et l'astragale, est un os intra-articulaire : la plupart de ses faces sont recouvertes de cartilage et il n'a pas les possibilités de la réponse périostée pour consolider ; il dépend presque exclusivement d'un processus intra-osseux ou endostal.

De nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de la vascularisation du scaphoïde par des techniques variées : évaluation macroscopique des foraminas vasculaires, injections, micro-angiographies...

Malgré cela, des divergences d'opinion existent sur l'origine, la contribution relative des différentes artères, l'orientation et la signification clinique de la vascularisation intra-osseuse. L'accord paraît cependant réalisé sur les points suivants :

- L'apport vasculaire principal du scaphoïde provient de l'artère radiale.
- Le pôle proximal et pratiquement 70 à 80 % de l'os sont vascularisés par des vaisseaux pénétrant par la crête dorsale ;
- La tubérosité et les 20% à 30 % distaux de l'os sont vascularisés par des branches palmaires de l'artère radiale et par sa branche palmaire superficielle ;
- Il n'y a pas d'anastomose intra-osseuse fonctionnelle entre les systèmes dorsal et palmaire (type 1 selon **GELBERMANN** [36]).

Ainsi les 2/3 proximaux de l'os dépendent d'une vascularisation intra-osseuse dorsale rétrograde [78] et sont donc particulièrement vulnérables à l'ischémie.

Etant donné qu'environ 60% des fractures du scaphoïde siègent au niveau de l'isthme et 20 % au niveau du tiers proximal, une consolidation prolongée est la règle dans la plupart des cas ; plus le trait de fracture sera proximal, plus grand sera le risque d'interruption grave de l'apport vasculaire et de retard de consolidation.

Il est formé à partir de l'artère radiale et ses branches réalisant un réseau anastomotique pénétrant l'os au niveau des attaches ligamentaires par les trous nourriciers [79].

Au niveau du corps, les artères dorso-radiales provenant des arches radio-carpiennes ou inter-carpiennes pénètrent l'os au niveau de la crête dorsale (Fig.7), assurant ainsi 70 à 80 % de la vascularisation du scaphoïde.

Les 20 ou 30% restant (Fig.8), correspondant à la partie distale du scaphoïde sont vascularisés par des branches antérieures de l'artère radiale et l'arcade palmaire superficielle ; celles-ci pénètrent dans l'os au niveau de la face externe de la tubérosité.

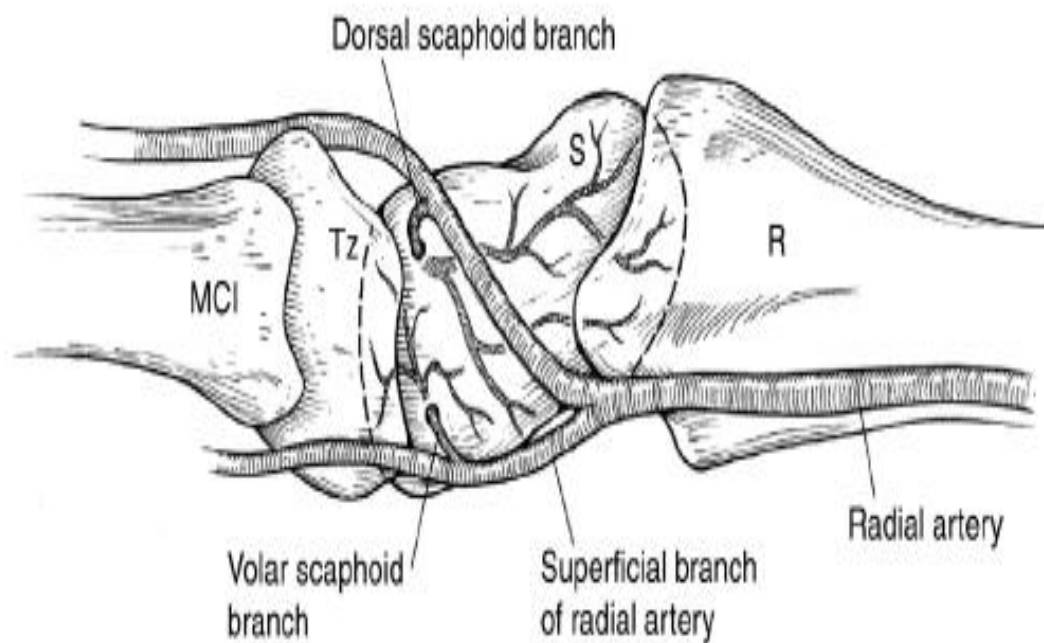


Figure 7: vascularisation du scaphoïde par les branches dorsale et palmaire de l'artère radiale

MCI : premier métacarpien ; Tz : trapèze ; S : scaphoïde ; R : radius.

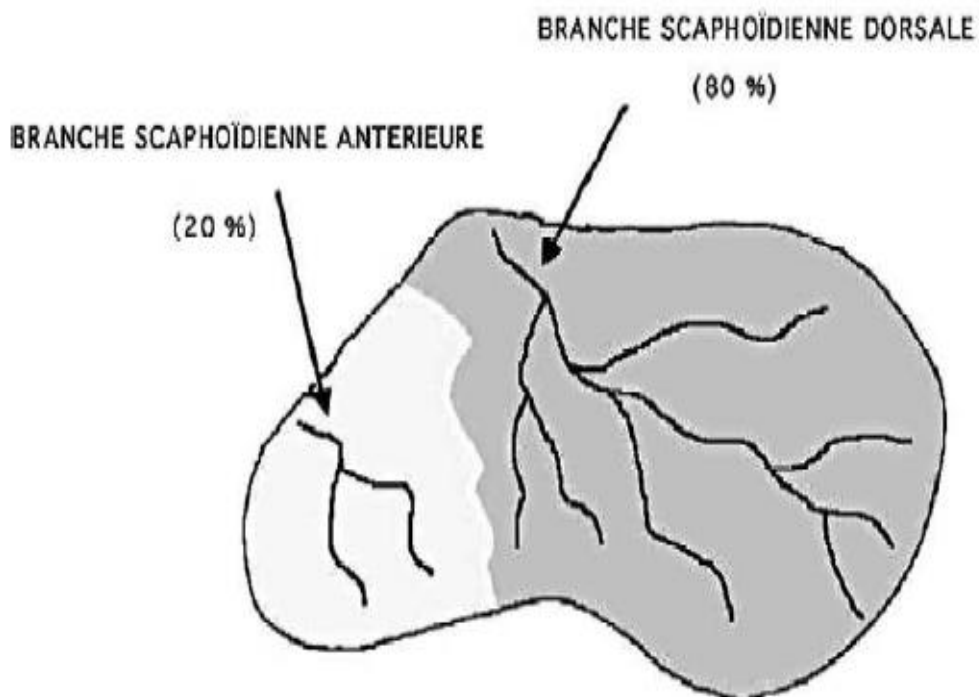


Figure 8 : Schéma de la vascularisation intra osseuse du scaphoïde avec le pourcentage du territoire vascularisé correspondant a chaque branche artérielle.

E. Anatomie fonctionnelle

Les mouvements élémentaires du scaphoïde sont bien mis en évidence lors des déplacements du poignet dans le plan frontal.

Les métacarpiens étant maintenus fixes et l'avant-bras étant porté successivement en inclinaison radiale et cubitale.

On observe ainsi, que la deuxième rangée des os du carpe demeure remarquablement fixe par rapport aux métacarpiens.

La déformabilité de la première rangée permet des mouvements de grande amplitude (Fig.9).

Aux mouvements de glissement de l'auvent radial sur le condyle carpien se surajoute une perte de hauteur de la colonne externe du carpe par horizontalisation du scaphoïde.

Dans le plan sagittal, les mouvements des os du carpe doivent être appréciés à partir de la position de référence (Fig.10a), poignet de profil sur la planchette, le 3ème métacarpien étant situé dans l'axe du radius.

Dans cette situation la ligne joignant les deux cornes du semi-lunaire est sensiblement perpendiculaire à l'axe de la diaphyse radiale.

L'axe du scaphoïde est oblique en bas et en avant de 45°.

En flexion dorsale du poignet, le semi-lunaire bascule en dorsiflexion, tandis que le scaphoïde se place strictement dans l'axe du radius en flexion dorsale maximum. A aucun moment la face postérieure du scaphoïde ne vient buter contre la berge postérieure de l'auvent radial.

En flexion palmaire, le semi-lunaire bascule en avant, le scaphoïde s'horizontalise et son grand axe devient perpendiculaire à l'axe de la diaphyse radiale. L'angle scapho-lunaire se ferme.

Ainsi, de la flexion dorsale à la flexion palmaire maximum, les mouvements relatifs du semi-lunaire et du scaphoïde sont d'une trentaine de degrés, et se produisent en première approximation autour d'un point proche de la corne postérieure du semi-lunaire, du fait de la brièveté des fibres les plus postérieures du ligament scapho-lunaire interosseux [77] (Fig.10e).

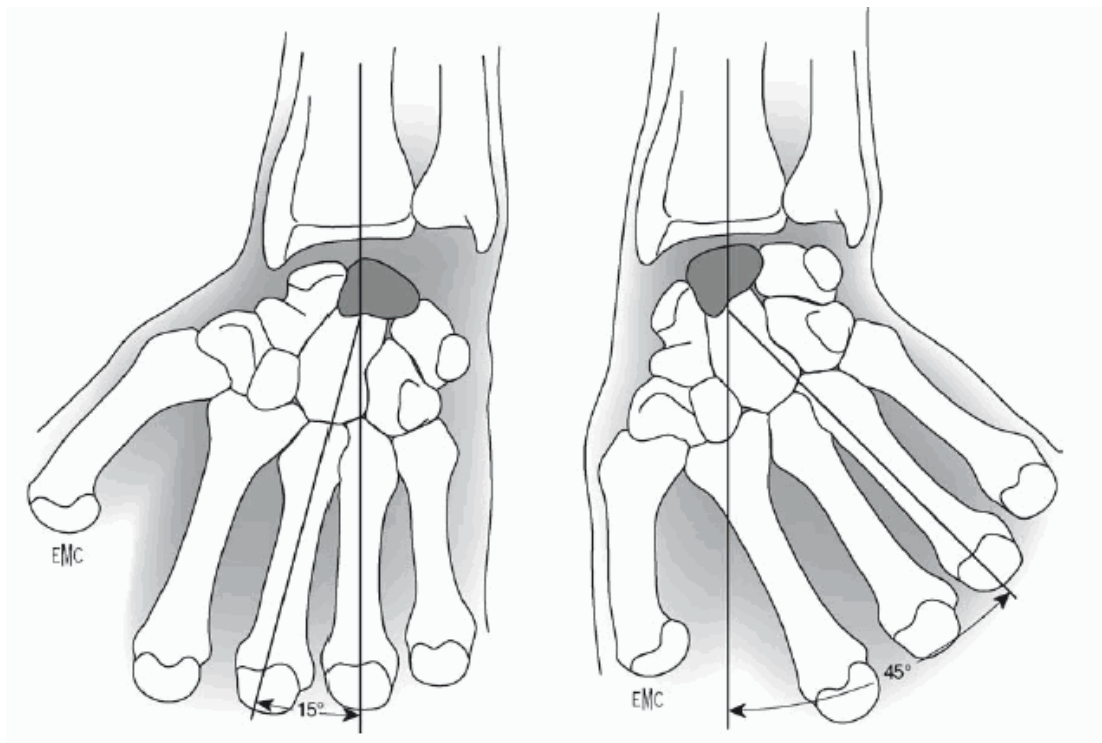


Figure 9 :

- a. Lors de l'inclinaison radiale le massif carpien tourne autour d'un axe antéro-postérieur passant entre le semi-lunaire et le grand os. Le semi-lunaire se déplace en dedans. Le massif carpien vient buter par le scaphoïde contre la styloïde radiale, limitant l'amplitude.
- b. Lors de l'inclinaison cubitale le grand os s'incline en dedans et le semi-lunaire se porte en dehors. Le massif carpien reste centre. Par ailleurs, à un étage plus distal, l'inclinaison des doigts amplifie ce mouvement. D'ou la nécessité de préciser l'axe choisi, main métacarpienne ou troisième rayon digital. L'amplitude des mouvements d'inclinaison latérale est minimale en forte flexion, ou forte extension, du poignet et plus ample en position de supination que dans la pronation.

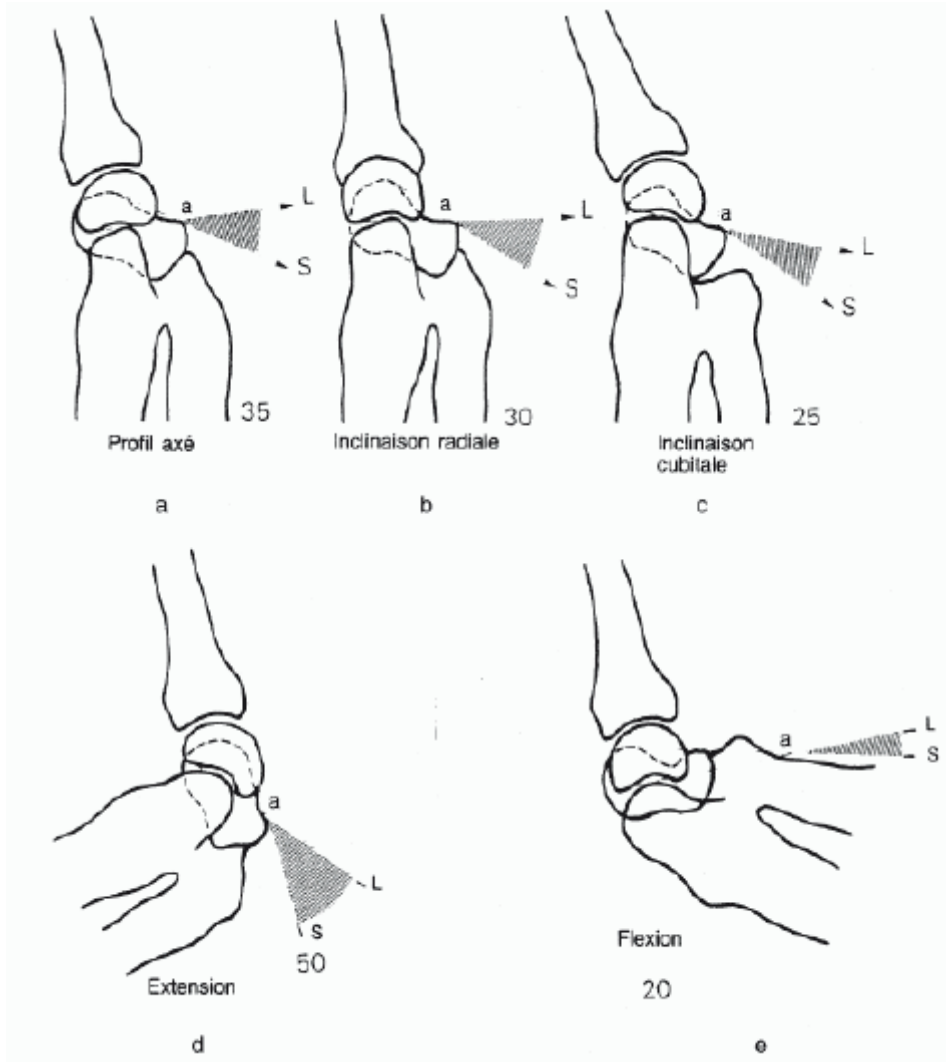


Figure 10 : Les variations physiologiques de l'angle scapho-lunaire. Il varie entre 30 et 45° sur un poignet de profil (a, b, c). Il n'est jamais inférieur à 20° en flexion du poignet (e). Ligne S : tangente antérieure au pôle proximal et au tubercule distal du scaphoïde. Ligne L : ligne joignant les deux cornes du semi-lunaire.

II. CLASSIFICATION ANATOMO-PATHOLOGIQUE:

Il existe quatre classifications pour les fractures du scaphoïde carpien:

- Classification de **SCHERNBERG**.
- Classification de **HERBERT**.
- Classification de **RUSSE**.
- Classification de **TROJAN**.

RUSSE classe les fractures du scaphoïde en 3 catégories en fonction de l'orientation du trait de fracture : horizontal oblique, transversal, vertical oblique

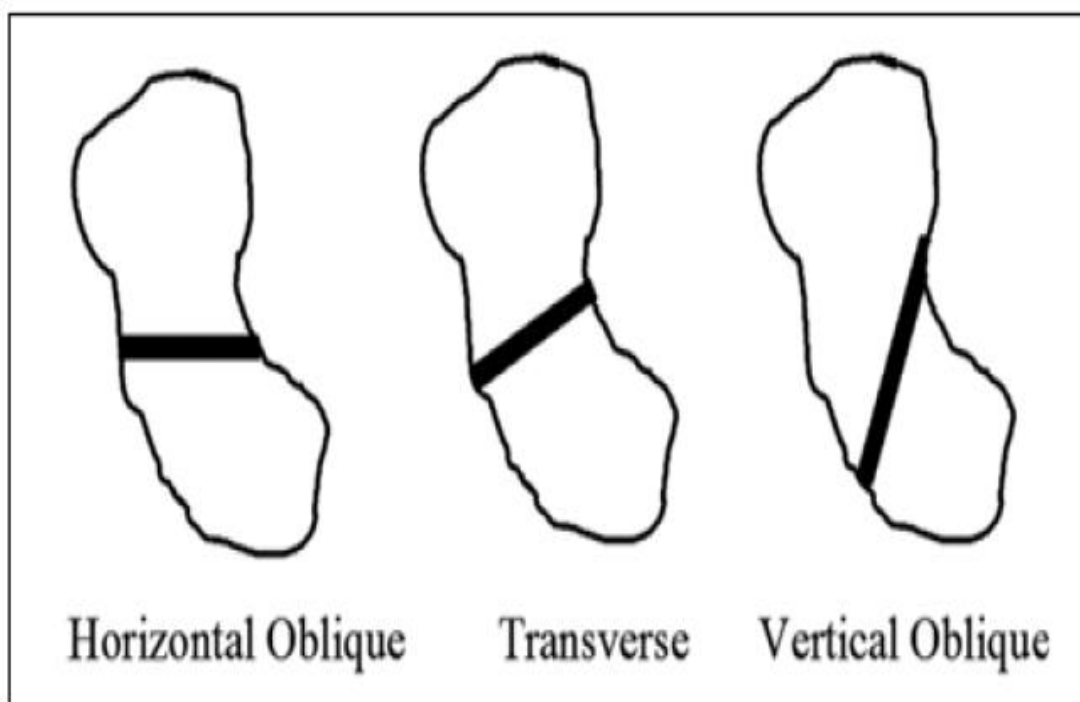


Figure 11 : classification de la fracture du scaphoïde selon Russe

Herbet sépare les fractures stables (types A), les fractures instables (types B), les retards de consolidation (type C) et les pseudarthroses (type D)

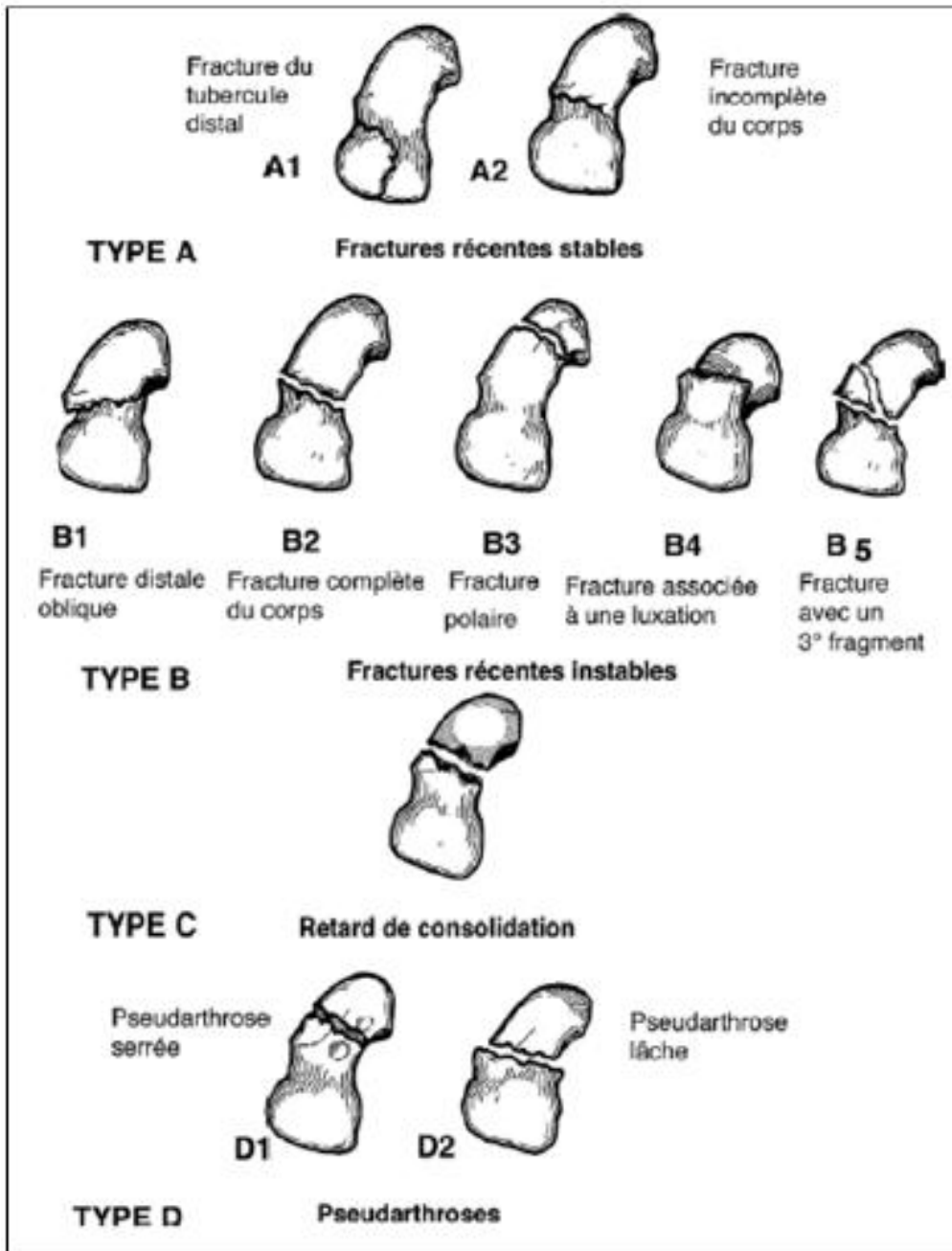


Figure 12 : La classification des fractures du scaphoïde selon Herbert

SCHERNBERG classe les fractures en 6 types principaux dont l'analyse se fait en pratique courante sur le cliché de face poing serré, en repérant la position du trait par rapport à la tubérosité radiale et à la ligne corticale médiane la plus dense [90,91]. On distingue également les fractures non déplacées, uni ou bi-corticales, et les fractures déplacées avec un écart inter-fragmentaire de plus d'un millimètre, un angle intra-osseux d'au moins 15° ou un décalage des travées osseuses.

Enfin, les lésions associées sont rares : fracture radiale, rupture du ligament scapho-lunaire. Exceptionnellement, il s'agit d'une fracture parcellaire polaire supérieure correspondant à une avulsion du ligament scapho-lunaire.

Les fractures du pôle proximal (type I de SCHERNBERG) représentent 4 à 15% des fractures.

Les fractures corporéales basses ou hautes (types II, III, IV de SCHERNBERG) correspondent à 65 à 86 % des fractures. Les fractures distales (en dessous de la tubérosité radiale) en incluant celles de la surface articulaire distale correspondent à environ 10 % des fractures.

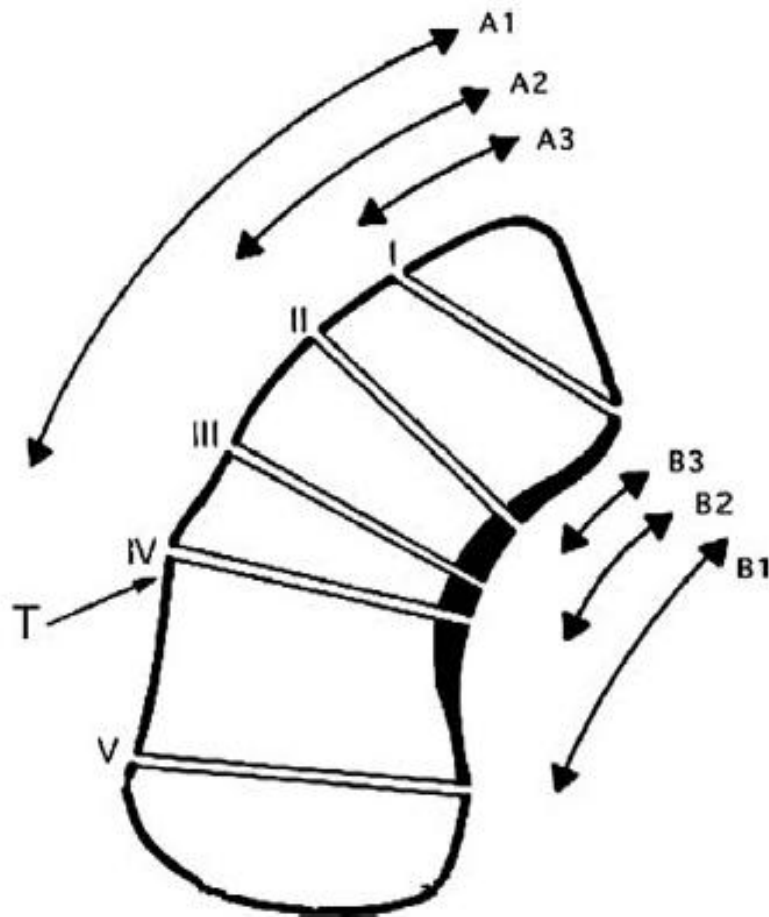


Figure 13: Schéma des traits de fracture du scaphoïde (siège et direction) sur le cliché de face. T : La tubérosité radiale du scaphoïde.

A1 : La surface radiale du scaphoïde.

A2 : La 1/2 de la surface radiale du scaphoïde.

A3 : Le 1/3 de la surface radiale du scaphoïde.

B1 : La ligne de maximum de densité. B2 : La 1/2 de la ligne de maximum de densité.

B3 : Le 1/3 de la ligne de maximum de densité.

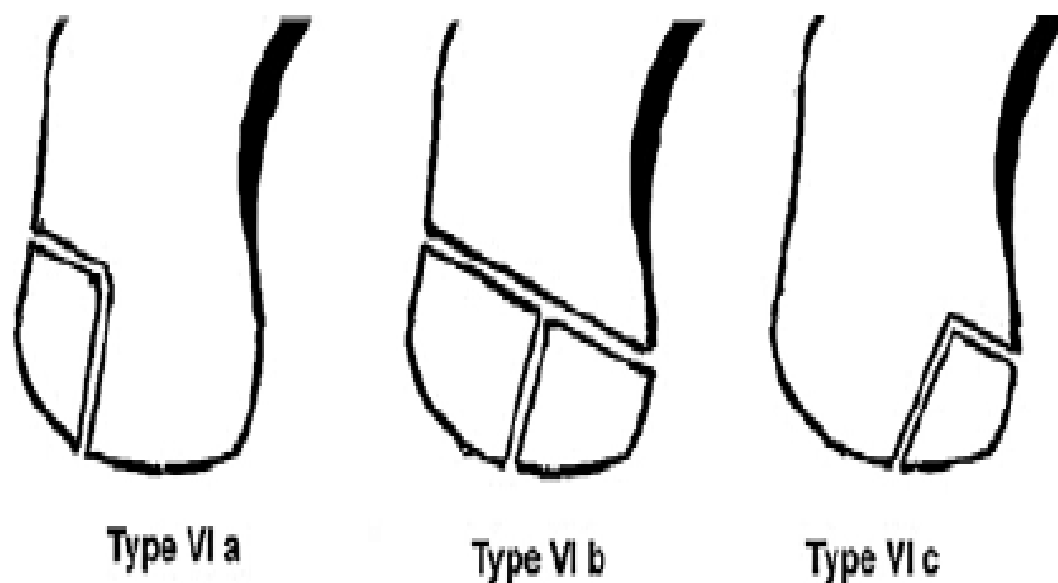


Figure 14 : Schéma des fractures parcellaires distales (Type VI) sur le cliché de face.

A : fragment correspondant au 1/3 externe de la tubérosité distale.

B : fragment correspondant a la moitié externe de la tubérosité distale.

C : fragment correspondant au 1/3 médial de la tubérosité distale.

III. TRAITEMENTS DES FRACTURES DU SCAPHOÏDE CARPIEN

A. PRINCIPE GENERAL

Comme toute fracture articulaire, le but du traitement d'une fracture du scaphoïde est d'obtenir la consolidation dans les délais les plus brefs, sans déformation avec conservation d'une mobilité normale et indolore.

Le degré de déplacement de la fracture est proportionnel aux lésions ligamentaires associés : un déplacement persistant même minime, non seulement retarde la consolidation et prédispose à la pseudarthrose, mais aboutira fréquemment à une instabilité du carpe.

B. LES DIFFERENTES MODALITES THERAPEUTIQUES

1. Le traitement orthopédique

Le principe est de permettre une longue immobilisation de la fracture afin d'obtenir une consolidation osseuse.

a. Matériaux

Le plâtre reste le plus utilisé surtout grâce à son faible coût. Les matériaux thermoplastiques offrent quant à eux les mêmes garanties de solidité, mais en contre partie leur prix est encore un peu élevé.

b. Le mode d'immobilisation

L'immobilisation comporte toujours une manchette circulaire. La position d'immobilisation du poignet qu'elle soit en position de flexion, neutre ou d'extension n'est en fait pas déterminante pour la consolidation.

En revanche, lorsque le poignet a été immobilisé en position de flexion, la récupération de la mobilité est toujours moins bonne [41]. Dans le plan frontal, il faut éviter l'inclinaison ulnaire ; l'inclinaison radiale tout en étant plus adaptée n'est

pas pour autant la position idéale. Ainsi, la position intermédiaire dans les deux plans frontal et sagittal, reste la position de choix.

L'étude randomisée de **Clay et al.** [13] montrent qu'il n'existe pas de différences significatives entre les séries dont le pouce a été immobilisé ou non, et elle permet de battre en brèche le vieux dogme de la nécessité d'immobiliser le pouce.



Figure 15 : Manchette circulaire sans immobilisation du pouce

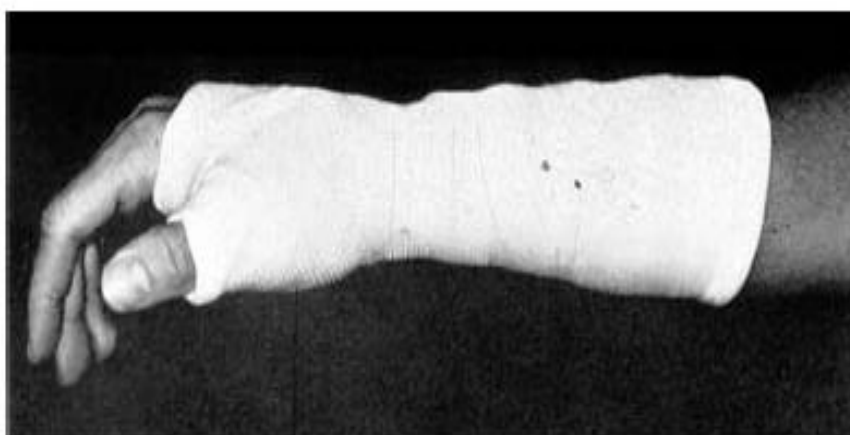


Figure 16: Manchette circulaire avec immobilisation du pouce

Enfin, les résultats des travaux expérimentaux et cliniques [26,58] concernant l'intérêt d'immobiliser ou non le coude sont totalement contradictoires. S'il n'est pas nécessaire d'immobiliser le coude de façon systématique, il faut en revanche l'envisager dès qu'il existe un risque de retard de consolidation du fait de la situation proximale du trait (type I ou II) ou en cas de retard de prise en charge de la fracture [37].

Il est important de bien mouler le plâtre dans le creux de la paume de la main. Malheureusement, l'utilisation de plus en plus grande des résines dont la plasticité est très faible, rend cela pratiquement impossible.

De plus, ces résines sont, en raison de leur très grande dureté, aussi une source de conflits cutanés mineurs au niveau des bords libres. Mais il est encore plus important de le refaire chaque fois que le patient ressent du jeu à l'intérieur du plâtre du fait de la résorption de l'œdème.

c. La durée d'immobilisation

Elle peut varier entre 6 et 12 semaines, en fonction des contrôles radiologiques.

Le premier contrôle sera effectué à la sixième semaine et la non consolidation imposera une poursuite de la contention jusqu'à fusion complète.

Actuellement différents auteurs ont rapporté des aménagements avec la possibilité de la reprise d'une activité sportive [48,69] en remplaçant la manchette par une attelle adaptée conforme aux exigences de la fédération sportive pendant les compétitions ou activités professionnelle [47].

d. Les contraintes socioprofessionnelles :

Classiquement l'immobilisation comporte un arrêt de toute activité manuelle ; la reprise des activités professionnelles ou sportives n'étant envisagée qu'après la consolidation du foyer de fracture. Le patient est ainsi exclu du travail ou du sport pendant au moins 6 à 12 semaines.

2. Matériaux d'ostéosynthèse

Les modalités thérapeutiques chirurgicales sont variées (vissage, ostéosynthèse, broches, agrafes) et chacune d'elles conservent ses partisans.

a. Les broches

Elles ont l'intérêt de pouvoir être utilisées en toute circonstance ; et leur cout est modique.

Elles assurent une stabilité satisfaisante dans la mesure où on utilise deux broches divergentes (Fig. 17). Ce montage est très intéressant en cas de fracture comminutive ou avec un troisième fragment. Elles ne permettent pas d'avoir de la compression dans le foyer de fracture et nécessitent une immobilisation complémentaire.



Figure 17: Ostéosynthèse d'une fracture du scaphoïde par broches

b. Matériel d'ostéosynthèse par apposition

b. 1. Les agrafes.

Les agrafes classiques non auto-compressives s'adaptent mal sur l'os et font ainsi saillie et limitent ainsi la mobilité du poignet. Il faut impérativement prévoir l'ablation du matériel.

L'agrafe anatomique **SCAPHIX** (Fig.18a) auto-compressive permet, vu sa forme anatomique, d'éviter cet inconvénient. De plus elle assure une bonne stabilisation avec de la compression au niveau du foyer de fracture.

Sa mise en place nécessite un abord large mais on peut se passer la plupart du temps de l'utilisation du contrôle radiographique per-opératoire.

Son utilisation est en fait surtout intéressante dans les fractures déplacées et les pseudarthroses.

b. 2. Les plaques vissées d'ENDER (Fig.19a)

Il s'agit d'une véritable plaque vissée créant une saillie importante.

Son utilisation est exceptionnelle de nos jours.



Figure 18: Ostéosynthèse par agrafe.

- a. agrafe anatomique Scaphix[92] ;
- b. image radiologique de l'agrafe placée sur un scaphoïde fracturé.

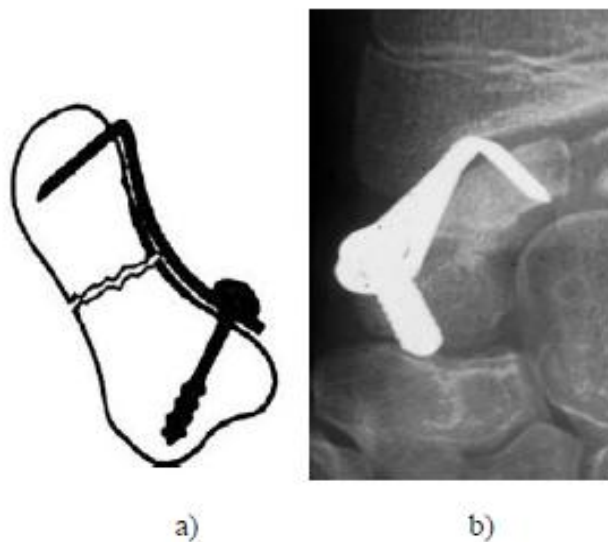


Figure 19 : Ostéosynthèse par plaque vissée.

- a. plaque vissée de Ender [92] ;
- b. image radiologique de la plaque

c. Les vis classiques

Le vissage des fractures est pratiqué dès 1943. Le problème principal de ces vissages (de la base au sommet) est leur difficulté technique doublée de la nécessité fréquente de pratiquer l'ablation de vis.

En effet, la visée est très difficile, la prise est parfois insuffisante dans le fragment proximal, la compression n'est pas toujours suffisante et il peut se produire un déplacement inter-fragmentaire au moment du serrage.

RAZEMON en 1972, donnait une idée du vissage : « s'il est raté, il est pire que n'importe quel traitement orthopédique ».

Les vis classiques utilisées au départ étaient en acier inoxydable [113] dont la taille était excessive par rapport à celle du scaphoïde (Fig. 20).

Actuellement ce type de vis classique en acier de 2 mm (Synthes*) est encore utilisé pour le vissage standard (de distal en proximal) et les mini-vis en alliage de titanium de diamètre de 1,2 ou 1,7 mm (Leibinger*) pour

Le vissage de proximal en distal.

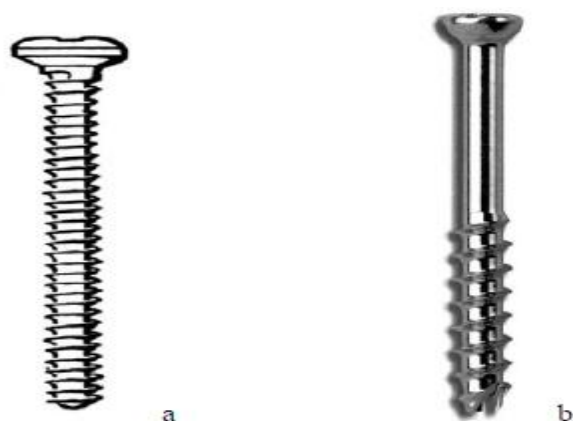


Figure 20 : Les modèles de vis classique.

a) vis a os cortical (filetage continu), b (vis a os spongieux)



Figure 21 : Ostéosynthèse d'une scaphoïde fracturé par vis classique

d. la vis de Herbert

d.1. Historique :

Le traitement des fractures du scaphoïde a longtemps été soumis à controverse. Les méthodes conventionnelles utilisent le plâtre brachio-anté brachial prenant la base du pouce.

Les opinions diffèrent sur la période d'immobilisation requise, sur la position idéale du poignet et la nécessité d'inclure le coude dans le plâtre.

Peu de choses ont été décrites sur les complications du traitement conservateur : l'incidence réelle d'apparition d'une pseudarthrose après traitement orthopédique est difficile à estimer et la plupart de séries publiées ne définissent pas clairement les critères de consolidation ou ne spécifient pas la durée du suivi clinique et radiologique. (**LESLIE** [62],**COONEY**[15]).

L'expérience propre de l'équipe d'Herbert montre que l'incidence de non consolidation après traitement orthopédique est d'environ 50% [45].

Le traitement chirurgical leur apparaît donc tout à fait justifiable sur la pseudarthrose symptomatique, et a été proposé dès les années 60 par **RUSSE** [88].

Sa technique apparaît, d'après diverse séries, pouvoir obtenir une consolidation dans près de 85% des cas (**Russe** 1960 [89], **DOOLEY** [22],

TROJAN [107].

Malgré tout, ces différents auteurs s'accordent à dire que la durée de l'immobilisation post opératoire peut être très longue, allant jusqu'au 6mois.

D'autant plus que la majorité des patients sont des hommes jeunes en activité professionnelle ou sportive qui ne peuvent se permettre un arrêt de travail si long,

expliquant en partie le refus fréquent des patients à l'encontre d'une telle intervention.

A coté de ces problèmes, la fixation interne du scaphoïde n'a jamais été populaire, plusieurs raisons peuvent l'expliquer :

- Technique délicate (**MC LAUGHLIN** [71]),
- Fixation solide difficile à obtenir (**GASSER** [33])
- Résultats décevants (**MAUDSLEY-CHEN** [67])

Dès 1975, l'équipe de **T.J.HERBERTA** commencé à étudier des méthodes alternatives à une fixation interne pour éliminer ces différents problèmes. Ceci finit par la mise au point et le développement d'un type nouveau de vissage avec une instrumentation adaptée.

Les systèmes de vissage classiques assurent généralement une bonne compression, mais en contrepartie sont souvent cause d'irritation quand ils sont employés sur les surfaces articulaires.

Les systèmes de broche assurent eux une fixation satisfaisante, mais au détriment d'une bonne compression.

La vis d'Herbert, quant à elle, associe compression et fixation interne rigide qui vont accélérer les phénomènes de consolidation. Cette vis (Fig.22) est caractérisée par l'absence de tête permettant ainsi de l'enfourer complètement dans l'os. Le filetage n'est pas continu ; elle comporte un filetage proximal de grand diamètre à pas court, un corps lisse et un filetage distal de petit diamètre à pas long. La différence de deux pas de vis permettant de générer un effet de compression entre les fragments.

d.2.Originalité et conception

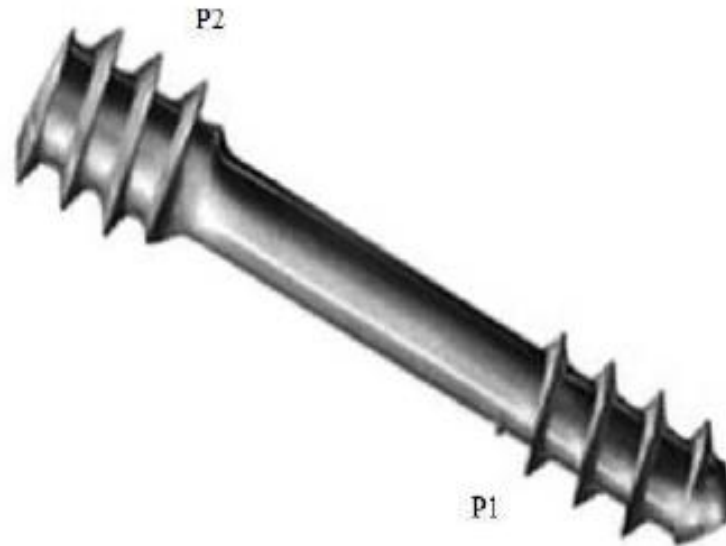


Figure 22 : Vis de Herbert

- Son diamètre (max 4mm) est inférieur à celui d'une vis spongieuse standard et permet une mise en place intra osseuse facile.
- Conception nouvelle : son double pas, différent entre les deux filets ($P1 > P2$) permet un rapprochement des deux fragments provoquant une compression dans la fracture et donc une ostéosynthèse rigide.
- La gamme est complète et comprend plusieurs longueurs de vis (16 à 30 mm). Elle permet de couvrir toutes les variations de taille de scaphoïde.
- L'absence de tête saillante permet à la vis un enfouissement complet dans l'os, passant ainsi à travers le cartilage articulaire.
- Plus classiquement le matériel employé est en alliage de titane et donc inerte et n'impose pas d'ablation.

3. Différentes techniques chirurgicales :

a. Traitement chirurgical à ciel ouvert

a. 1. La voie antérieure [49]

Pour les fractures déplacées, ou comminutives, il faut une réduction sous contrôle de la vue par un abord antérieur et la réalisation d'une ostéosynthèse stable, si possible assurant la compression du foyer. Cette voie donne un accès large sur la partie antérieure de l'os ; ce qui est essentiel pour contrôler la réduction d'une fracture, et elle respecte la vascularisation dorsale.

En revanche, il existe un risque de cicatrice hypertrophique.

a. 2. La voie postérieure :

Elle était utilisée au début dans les cas de pseudarthrose [4], c'est la voie d'abord par excellence pour l'ostéosynthèse des fractures du 1/3 proximal du scaphoïde [34]. Elle permet un accès large sur la partie proximale de l'os et l'ostéosynthèse est réalisée avec une facilité extrême.

De plus elle permet de contrôler l'état du ligament scapho-lunaire et de le réparer.

En revanche, elle ne donne aucun accès sur la partie antérieure de l'os dans le cas de fractures des 2/3 distaux du scaphoïde.

a. 3. Voies combinées :

C'est une éventualité rare qui présente un risque important de dévascularisation.

b. Traitement chirurgical percutané

Proposée initialement par STRELIEN 1970 [102], cette technique connaît actuellement un vif intérêt dans les cas de fractures non déplacées habituellement

traitées par immobilisation plâtrée dans le but de réduire la durée de l'immobilisation et d'augmenter le pourcentage de taux de consolidation [61].

L'intervention est réalisée en utilisant une voie d'abord minime à l'aide de la radioscopie qui est de plus en plus performante. En cas de fractures polaires, il faut envisager la voie postérieure.

Il permet de respecter la vascularisation et les ligaments radio scapho-capital et scapho-trapézo-trapézoïdien. Il ne permet pas de correction du déplacement. La procédure est donc délicate et rigoureuse.

Afin d'éviter les complications per- et postopératoires non négligeables, même dans des mains entraînées.

Deux abords sont possibles ; il est recommandé d'aborder la voie rétrograde palmaire plutôt que dorsale antérograde, au vu des risques de lésions tendineuses, cartilagineuses du dôme, voire de fracture [74].

L'axe du scaphoïde est cependant plus facilement suivi si l'orifice d'entrée est dorsal.

La procédure dorsale antérograde s'effectue par un mini-abord en grande flexion et inclinaison radiale du carpe mettant le scaphoïde en position horizontalisée avec obtention d'un signe de l'anneau sous scopie, et la broche-guide est mise au centre des deux cercles concentriques représentant les pôles proximaux et distaux puis une vis est mise en place.

La procédure palmaire rétrograde s'effectue selon les étapes suivantes:

- Point d'entrée légèrement distal à l'interligne scapho- trapézien ;
- Incision et dissection des tissus jusqu'à l'interligne scapho-trapézo-trapézoïdien.

- Résection pour certains à la pince Gouge de la face antérieure et proximale du trapèze ;
- Point d'entrée sur la ligne de grand axe du scaphoïde : sur une scopie de face, en distal à la jonction tiers moyen et latéral, de profil à la jonction tiers moyen-tiers antérieur ;
- Mise en place de la broche-guide qui doit prendre le grand axe du scaphoïde, en s'approximant de sa corticale médiale et antérieure et viser l'angle supérieur du scaphoïde, en pratique, souvent par une broche oblique à 45° en avant et en dehors ; En effet comme l'a préconisé **McCallister** [70], placée parallèle au grand axe du scaphoïde, la vis assurerait une meilleure rigidité du montage et une meilleure résistance à la rupture.
- Mesure de la broche-guide, ensuite poussée pour une meilleure tenue ;
- Facultatif : mise en place d'une deuxième broche à visée anti rotatoire parallèle ;
- Méchage à l'aide d'une mèche canulée en restant dans l'axe (risque de rupture de broche ou mèche) et sans effraction articulaire ;
- Mise en place de la vis choisie, 4 à 6 mm inférieure à la mesure pour permettre un enfouissement de la tête de vis, sans dépassement proximal, et compression du foyer assurée par le concept du matériel, l'ensemble des spires distales devant être au-delà du foyer, soit chez la femme habituellement 22 mm, pour 24 mm chez l'homme ;
- Contrôle scopique, final, vérifiant absence de déplacement, qualité de compression et absence d'effraction articulaire du matériel ;

- Immobilisation par manchette 6 semaines, mais un vissage parfait (placement, compression) sur une fracture favorable (transversale, fraîche, non comminutive) peut relever d'une orthèse amovible en limitant les efforts 6 semaines. Pour but de minimiser le risque de cicatrice hypertrophique et de respecter l'intégrité des formations Capsulo-ligamentaires et la vascularisation.

Il faut une fois la synthèse réalisée, vérifier par un contrôle radioscopique l'alignement du carpe et la bonne mobilité.



Figure 23 : introduction de la broche-guide à l'aide d'un ancillaire spécifique



Figure 24 : Contrôle radioscopique de la broche.

c) a gauche de face, b) a droite de profil.



Figure 25 : La mise en place des broches ; a droite de face et a gauche vue de profil

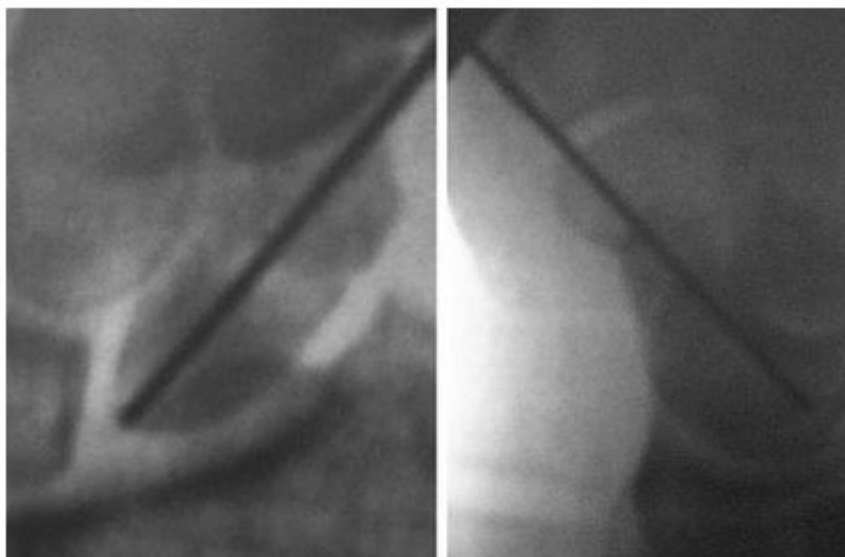


Figure 26 : Contrôle de la bonne position des broches face et profil

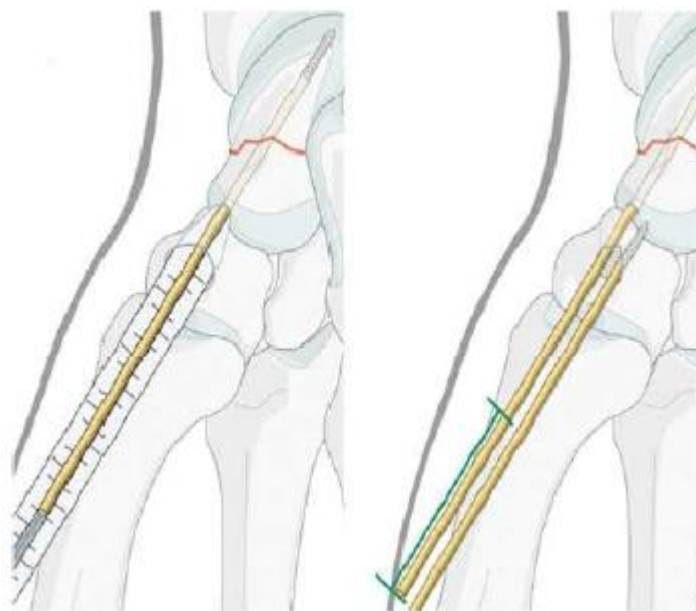


Figure 27 : Mesure de la broche-guide

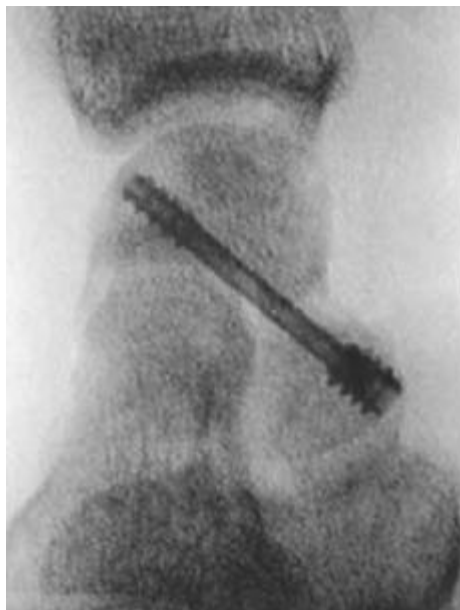


Figure 28 : Mise en place de la vis de Herbert sous contrôle scopique

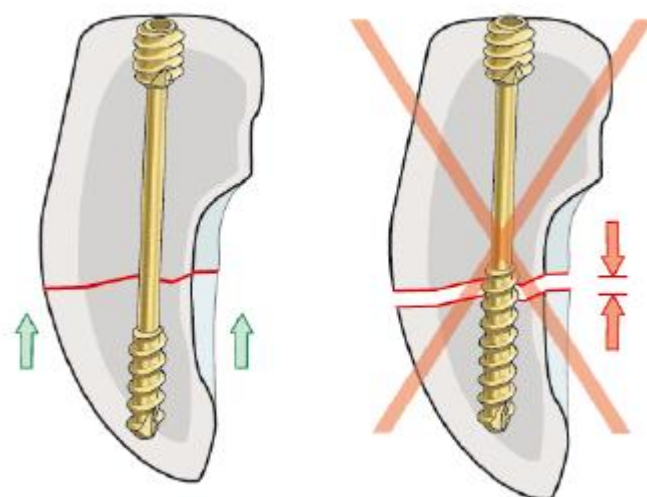


Figure 29 : les spires distales de la vis doivent être au delà du foyer pour assurer
une bonne compression

4. innovations

a. les dérivées de la vis de HERBERT

a. 1. Les vis à tête enfouie et a filetage non continu

C'est le modèle dérivé de la vis de Herbert princeps dont la plus proche est la vis canulée de Whipple Herbert (Fig.30) ; la vis est devenue canulée et a pu permettre le développement de techniques percutanées décrites depuis longtemps par STRELI (102).

Quelques nouveautés se développent comme l'apparition d'un pas distal qui peut être vissé de façon indépendante pour augmenter la compression en fin de vissage : Twin-fix de STYKER (Fig.31)

a. 2. Vis a tête enfouie et a filetage continu

C'est la vis ACUTRACK (ACUMED*) (Fig.32). Elle est de forme conique et le pas du filetage est progressif.



Figure 30 : Vis de Herbert Whipple [5]

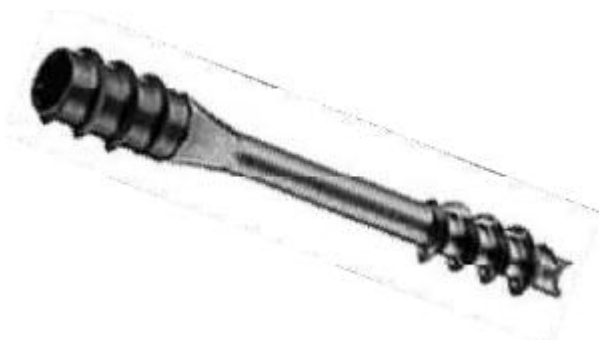


Figure 31 : Twin-Fix (STYKER)

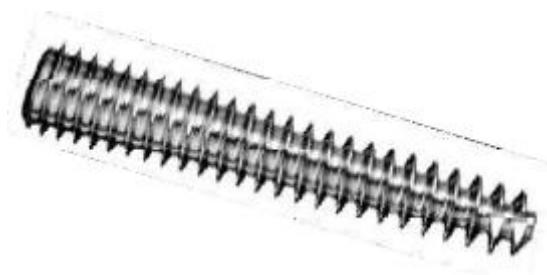


Figure 32 : Vis Acutrack (ACUMED)

b. Fixation percutanée palmaire transtrapezienne :

Des études biomécaniques ont montré qu'une grande fixation est obtenue lorsque la vis est placée au centre. Cependant la forme du scaphoïde et l'emplacement du trapèze rendent cet emplacement central délicat.

Différentes techniques sont disponibles pour surmonter cette difficulté.

La voie transtrapezienne percutanée palmaire facilite et permet un placement central plus précis de la vis par rapport à des voies percutanées standard.

Cependant des lésions de dégénérescence arthrosique sont plus observées avec cette voie.

Une étude réalisée par Meermans et Verstreken sur 35 patients traités avec cette technique pour fracture du scaphoïde n'a montré aucune dégénérescence du scaphoïde à 3 ans de suivi.

c. Vissage sous contrôle arthroscopique

Il fut proposé par **Whipple** [118] en complément d'une procédure percutanée afin de réaliser un contrôle articulaire de la réduction, de la compression du foyer, de vérifier l'absence de matériel intra-articulaire et permettre aussi le bilan des lésions associées (16 % de lésions scapho-lunaires, souvent partielles) [48].

D'autres auteurs ont rapporté d'excellents résultats par cette technique, dont **SLADE** [100] qui rapporte 100 % de consolidation et 0 % de complications.

MARTINACHE[64] a élargi les indications à des fractures discrètement déplacées qu'il réduit sous contrôle arthroscopique à l'aide de manoeuvres externes ou arthroscopiques (crochet) et rapporte d'excellents résultats.

Cette procédure rajoute du matériel spécialisé et un temps opératoire certain mais permet de s'affranchir de complications redoutées et mal vécues par un patient opéré en vue d'une récupération rapide.

d. La chirurgie assistée par ordinateur :

La chirurgie assistée par ordinateur (CAO) a fait son apparition en France dans les années 1980. Cette technique est désormais utilisée couramment en chirurgie de l'appareil locomoteur, notamment pour les arthroplasties prothétiques du genou ou de la hanche, et le vissage pédiculaire du rachis ou des fractures du bassin.

En revanche, la chirurgie de la main ne fait actuellement l'objet d'aucune application clinique. Pourtant, l'ostéosynthèse percutanée proximale ou distale des fractures du scaphoïde carpien pourrait bénéficier des apports de la CAO. Caractérisée par une longue courbe d'apprentissage, cette ostéosynthèse reste difficile, même entre les mains de chirurgiens spécialistes confirmés, qui continuent de s'exposer aux rayons X des fluoroscopes, afin de s'assurer de la qualité de leur procédure chirurgicale.

Les résultats de l'étude faite par LIVERNEAUX sur un membre supérieur de sujet anatomique frais préparé au laboratoire DETERCA de l'Université Bordeaux montrent qu'il apparaît possible, en utilisant la navigation fluoroscopique, de limiter l'exposition aux rayons X pour pratiquer une ostéosynthèse percutanée extra articulaire d'une fracture du scaphoïde carpien. Néanmoins, des améliorations techniques sont à envisager avant de passer à l'étape clinique.

Ainsi, l'ostéosynthèse percutanée des fractures du scaphoïde carpien par navigation fluoroscopique pourrait élargir les indications, améliorer le confort de la procédure, diminuer les erreurs de synthèse et l'exposition aux rayons X.

MATERIEL ET METHODES

1. Critères d'inclusion :

Nous avons inclus dans notre étude :

- Les fractures du scaphoïde récente (moins de 1 mois).
- Les fractures non ou peu déplacées.
- Les patients au delà de 18 ans.

Il s'agit d'une étude rétrospective comportant tous les patients opérés par voie percutanée pour fracture récente du scaphoïde entre Janvier 2010 et Septembre2016.

Durant cette période, 29 patient ont reçu une prise en charge pour fracture récente du scaphoïde dont 21 patients ont été traités par ostéosynthèse du scaphoïde par vissage percutané antérograde avec une vis de Herbert.

2. Critères d'exclusion :

Les patients qui n'étaient donc pas inclus dans la série sont ceux ayant nécessité un abord chirurgical pour :

- une fracture de siège proximal, où une voie d'abord dorsale pour un vissage proximo-distal était privilégiée.
- une fracture très déplacée, qui n'était pas réduite de façon anatomique par manœuvres externes.
- la présence de lésions associées au poignet nécessitant un abord extensif.
- Fracture négligée au delà d'un mois.
- Fracture du scaphoïde traitée orthopédiquement.

3. Fiche d'exploitation :

Vissage percutané des fractures du scaphoïde

(Fiche d'exploitation)

IP :

Age :

Sexe :

- Masculin
- Féminin

Profession :

Statut fonctionnel :

- Autonome
- Dépendant

Coté dominant :

- Droit
- Gauche

Coté traumatisé :

- Droit
- Gauche
- Bilatéral

ASA score :

- 1- Bonne santé
- 2- Perturbation modérée d'une grande fonction
- 3- Perturbation sévère d'une grande fonction

4- Risque vital

Cause du traumatisme :

Energie du traumatisme :

- Faible
- Moyenne
- Haute

Tableau clinique :

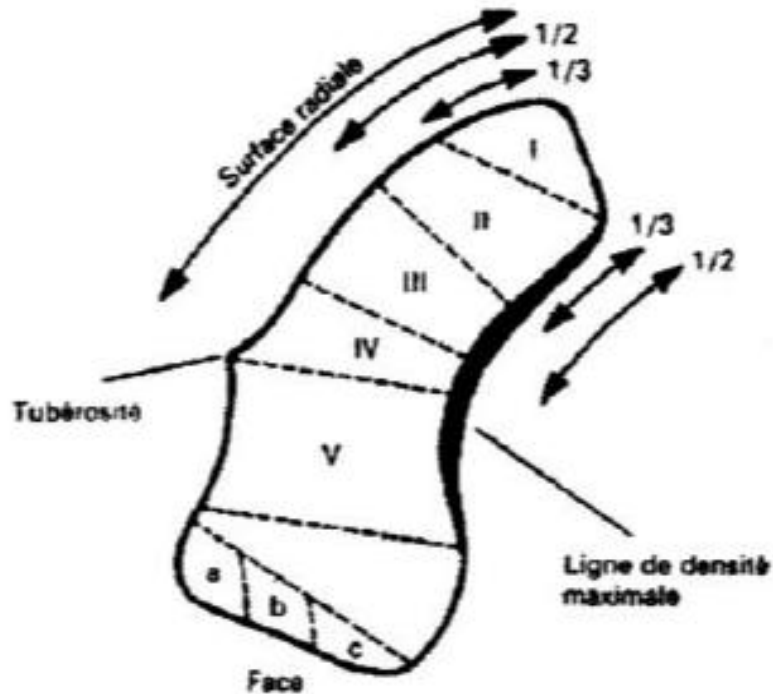
- Douleur
- Impotence fonctionnelle
- Déformation du poignet
- Œdème

Lésions associées :

- Polytraumatisme
- Poly-fracturé

Radiologie standard :

Types de fractures : CLASSIFICATION DE SHERENBERG



Classification de **SCHERNBERG** sur le cliché de face poing fermé (ou serré). Sur cette incidence, le bord médial du scaphoïde apparaît sous la forme d'une ligne dense concave. La tubérosité radiale, bien visible, délimite le bord inférieur de la face supérieure articulaire.

Six variétés sont individualisées :

- Type I : Fracture polaire,
- Type II : Fracture corporelle haute,
- Type III : Fracture corporelle basse,
- Type IV : Fracture trans-tubérositaire,
- Type V : Fracture du pied du scaphoïde,

Type VI : Fracture du tubercule distal.

Déplacement : classification de Herbert

- Fracture stable (type A)
- Fracture instable (type B)
- Retard de consolidation (type C)
- Pseudarthrose (type D)

TDM :

- Oui
- Non

Intervention :

- Date du traumatisme :
- Type d'anesthésie :
 - Locorégional
 - Générale
- Opérateur :
- Délai d'intervention : jours
- Vois d'abord :
 - Palmaire
 - Dorsale
- Taille Vis :
- Nombres de vis :
1

2 **SOINS POST OPERATOIRES :**

- Immobilisation :
 - Attelle
 - Manchette plâtré
- Délai d'immobilisation : jours
- Rééducation :
 - Non
 - Auto-rééducation
 - Délai avant rééducation: jours
- Durée d'hospitalisation: jours

RADIOGRAPHIES POST OPERATOIRE :

- 1) Face
- 2) Profil
- 3) Incidence SHNECK
- 4) Position Vis :
 - Centre
 - Périphérie

RESULTAT FONCTIONNEL :

- Recul: mois
- Ablation du matériel:

ANTERIEUR DES FRACTURES DU SCAPHOIDE

oui

Non

Délai : mois

➤ Quick DASH score:

	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. (tricolage, 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.

Calcul du score du *QuickDASH* = $(\text{somme des n réponses} / \text{n}) - 1) \times 25$, où n est égal au nombre de réponses.

- Douleur:

- Diminution de la force de préhension :

- Mobilité du poignet :

Flexion :

Extension :

Inclinaison radiale :

Inclinaison cubitale :

RESULTAT RADIOLOGIQUE (3ème-6ème-12ème mois)

Délai de consolidation: jours

COMPLICATION :

1- PRIMAIRE :

- Lésions cutanées
- Lésions vasculaires
- Lésions nerveuses
- Lésions associées

2- Secondaire :

- Déplacement secondaire
- Le syndrome douloureux régional complexe

3- Tardive :

- Pseudarthrose
- Raideur du poignet
- Arthrose du poignet
- Nécrose avasculaire
- Infection
- Irritation du nerf radial

Rupture tendineuse

Migration

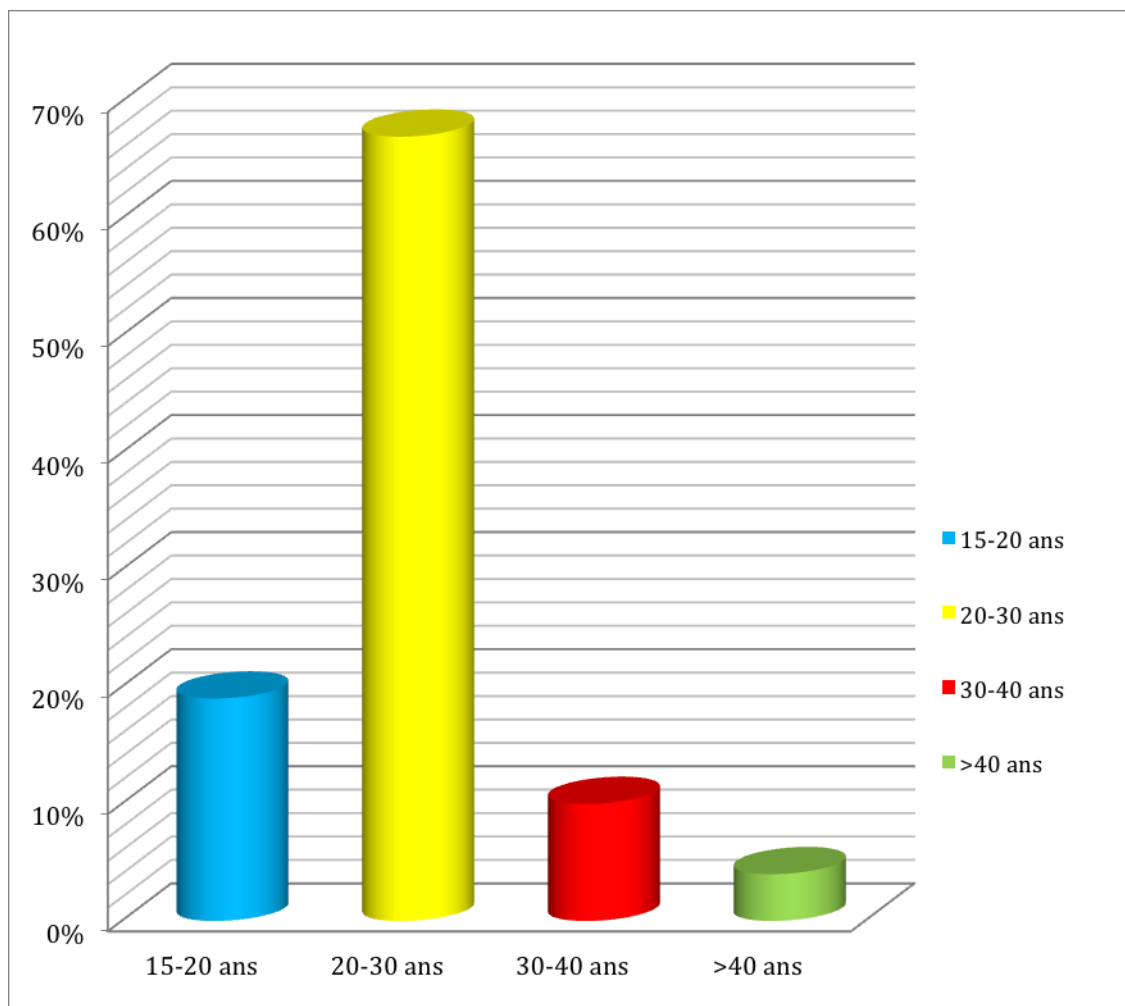
RESULTATS

I. EPIDEMIOLOGIE :

Notre étude rétrospective porte sur 21 cas de fractures du scaphoïde, traités par technique de vissage percutané au service de traumatologie et orthopédie B3 du CHU Hassan II de Fès sur une période allant de janvier 2010–septembre 2016.

A. Age :

Il est l'apanage de l'adulte jeune, la moyenne d'âge au moment du traumatisme dans notre série se situe autour de 30 ans, avec des extrêmes [18–44 ans]

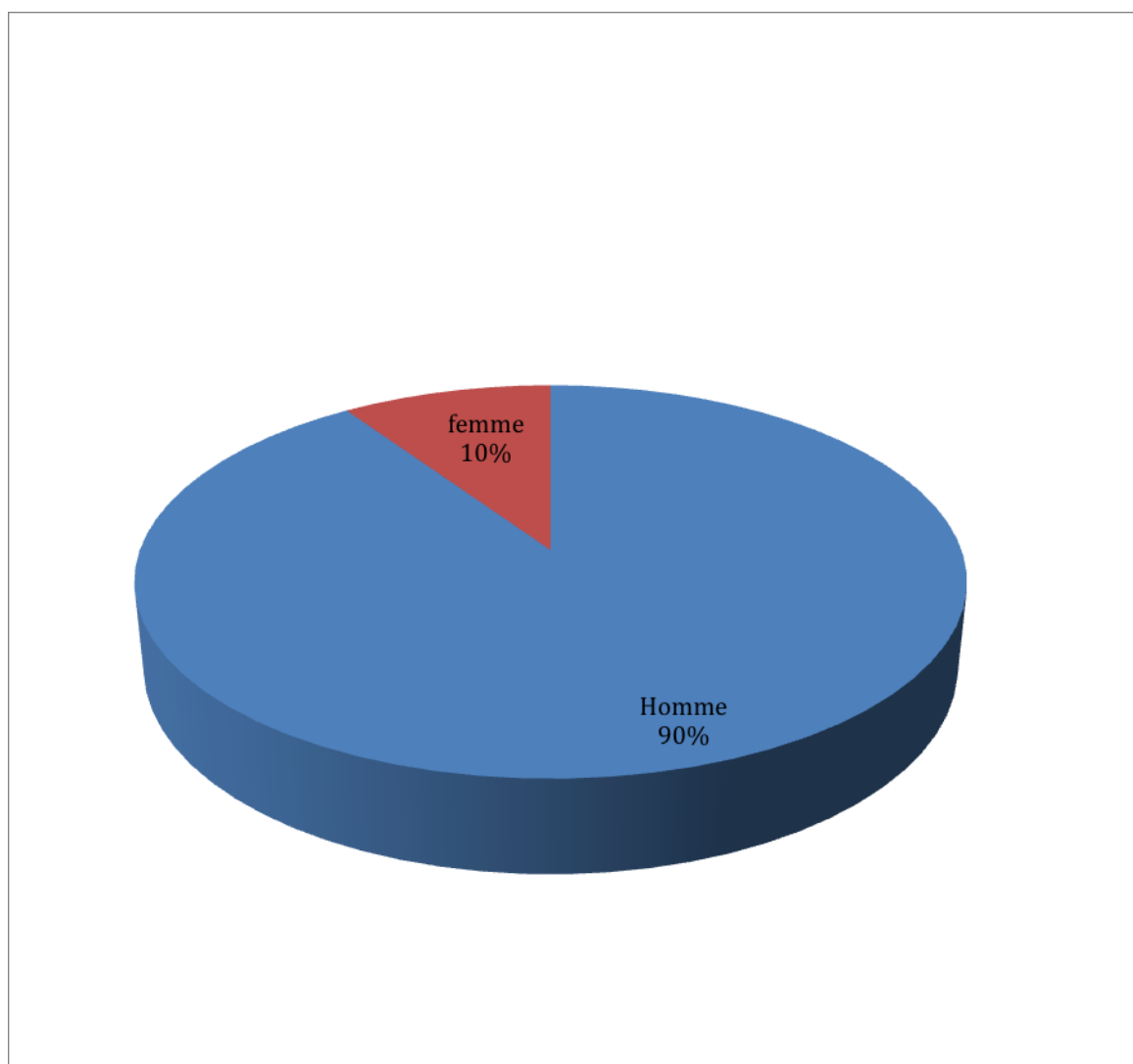


Graphique1 : Incidence en fonction de l'âge

B. Sexe :

Notre série comporte 2 femmes et 19 hommes

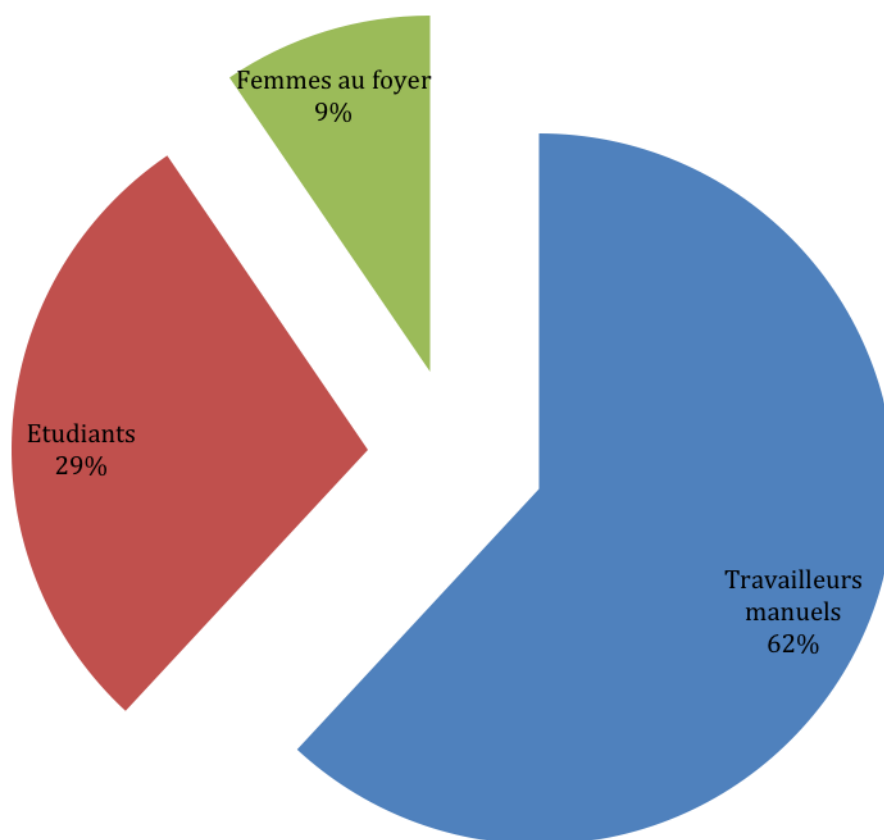
Nous avons noté une prédominance masculine dans notre groupe de patients, 90 % d'homme contre 10% de femme.



Graphique2: Répartition selon le sexe

C. Profession :

Sur les 21 cas de notre série, 13 patients (soit 62%) étaient des travailleurs manuels, 6 étudiants et 2 femmes au foyer.



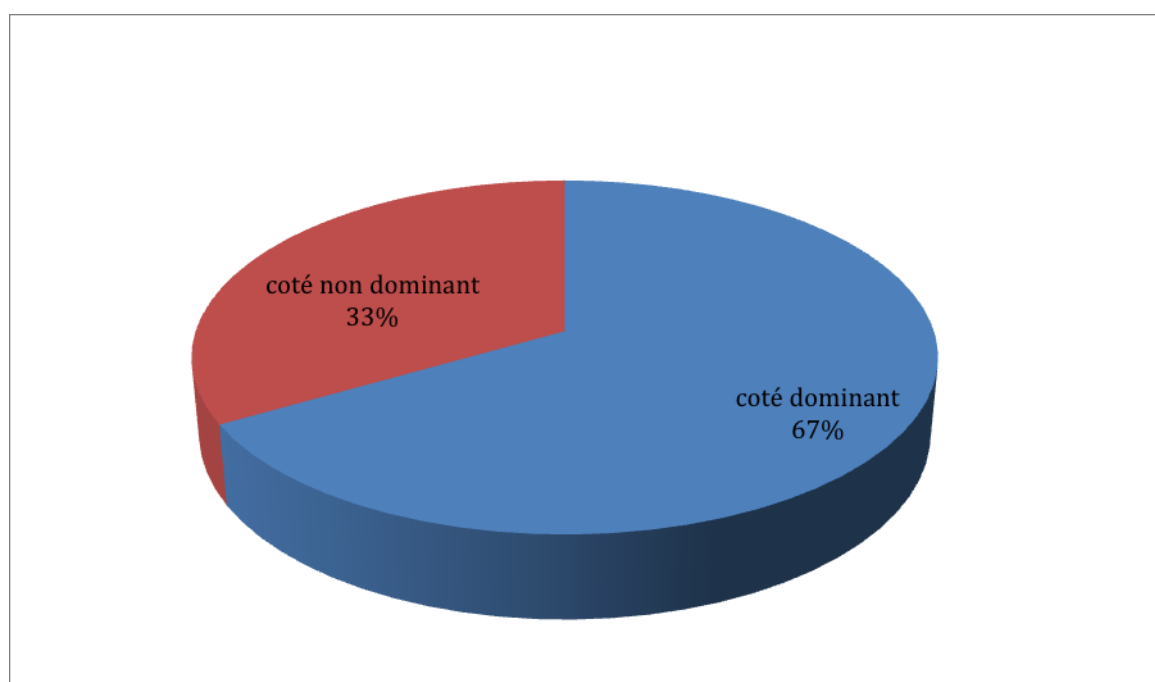
Graphique 3: Répartition selon la profession

D. Statut fonctionnel:

Dans notre série, tous les patients étaient autonomes avant leur traumatisme.

E. Côté dominant :

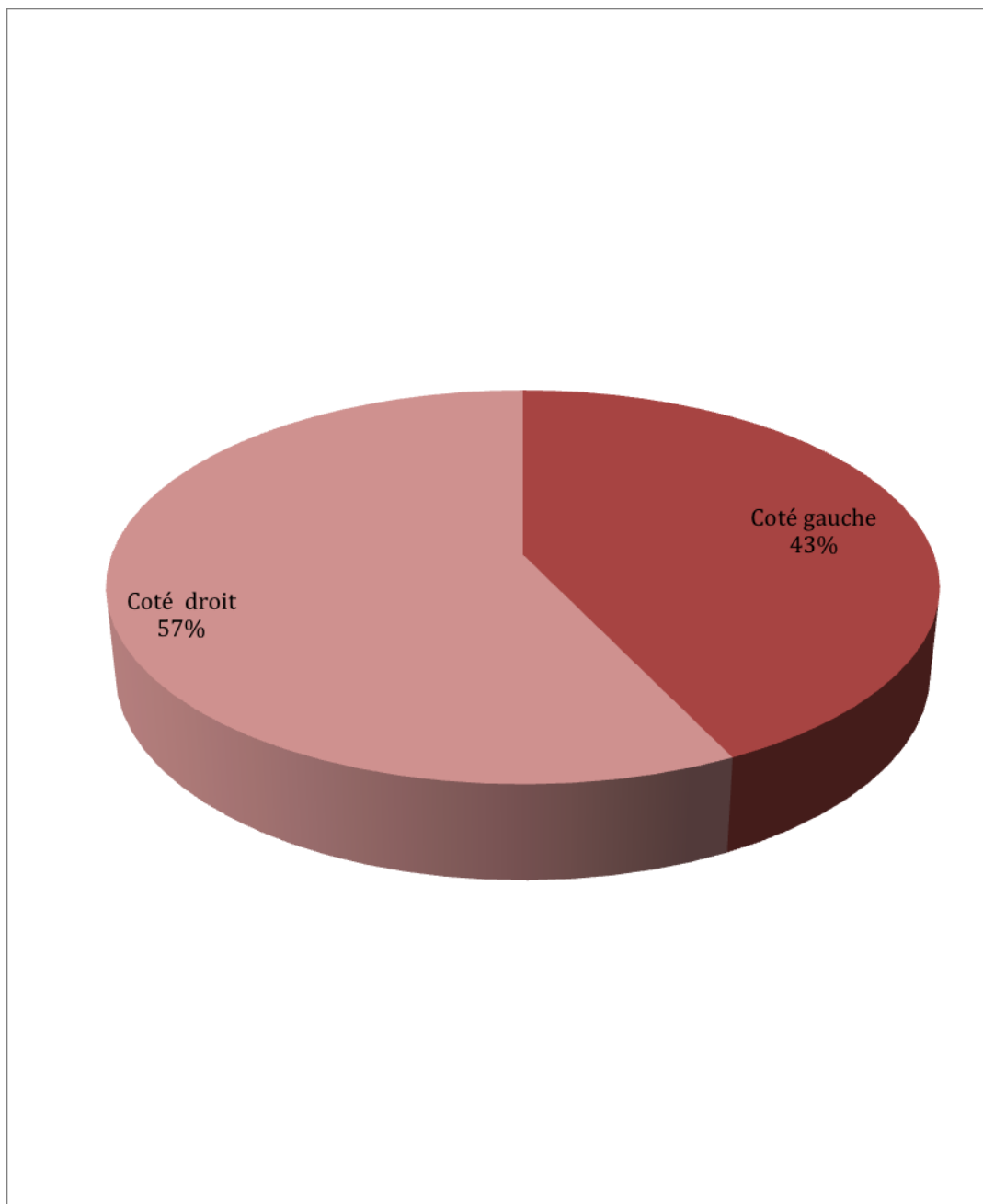
Chez 14 patients (soit 67 %) le traumatisme intéressait la main dominante.



Graphique 4: Répartition selon le côté dominant

F. Coté traumatisé :

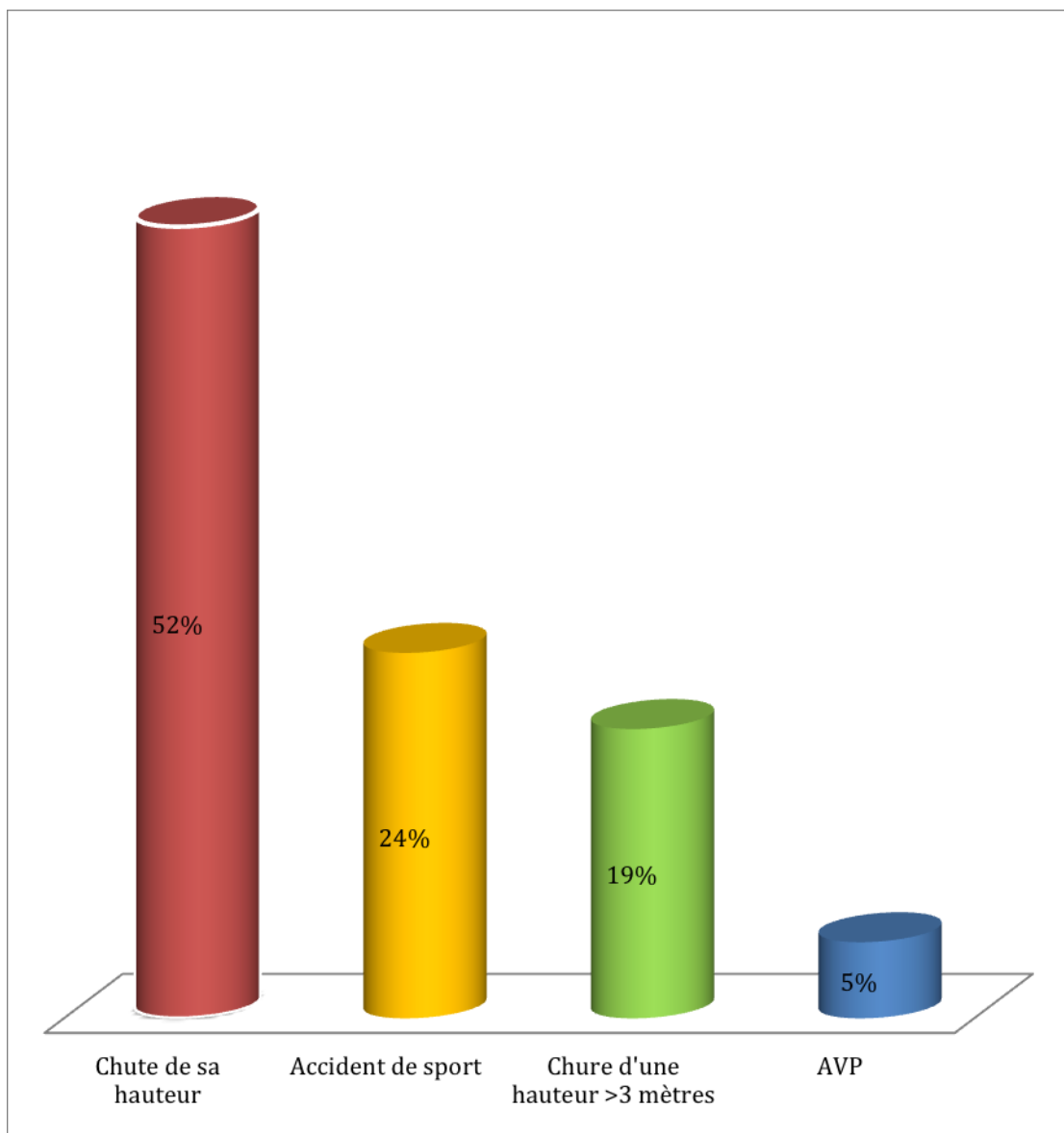
Dans 12 cas la lésion siégeait à droite (soit 57%), alors que chez 9 patients, elle siégeait à gauche (soit 43%).



Graphique 5: Répartition selon le coté traumatisé

G. Etiologie:

Sur les 21 cas de notre série, 11 patients étaient exposés à des traumatismes de faible énergie à type chute de sa hauteur, 5 par accident de sport, et 1 lors des accidents de voie publique, en plus de 4 patients par chute d'une hauteur importante au delà de 3 mètres.



Graphique 6: Répartition selon l'étiologie du traumatisme

H. Mécanisme :

Toutes les fractures du scaphoïde dans notre série ont été engendrées par un mécanisme indirect à savoir la chute sur main en hyper extension.

Nous ne déplorons aucun cas secondaire à un mécanisme direct.

II. DONNEES CLINIQUES

1. Signes fonctionnels:

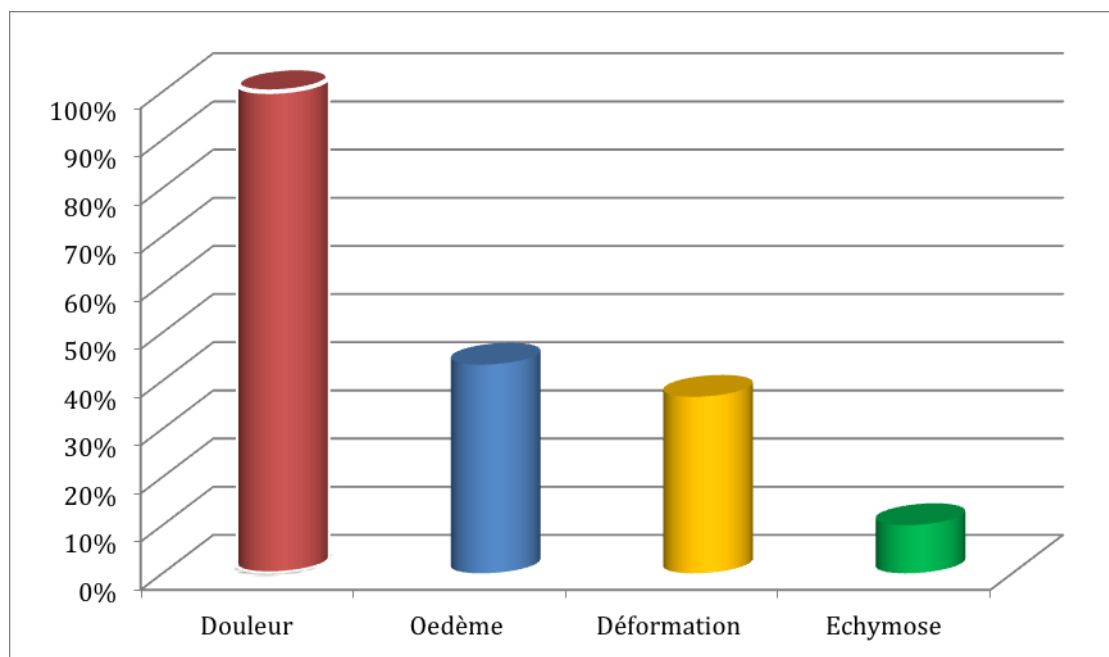
La douleur, la tuméfaction, et l'impotence fonctionnelle étaient les principaux signes retrouvés chez tous nos malades.

L'attitude du traumatisé du membre supérieur : constante chez tous les patients.

2. L'examen clinique local :

A objectivé les signes suivants :

- Les signes pathognomoniques de la fracture du scaphoïde à type de douleur à la palpation de la tabatière anatomique ont été présents chez tous nos patients.
- L'oedème localisé : présent chez 43.33 % des patients.
- Les ecchymoses localisées : présentes chez 10% des patients.
- La déformation du poignet : présente chez 36.66% des patients.



Graphique 7 : Fréquence des signes cliniques

3. Les lésions associées :

Dans notre série nous retrouvons :

- Une fracture radiale : 2 cas
- Une fracture métacarpienne : 2 cas

III. DONNEES RADIOLOGIQUES:

A. Moyens :

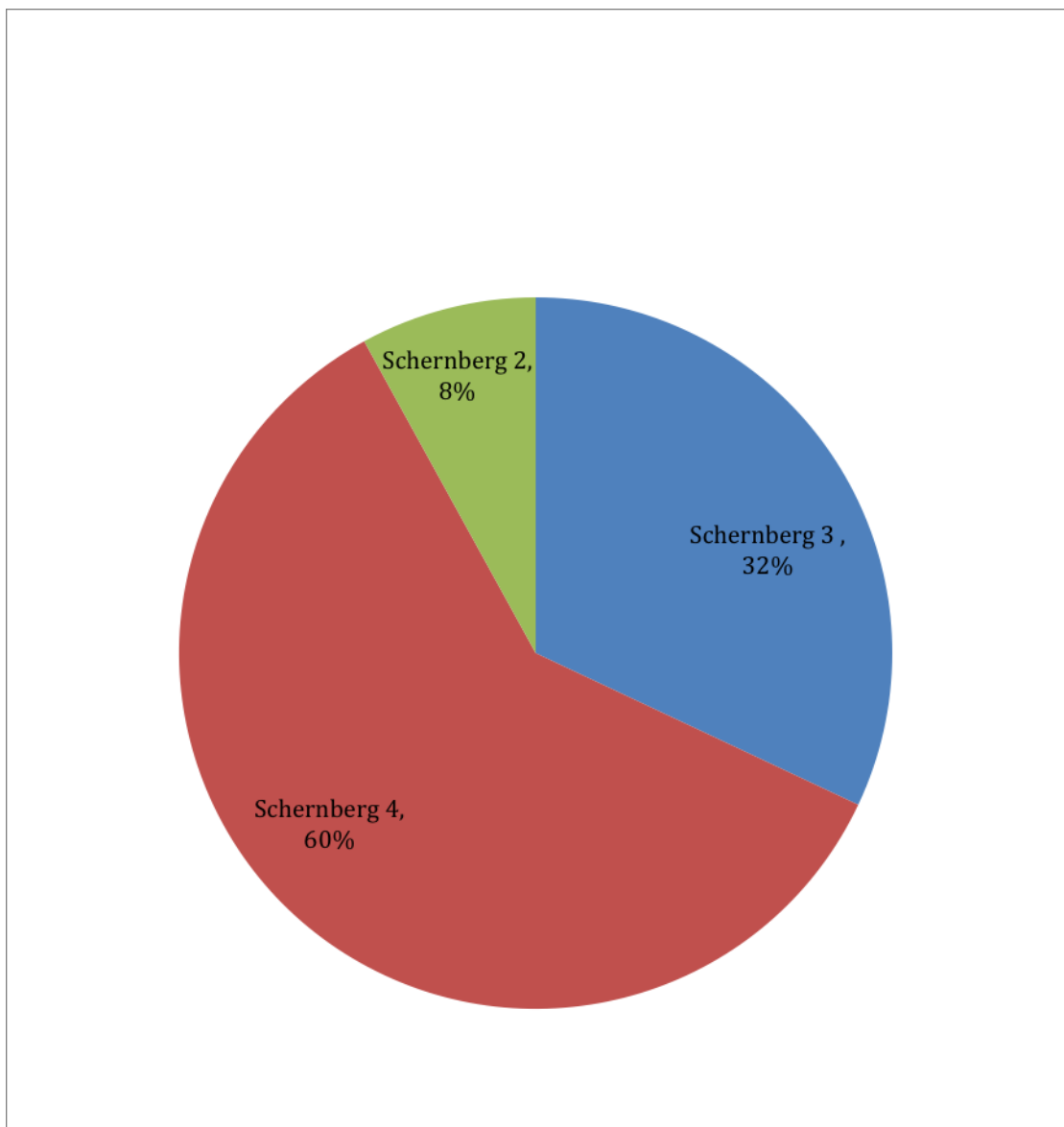
- La radiologie conventionnelle a été demandée chez tous nos patients.
- Les incidences demandées sont : Face ; profil ; SCHNECK.
- Nous n'avons pas eu recours à La tomодensitométrie (TDM) ni L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

B. Classifications anatomopathologiques:

a. La répartition selon le siège de la fracture:

La classification de **SCHERNBERG** est la classification adoptée dans le service de traumatologie orthopédie B3 au CHU Hassan II Fès, qui a objectivé :

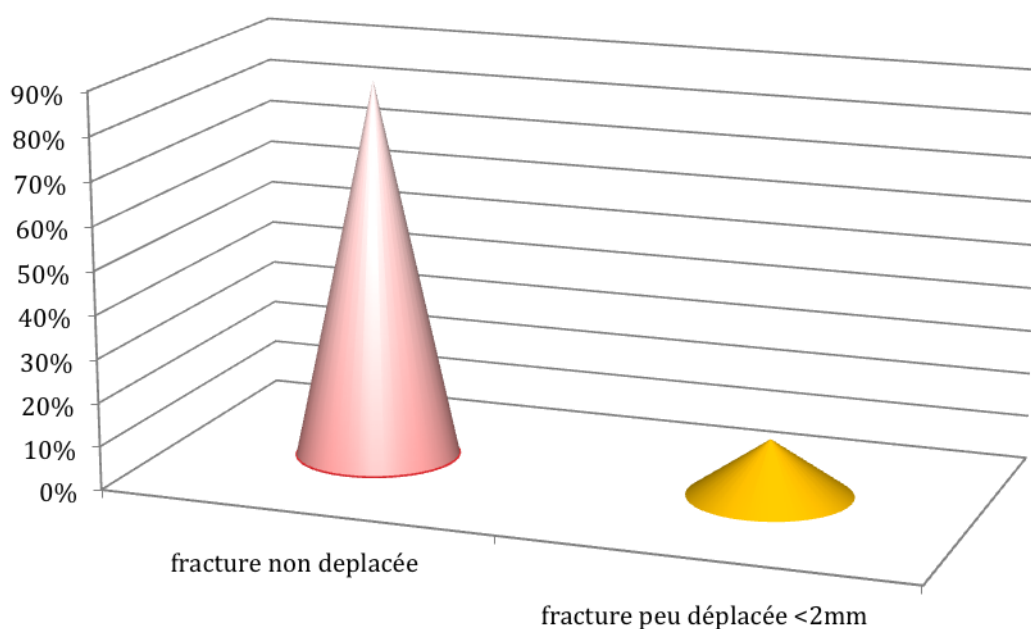
- zone 2 : 8% des patients
- zone 3 : 32% des patients
- zone 4 :60% des patients



Graphique 8: Répartition des fractures selon le siège

b. répartition selon le degré de déplacement :

87 % des patients avaient une fracture non déplacée, contre seulement 13% de fracture peu déplacée <2mm.

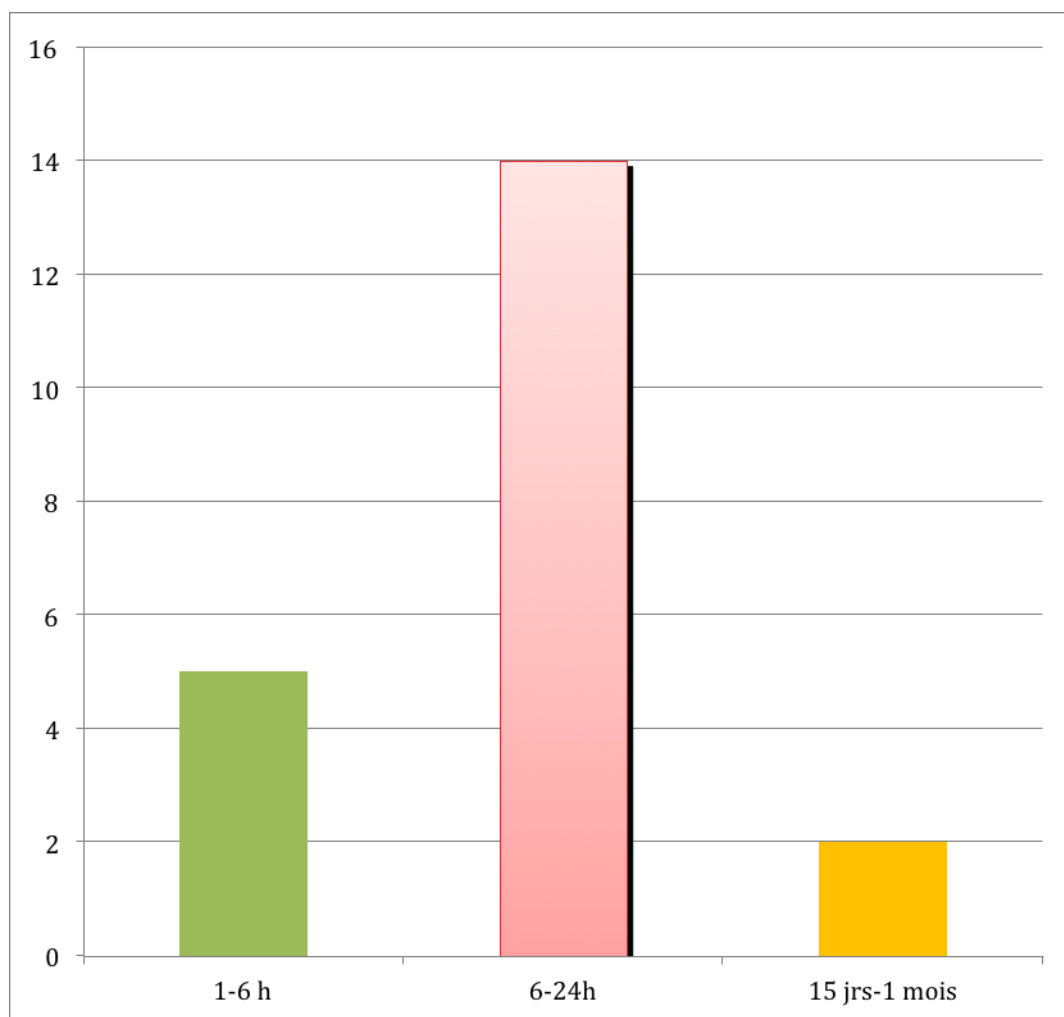


Graphique 9: Répartition selon le degré de déplacement

IV.TRAITEMENT:

1.Délai de consultation :

Dans notre série, 19 cas ont été diagnostiqués au départ, dans un délai de consultation qui variait entre 2h et 24h ; alors que deux patients ont consulté au 15^{ème} jours , et au 30^{ème} jours après avoir essayé des moyens de traitements traditionnels mais avec persistance de la douleur et de la tuméfaction.



Graphique 10: montrant le délai de consultation

2. Délai d'intervention :

Le délai moyen de prise en charge était de 24 heures chez nos patients avec des extrêmes entre 12 h-48h.

3. Indication de la technique Chirurgicale percutanée:

Le choix de La technique percutanée par vissage d'Herbert a été indiqué chez tous patients présentant une fracture récente non ou peu déplacée du scaphoïde.

4. l'installation du malade :

L'installation du malade est en décubitus dorsal, membre supérieur sur une table ordinaire.

Un garrot pneumatique à la racine du membre posé non gonflé (Figure 33).



Figure 33 : Garrot pneumatique à la racine du membre

5.Type d'anesthésie :

18 cas de notre série ont bénéficié d'une anesthésie locorégionale alors que dans 3 cas une anesthésie générale a été pratiquée vu le contexte poly-traumatique (Figure 34).



Figure 34 : A : dispositif du bloc plexique
B, C : site d'injection



6.Voie d'abord :

Dans notre série le traitement chirurgical percutané a été la règle pour tous nos patients.

La voie d'abord antérieure a été utilisée dans tous les cas.

7.Technique chirurgicale :

La durée moyenne de l'intervention chirurgicale est de 20 à 32 minutes. Nous avons procédé à un vissage percutané par une seule vis.

Toute la technique se déroulait sous contrôle de l'amplificateur de brillance avec réalisation de clichés de face, profil et SCHNECK.

Afin de déterminer les axes du scaphoïde on se repère par des incidences de face, profil et schneck ; on les trace par la suite avec un stylo dermatographique et on dessine en même temps l'emplacement idéal de la vis.

Une incision palmaire de 5 mm était réalisée au niveau de l'articulation scapho-trapezienne au pied du scaphoïde.

Mise en place de la broche guide qui doit prendre le grand axe du scaphoïde (Figure 35).

Préparation du trajet de la vis par une tarière (Figure 36).

La longueur de la vis se mesurait à l'aide d'un mesurateur introduit sur la broche guide jusqu'au contact de l'os.

La vis était ensuite positionnée sur la broche guide et la compression du foyer de fracture pouvait être visualisée par des clichés scopiques pendant le vissage. (Figure 37)

Le matériel d'ostéosynthèse utilisé était la vis de **HERBERT**.



Figure 35 : mise en place de la broche



Figure 36 : préparation du trajet de la vis par une tarière



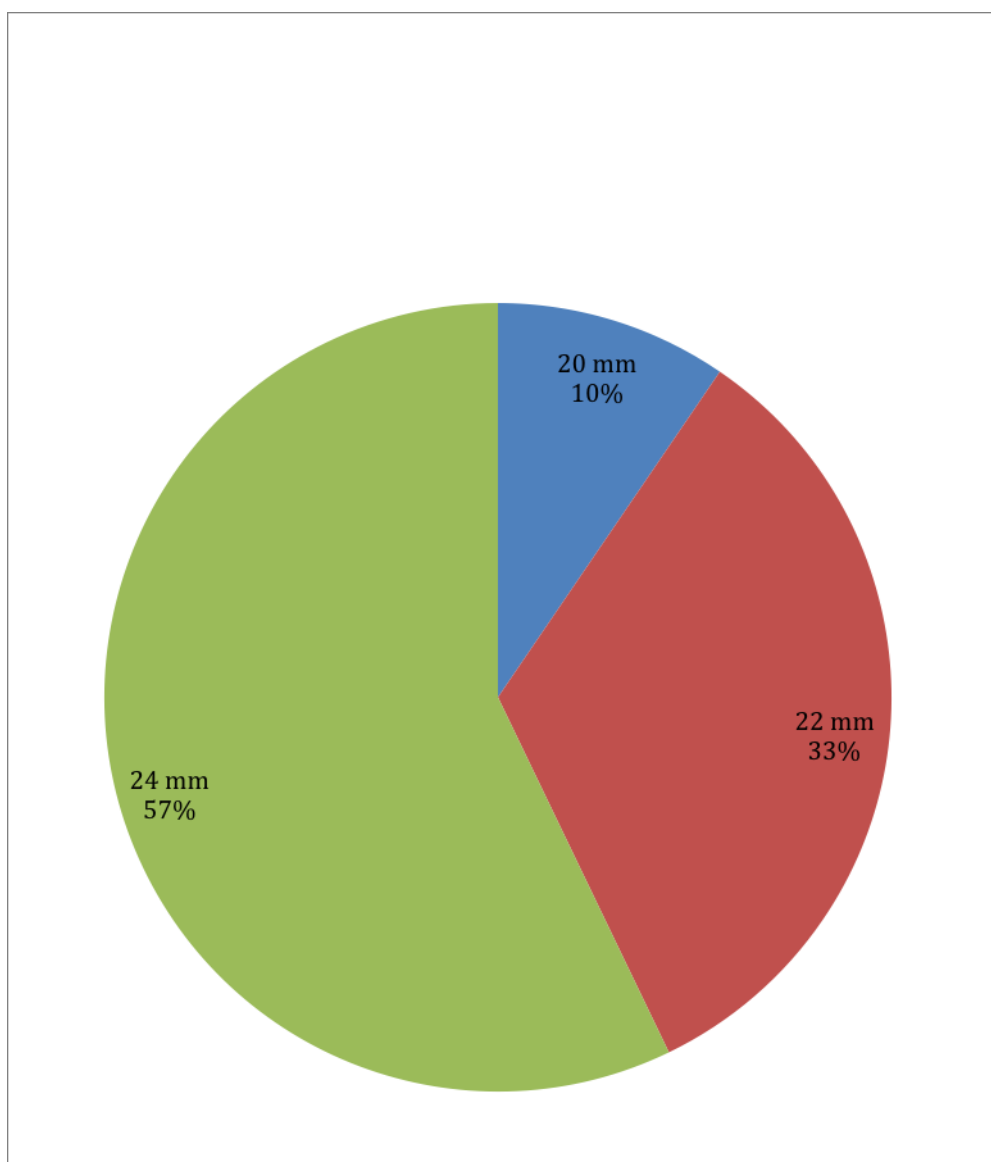
Figure 37 : vissage à l'aide d'un tournevis

8. Nombre de vis :

Une seule vis a été utilisée chez tous nos patients, soit 100% des cas.

9. Taille de vis

Les longueurs de vis se répartissaient suivant les proportions suivantes :



GRAPHIQUE 11: répartition selon la taille de vis

Longueur (mm)	Nombre de patients
20	2
22	7
24	12

10. Durée d'hospitalisation :

La durée moyenne d'hospitalisation chez nos malades est de 01 jour, avec des extrêmes variant entre 01 jour et 03 jours.

11. durée d'immobilisation post opératoire

Une immobilisation surtout pendant la phase de cicatrisation a été envisagée. La durée d'immobilisation par manchette est de 6 semaines. Au delà de ce délai, le patient pouvait utiliser son poignet dans des activités quotidiennes sans contrainte jusqu'à 3 mois.

12. Rééducation :

Pendant 3 mois pour les fractures du scaphoïde traitées par vissage.

Le but est de récupérer les amplitudes du poignet et la force. Il faut mobiliser sélectivement la radio-carpienne et la médio-carpienne, également mobiliser le carpe externe par rapport au carpe médian. La mobilisation se fait essentiellement en décoaptation pour éviter les compressions intra-carpiennes. Les prises manuelles sont courtes.

13. Ablation du matériel :

On a procédé à l'ablation du matériel chez 2 patients qui présentaient une gêne conflictuelle.

V.ETUDE ANALYTIQUE DES RESULTATS

Pour l'analyse des résultats, nous nous sommes basés sur la dernière consultation des patients.

Le recul moyen était de 24 mois avec des extrêmes allant de 6 mois à 72 mois.

La consultation de révision, effectuée pour cette étude, comportait :

- un calcul des scores **QUICK DASH**.
- une mesure bilatérale des amplitudes articulaires du poignet,
- des radiographies des deux poignets de face et de profil et des incidences bilatérales du scaphoïde (incidences de **SCHNECK 1**) à 01 mois et 03 mois pour:
 - confirmer la consolidation de la fracture.
 - vérifier l'absence de cal vicieux en mesurant les angles radio-scaphoïdiens, scapho-lunaires et indices de **YOUM** et **MAC MURTRY** [18], [19]
 - contrôler la qualité du montage en analysant l'enfouissement de la vis dans le pôle distal du scaphoïde, son positionnement par rapport à l'axe du scaphoïde et le franchissement du foyer de fracture par le pas de vis distal.

A. Résultats cliniques :

1. La mobilité :

La moyenne des mobilités a été évaluée par rapport à la moyenne du côté sain, on mesurant les amplitudes de flexion, extension, inclinaison radiale et cubitale par un goniomètre.

Les amplitudes de mobilité dans les mouvements de prono-supination sont identiques au côté opposé dans 100% des cas.

Trois patients présentaient un déficit de flexion de 10° en moyenne, par rapport au côté controlatéral soit 25%, et un patient présentait un déficit d'extension de 8° soit 8,3%.

Tous les patients avaient une inclinaison radiale et cubitale normale.

2. La force musculaire (tableau 1)

Nous avons mesuré la force musculaire de manière comparative au côté controlatéral (nous ne disposons pas de dynamomètre de **JAMAR** pour des mesures précises).

Dix de nos patients n'ont présenté aucune diminution de la force de serrage par rapport au coté controlatéral ; et deux patients ont présenté une diminution respective de 25% et 10 % par rapport au côté controlatéral.

Force de serrage par rapport au coté opposé	normale	75-100%	50-75%	25-50%
Nombre de cas	19	2	0	0

Tableau 1: Répartition des malades selon la force musculaire comparée à la main opposée en post opératoire

3. Résultats fonctionnels :

Nous avons trouvé un score moyen de 8% (0% – 36%) en utilisant le *QUICK DASH* [25].

Trois patients présentaient toujours des douleurs légères aux changements de temps sans influence du matériel utilisé.

$$\text{Score du DASH} = \left(\left[\frac{\text{Somme des valeurs choisies}}{\text{Nombre de question répondues}} \right] - 1 \right) \times 25$$

B. Résultats radiographiques

Le bilan radiologique a comporté un poignet de face, profil et SCHNECK.

Aucune radiographie spécifique n'a été faite en post opératoire.

1. Consolidation

Un seul patient parmi les 21 a présenté une pseudarthrose, c'est un jeune patient de 23 ans opéré 2 ans plus tôt pour fracture du scaphoïde au niveau tubérositaire après une chute au sport ; depuis l'intervention il a gardé la douleur à l'inclinaison cubitale avec une bonne mobilité, la pseudarthrose a été diagnostiquée par la radiographie.

Le taux de consolidation dans notre série est alors de 93 % ; le temps moyen de consolidation était estimé à 3 mois.

2. Cals vicieux

Nous n'avons pas noté de cal vicieux par la mesure radiographique bilatérale des angles radio-scaphoïdien et scapho-lunaire, et de la hauteur du carpe.

3. La nécrose

Dans notre série, aucun patient n'avait présenté des signes faisant suspecter la nécrose radiologique.

4. L'arthrose

L'analyse des clichés radiologiques en post opératoire, n'a révélé aucune anomalie à type d'arthrose prenant en compte un recul moyen de 24 mois.

C. L'influence sur l'activité professionnelle :

Sur les 21 cas de notre série, 13 patients (soit 63%) étaient des travailleurs manuels ,6 étudiants et 2 femmes au foyer :

17 patients avaient repris une activité professionnelle à l'identique

2 reclassements professionnels

2 patients n'avaient pas repris leur activité.

La durée moyenne de l'arrêt de travail était de 7 semaines (de 2 à 12 semaines).

CAS CLINIQUES

CAS CLINIQUE 1 :



Patiente de 22 ans, étudiante, victime d'un accident de sport, chute main en hyperextension , occasionnant chez elle une fracture du scaphoïde stade 3 de shernberg (figures A et B) traitée par vis de Herbert taille 24 mm (C et D : radiographie post-opératoire)

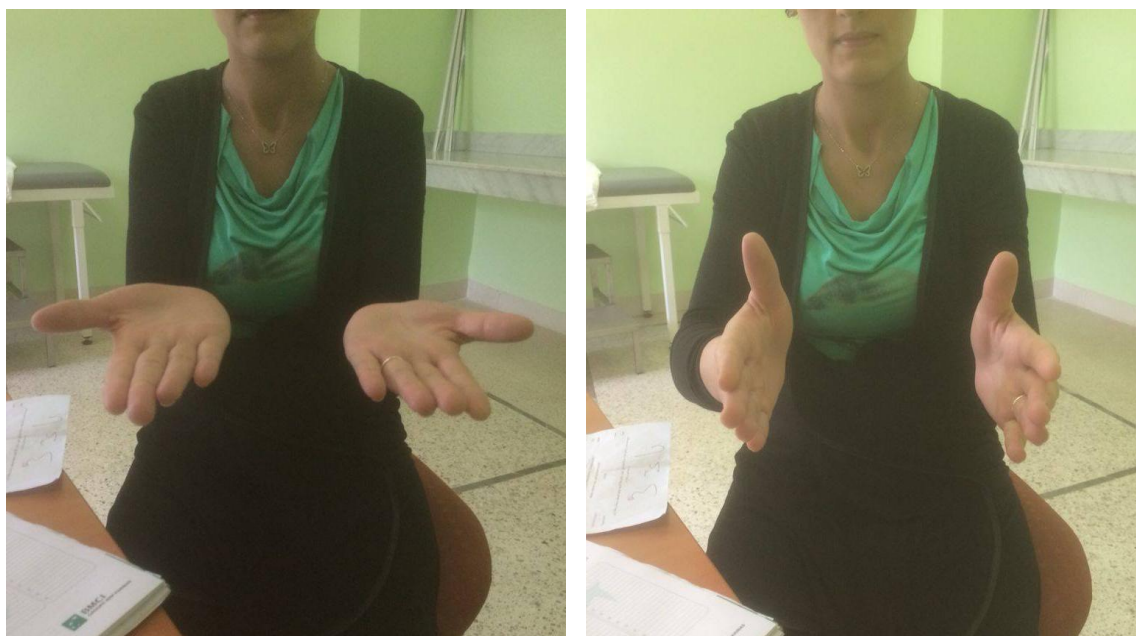
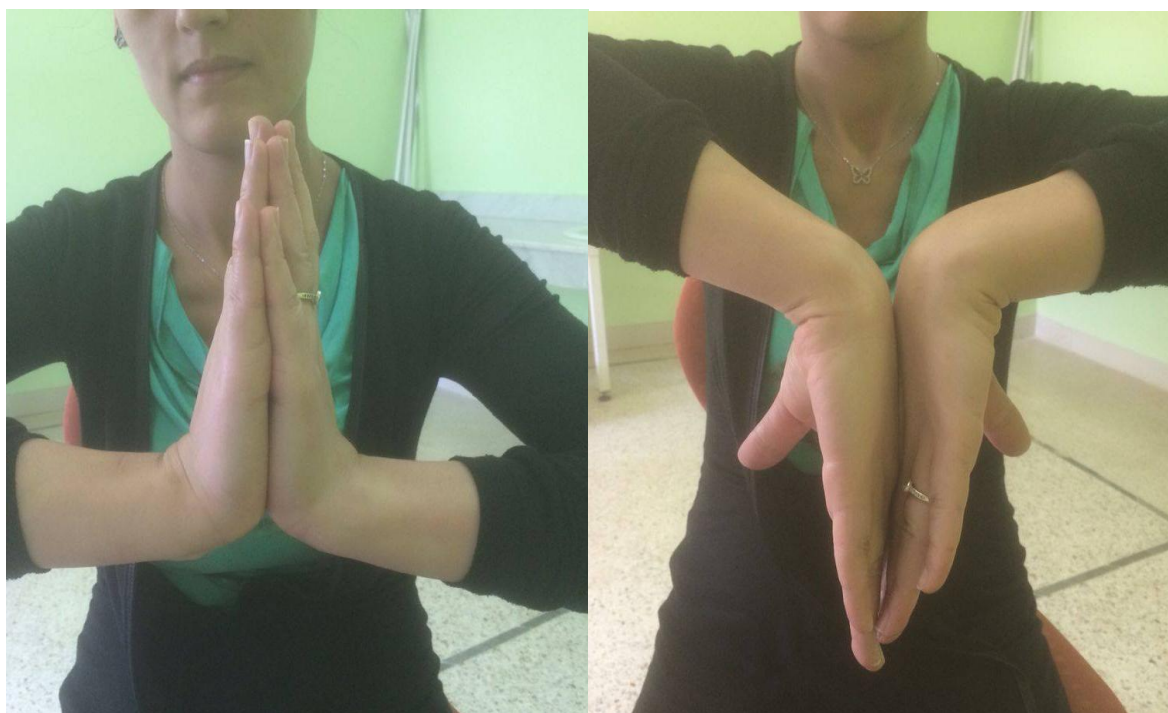


Figure 38 : Mobilité comparative du poignet à 7 mois.



Figure39: Aspect de la cicatrice

CAS CLINIQUE 2 :



Patient de 26 ans, fonctionnaire, victime d'une chute de 3m, chute sur main en hyperextension , occasionnant fracture du scaphoïde stade 4 de shernberg (figures A et B) traitée par vis d'Herbert taille 24 mm.
(C et D : radiographie post-opératoire)



Figure 40: Mobilité comparative du poignet à 6 mois



Figure 41 : Aspect de la cicatrice

CAS CLINIQUE 3 :



Patient de 38 ans, journalier, victime d'un accident de sport, chute main en hyperextension , occasionnant fracture du scaphoïde stade 4 de shernberg (figures A et B) traitée par vis d'Herbert taille 22 mm.
(C et D : radiographie post-opératoire)



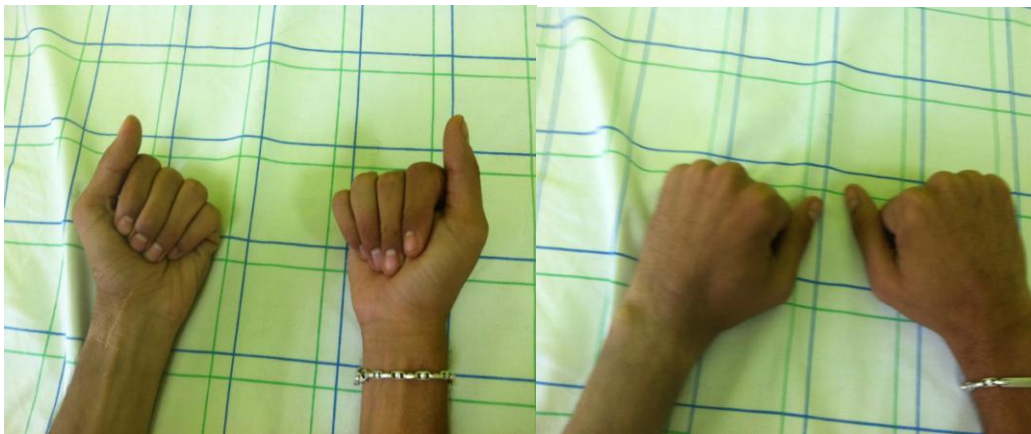


Figure 42: Mobilité comparative du poignet à 7 mois

CAS CLINIQUE 4 :



Figure 43 : Contrôle radiographique après 6 mois, d'une fracture du scaphoïde stade 4 de schernberg, montrant la vis de Herbert qui dépasse le scaphoïde, entraînant un conflit avec le trapèze.



Figure 44 : Radiographie de face et profil après ablation de la vis de Herber

CAS CLINIQUE 5:



Figure 45 : contrôle radiographique après 9 mois montrant une pseudarthrose du scaphoïde



Figure 46 : cure chirurgicale de la pseudarthrose par technique de matti-russe

DISCUSSION

Dans notre série toutes les fractures du scaphoïde ont été traitées selon la même technique chirurgicale à savoir : vissage percutané antérograde, par une seule vis de **HERBERT**.

En effet le traitement des fractures du scaphoïde reste un sujet de discussion, plusieurs études ont été menées dans ce sens.

Le traitement orthopédique est contraignant et s'accompagne d'un taux d'échec non négligeable.

Le traitement chirurgical à ciel ouvert, constitue une amélioration importante, mais nécessite une voie d'abord extensive.

Cependant le vissage percutané a révolutionné le traitement des fractures non déplacée, et l'usage de l'arthroscopie, ainsi que le développement des biomatériaux, et la chirurgie assistée par ordinateur restent les dernières innovations dans ce sens [26].

I. Discussion de la série

A. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES :

1. Age :

Des études faites par DECOULX. P, RAZEMON. J.P [116], DIASSANA M[115], COULIBALY. D [117] montrent que la tranche d'âge de 21 à 30 ans est la plus touchée.

L'âge de nos patients se situe autour de 30 ans, ce qui concorde bien avec les données de la littérature.

La prédominance chez l'adulte jeune peut être expliquée par :

- La population marocaine est pour sa grande majorité jeune.
- Cette tranche d'âge correspond à la période où on est plus actif, donc plus exposé aux différents accidents.
- Les circonstances du traumatisme : accident de la circulation, les chutes d'un lieu élevé, accident de travail.
- La résistance de l'extrémité inférieure du radius à cet âge.
- La fréquence des accidents de la voie publique dans notre contexte marocain.
- La prolifération des engins à deux roues que les jeunes aiment alors qu'ils ne connaissent pas en général le code de la route provoquant fréquemment des accidents de la circulation.

Au cours d'un traumatisme, le maximum de contrainte est absorbé par le carpe, et il y aura un maximum de lésions capsulo-ligamentaires et osseuses à ce niveau.

Alors que chez le sujet âgé, ces traumatismes du poignet réalisent plus volontiers des fractures de l'extrémité inférieure du radius, qui est moins résistante du fait de l'ostéoporose.

Il en est de même chez l'enfant, qui présente avant tout des fractures décollement de l'extrémité inférieure ou du quart distal de l'avant bras, dans ce cas les ligaments sont beaucoup plus résistants que l'os.

2. Sexe :

Les fractures du scaphoïde carpien sont l'apanage des hommes jeunes [120].

L'incidence annuelle au Danemark est estimée à 38 fractures pour 100000 hommes et huit pour 100 000 femmes. [02]

Ceci est conforme avec notre étude où, nous avons observé une nette

Prédominance du sexe masculin avec 87 % des cas.

Cette prédominance masculine pourrait s'expliquer par le fait que les hommes sont plus actifs que les femmes d'où leur exposition aux différents accidents.

3. Côté dominant (tableau 2)

La plupart des auteurs trouvent aussi une prédominance de la lésion du côté dominant des patients.

Pourtant d'autres séries ne trouvent pas une prédominance de l'atteinte de la main dominante comme, **DE VOS** [19], et **VAN DER MAREN**[110].

Dans notre série, il y a une prédominance de la fracture scaphoïde au niveau de la main dominante des patients soit 53 %.

Tableau2 : Répartition de l'âge du sexe et du côté dominant de la fracture selon la littérature

Auteur	Nombre de cas	Age Moyen	Sexe		Cote dominant%
			Homme%	Femme %	
DE VOS [19]	52	30 ans (16-65)	81	19	47
IN HO JEON [23]	24	36 ans (16-52)	100	0	-
CECILIA LOPEZ [29]	34	28 ans (16-54)	88	12	52
FILAN [27]	431	26 ans (14-68)	90	10	51
GAUJOUX [34]	53	30 ans (15-70)	92	8	53
ALHO [2]	99	31 ans (16- 71)	84	16	-
LEDOUX [61]	23	32 ans (18- 59)	78	22	100
STARK [101]	151	25 ans (12-59)	91	9	50
HADDAD [40]	15	26,3 ans (18- 41)	100	0	6
Leslie [65]	222	27 ans (8-65)	85	15	-
Notre série	21	30 ans (18-44)	90	10	53

4. Circonstances de survenue de la fracture (tableau 3)

Dans la série étudiée par **CONDAMINE et AL** [14]. On trouve la répartition suivante :

- 25 cas d'AVP soit 25%
- 30 cas d'accidents de sport soit 30%
- 30 cas d'accidents de travail soit 30%
- 15 autres cas soit 15%

	AVP	Accident de sport	Accident de travail	Autres (chute de sa hauteur...)
CONDAMINE et AL. [14] (106 cas)	25% (27 cas)	30% (32 cas)	30% (32 cas)	15% (15cas)
MILLIEZ, COURANDER [74] (52 cas)	4% (2 cas)	16% (8 cas)	42% (22 cas)	38% (20 cas)
VAN DER MAREN et AL. [110] (25cas)	8% (2 cas)	28% (7 cas)	16% (4 cas)	48% (12 cas)
Notre série (21 cas)	5% (1 cas)	24 % (5 cas)	19% (4cas) –	52% (11 cas)

Tableau 3: Fréquences des étiologies selon la littérature et celle de notre série

Dans notre série 52% des fractures sont dues à une imprudence (chute sur la main).

Le mécanisme exact de ce phénomène n'est pas encore clairement élucidé, les fractures du scaphoïde carpien ne répondent pas à un mécanisme univoque, et leur reproduction expérimentale est très difficile.

Il s'agit souvent d'une chute de sa hauteur sur la main et le choc direct reste exceptionnel.

5. le mécanisme :

Toutes les fractures du scaphoïde dans notre série ont été engendrées par un mécanisme indirect (chute sur main en hyper-extension).

Pour **RONGIERES** et **MANSAT** [63], la fracture du pôle proximal dépend d'un mécanisme où l'hyper-extension prédomine devant la compression axiale.

Les fractures du corps du scaphoïde ne répondent pas au même mécanisme déclenchant, selon la position de la main et le type de mise en supination ou pronation intra-carpienne.

Dans un cas, en inclination cubitale les lésions ligamentaires en font une fracture instable et de mauvais pronostic et dans l'autre cas en inclination radiale où toutes les contraintes sont concentrées sur le scaphoïde, on constate une fracture isolée de meilleur pronostic.

Pour **MAYFIELD** [68], la fracture du scaphoïde serait due surtout à l'hyper extension (Fig.47). L'os viendrait se fracturer contre le rebord dorsal du radius, le trait rompant d'abord la corticale palmaire, se propageant dorsalement.

L'inclination cubitale et la supination entraînent ensuite des lésions ligamentaires surajoutées. La fracture du tubercule étendue à un mécanisme de compression

directe. Il conclut que seule la fracture non déplacée de l'isthme ne s'accompagne pas de dégâts ligamentaires.

Dans la littérature, presque tous les auteurs s'accordent à dire que l'hyper-extension est le phénomène le plus incriminé dans le mécanisme de la fracture du scaphoïde. Quoique le l'hyper-flexion ne soit pas totalement exclue.

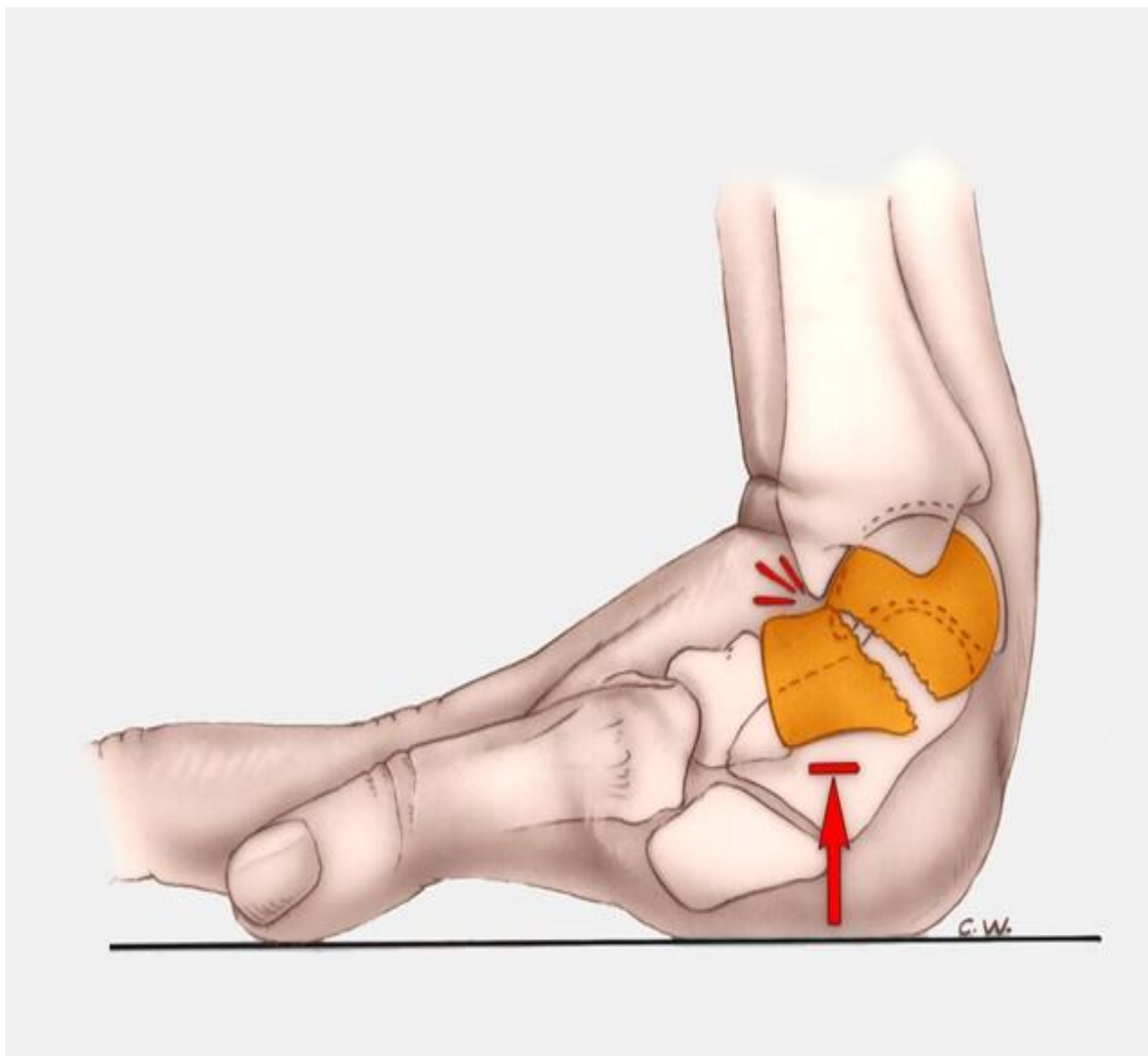


Figure 47: Mécanisme des fractures du scaphoïde : Hyper-flexion dorsale appuyée du radius ; le scaphoïde venant se briser sur le rebord postérieur du radius.

B. DONNEES RADIOLOGIQUES :

Dans notre étude, nous classons les fractures selon la classification de SCHERNBERG.

Tableau 4 : Comparaison entre les formes anatomiques de notre série et celles de la SOFCOT (1987) selon la classification de SCHERNBERG.

	SOFCOT* 1987 (%)	Notre série (%)
Type I	5	0
Type II	20	8
Type III	40	32
Type IV	25	60
Type V	6	0
Type VI	3	0

*société française de chirurgie orthopédique et traumatologie (SOFCOT).

On remarque la fréquence des types III et IV, cela peut être expliqué par le fait qu'une grande majorité de nos patients ont eu une chute sur la paume de la main avec hyper-flexion dorsale appuyée du radius.

II. RESULTATS :

A. CONSOLIDATION :

Dans cette étude, le délai de consolidation n'était pas facile à connaître, et le taux de consolidation moyen est de 93 % à 12 semaines, et il est indépendant de la durée d'immobilisation post-opératoire.

ADOLFSSON [1], retrouve un cas de pseudarthrose sur ses 23 patients opérés (4,3%). La consolidation est confirmée chez 20 patients à 10 semaines et 22 patients à 16 semaines.

MAC QUEEN [71], estime que la consolidation est plus rapide de 5 semaines par rapport au traitement orthopédique (estimé en moyenne à 12 semaines).

Dans son étude comparant le traitement percutané au traitement orthopédique, **DRAC** [23] retrouve un seul cas de pseudarthrose sur les 27 patients opérés (3,7%). Il confirme la supériorité du traitement percutané puisque dans le groupe non opéré, il retrouve un taux de pseudarthrose ou de retard de consolidation de 29%.

TABLEAU 5 [122]: Tableau comparatif des taux de consolidation ainsi que le retour au travail des différentes séries de la littérature
 [s : semaine]

	N	intervention	Consolidation							Retour au travail
			<6s	8s	10s	12s	16s	22s	>24s	
Adolfson 2001 [1]	49	Orthopédique <i>Vis accu percutanée</i>			22/26		24/26		26/26	ND
					20/23		22/23		22/23	6 S
Bond 2001 [121]	25	Orthopédique <i>Vis accu percutanée</i>		14/14		11/11				8+/-0.7 6 S
Saeden 2001[127]	67	Orthopédique Ciel ouvert Herbert				34/35			31/32 35/35	15 S 6 S
Vinnars 2007[111]	70	Orthopédique Ciel ouvert Herbert				34/35 40/40			35/35 35/35	10.5 S 5.5 S
Dias 2005 [20] [21]		Orthopédique Ciel ouvert Herbert					34/44 43/44		35/44 43/44	6s 5s

B. CALS VICIEUX DU SCAPHOÏDE

Selon **SAFFAR** [90], trois types de cals vicieux du scaphoïde peuvent être retrouvés : les cals vicieux en raccourcissement et angulation, les cals vicieux en rotation et les cals vicieux dus à une irrégularité des contours de l'os.

Les cals vicieux en raccourcissement et angulation sont les plus fréquents et sont souvent la conséquence d'une fracture des deux tiers distaux du scaphoïde non ou mal réduite.

Ils sont diagnostiqués sur des radiographies standards de poignet grâce à plusieurs éléments :

- Sur des radiographies de face : la présence d'un signe de l'anneau et d'un scaphoïde raccourci par rapport au côté opposé mais surtout une diminution de la hauteur du carpe mesurée par l'indice de **YOUM** et **MCMURTRY**.
- Sur des radiographies de profil : une déformation en flexion du scaphoïde, mesurée par l'angle radio-scaphoïdien, accompagnée d'une bascule en DISI du lunatum et mesurée par l'angle scapho-lunaire.

Les cals vicieux en rotation sont plus difficiles à mettre en évidence.

Les radiographies de face en inclinaison ulnaire maximale retrouvent un empiètement anormal de la partie distale du scaphoïde sur le capitatum.

Dans la littérature, rares sont les auteurs qui ont observé des cals vicieux.

Dans notre série, aucun cal vicieux n'a été retrouvé grâce à ces critères radiographiques.

C. MOBILITES ET FORCE MUSCULAIRE

Dans notre expérience, il existe un déficit moyen de 10° pour la flexion et de 8° pour l'extension chez 33,3% des patients.

A deux mois, **MC QUEEN** [71] retrouve une différence de mobilité entre le poignet sain et le poignet atteint dans 52% des cas lors d'un traitement orthopédique et dans 11% des cas lors d'un traitement chirurgical percutané.

Cependant, à 1 an du traumatisme, la différence n'est plus significative (6% contre 2%).

A 4 mois, **Haddad** et **Goddard** [39] retrouve une récupération complète des amplitudes de mobilités dans 92% des cas et la force de poignet est mesurée à 98% par rapport au côté opposé. Cependant 8% des patients conservent une perte de 5° de l'inclinaison radial.

A 4 mois, **ADOLFSSON** [1] retrouve un déficit de mobilité dans 6% des cas et un déficit de force dans 12% des cas chez les patients opérés. Chez les patients traités par une immobilisation, le déficit de mobilité est constaté dans 13% des cas et le déficit de force dans 17% des cas.

Tableau 6 [122]: Tableau comparatif de l'amplitude des mouvements, la force de préhension dans le traitement orthopédique et du vissage percutané

	intervention	Amplitude de mouvement	La force musculaire	Notes
Adolfsson 2001	Orthopédique	87% (CN) *	83% (CN)	CN : côté normal
	Vissage percutané	94% (CN)	88% (CN)	
Arora 2007	Orthopédique	140° *	42 kg +/- 10.2 kg	*L'angle de Flexion -Extension à 3 mois.
	Vissage percutané	132° *	46 kg +/- 10.7 kg	
Bond 2001	Orthopédique	124 +/- 7°	36 kg +/- 3 kg	
	Vissage percutané	139 +/- 6°	40 kg +/- 2.5 kg	
Dias 2005	Orthopédique	93.4% (CN)*	91.6% (CN)*	* A un an
	Vissage percutané	94.1% (CN)*	99.1% (CN)*	
McQueen 2008	Orthopédique	94% (CN) *	95% (CN) *	* A un an
	Vissage percutané	98% (CN) *	102% (CN) *	
Saeden 2001	Orthopédique	98% (CN)	88% (CN)	
	Vissage percutané	96% (CN)	95% (CN)	
Vinnars 2007	Orthopédique	29/35 avaient une amplitude normale du mouvement	27/35 avaient une force normal	
	Vissage percutané	29/40 avaient Une amplitude normale du mouvement	30/40 avaient une force normal	

D. RECUPERATION FONCTIONNELLE :

Les résultats fonctionnels que nous retrouvons sont satisfaisants. Le score d'incapacité **QUICK DASH** est de 8%.

Il faut tout de même rappeler que 35 % des patients présentent des douleurs légères de nature climatique, qui ne gênent pas la pratique quotidienne.

Ces résultats concordent avec les données de la littérature.

IACOBELLIS [51] retrouve un Quick Dash à 2,95% et un mayo wristscore moyen à 94,16%. Sur 36 patients, 33 présentent un bon ou excellent résultat.

Chez 16 patients consolidés (sur 18), **PATILLO** [80] retrouve un Dash moyen à 7,4% indiquant l'absence d'invalidité.

Enfin, la plupart des études montrent une reprise plus rapide des activités professionnelles.

E. COMPLICATIONS

Excepté le seul cas de pseudarthrose que nous avons évoqué, nous ne déplorons aucune complication grave.

Nous n'avons pas retrouvé de syndrome douloureux régional complexe ni d'infection opératoire. Aucun patient n'a présenté de paresthésies dans le territoire radial.

ADOLFSSON [1] décrit un cas d'algo-neurodystrophie d'évolution favorable à 3 mois et **HADDAD** [40] décrit un cas de paresthésies persistantes dans le territoire radial.

A long terme, aucune ostéonécrose du scaphoïde n'a été observée.

Mais il faut tout de même souligner que cette complication est essentiellement l'apanage des fractures du pôle proximal du scaphoïde et que, dans notre série, aucun patient ne présentait ce type de fracture.

DUCHARNE [24] décrit d'ailleurs une autre complication, rare, liée à la voie palmaire : une rupture du tendon du fléchisseur radial du carpe à la suite d'un conflit contre une tête de vis protruse et matée. Il contre indique l'utilisation d'une vis lorsque celle-ci est lésée au niveau de sa tête.

CONCLUSION

D'après notre expérience, l'ostéosynthèse des fractures du scaphoïde par vis de Herbert est une technique fiable qui permet d'obtenir une consolidation plus rapide avec une immobilisation post opératoire limitée.

Les complications sont rares et ne doivent pas contre indiquer l'intervention. Les résultats fonctionnels définitifs sont excellents même s'il peut persister un léger déficit de mobilité dans le plan sagittal et des douleurs climatiques.

Toutefois, il existe plusieurs variétés de la vis de Herbert qu'il faut choisir avec rigueur ; Il doit être simple à poser et de petite taille pour ne pas endommager l'articulation scapho-trapézio-trapézoïdienne, réaliser une bonne compression du foyer de fracture et ne pas gêner à long terme pour ne pas avoir à être enlever.

La place du traitement orthopédique dans l'arsenal thérapeutique est à revoir en fonction des nouvelles données de la littérature et probablement à limiter chez les patients peu motivés par la chirurgie.

RESUMES

RESUME :

Les fractures du scaphoïde sont les fractures les plus fréquentes du carpe, mais leur prise en charge thérapeutique reste difficile du fait de la géométrie particulière de cet os et de la précarité de sa vascularisation.

Un retard diagnostique initial et des erreurs de prise en charge peuvent conduire à une pseudarthrose, source de désaxation intra-carpienne secondaire menant inexorablement à la dégénérescence arthrosique du poignet.

Les progrès dans le dépistage radiologique, le développement de techniques chirurgicales mini invasives et de matériel de synthèse spécifique ont conduit à une attitude plus résolument chirurgicale, y compris dans les fractures non déplacées relevant classiquement du traitement orthopédique.

Notre but de l'étude était d'évaluer les résultats cliniques, radiographiques et fonctionnels de l'utilisation de la vis de Herbert pour l'ostéosynthèse des fractures du scaphoïde et comparaison les différents résultats.

Entre Janvier 2010 et septembre 2016, 21 patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse du scaphoïde par vis de Herbert. Le délai et taux de consolidation ont été analysés lors du suivi des patients par des radiographies standard de poignet. Lors de la consultation de révision, après un recul moyen de 24 mois, nous avons mesuré les amplitudes de mobilité, et le score fonctionnel **QUICK DASH**.

Le bilan radiographique standard comparant les deux poignets nous a permis de vérifier l'absence de cal vicieux par la mesure bilatérale des indices de **YOUM** et **MC MURTRY** et des angles radio-scaphoïdiens et scapho-lunaires.

Nous avons, par ailleurs, contrôlé la qualité du montage en analysant la position de la vis par rapport à l'axe du scaphoïde, son enfouissement dans le pôle distal et son franchissement du foyer de fracture.

Nous avons trouvé un taux de consolidation moyen de 93 %.

Avec un recul moyen de 24 mois, 4 patients présentent un déficit de mobilité dans le plan sagittal d'environ 9°.

Aucun cal vicieux n'est retrouvé, et aucune complication majeure n'a été constatée.

L'ostéosynthèse du scaphoïde par vis de Herbert est une technique fiable qui permet d'obtenir une consolidation plus rapide que le traitement orthopédique avec une immobilisation post opératoire limitée.

Cependant, le matériel d'ostéosynthèse est à choisir avec rigueur pour permettre une bonne compression du foyer de fracture et autoriser un enfouissement complet qui n'entraînera pas de conflit dans l'articulation scapho-trapézo-trapezoidienne.

SUMMARY

The fractures of the scaphoid are the most frequent fractures of the carp, but their therapeutic management is difficult because of the particular geometry of the bone and its precarious vascularization.

A delay in initial diagnosis and errors in therapeutic management can lead to a non union, source of misalignment of the carp wich secondary lead inexorably to osteoarthritic degeneration of the wrist.

Advances in radiological screening, the development of minimally invasive surgical techniques and equipment specific synthesis led to an attitude more determinedly surgical, including non-displaced fractures recovering classically from the orthopedic treatment.

Our purpose of the study was to estimate the clinical, radiographic and functional results of the use of the Herbert screw for osteosynthesis of the scaphoid and compare the different results.

Between January 2010 and September 2016, 21 patients benefited from an internal fixation of the scaphoid with Herbert screw. The time and rate of consolidation were analyzed at follow-up of patients with radiographs of the wrist. During the consultation for revision after a mean of 24 months, we measured the amplitudes of mobility, the squeezing force and the functional score Quick Dash.

The standard radiographs comparing the two wrists allowed us to verify the absence of mal union by measuring bilateral **YOUM** indices and **MC MURTRY** and radio-scaphoid and scapholunate angles.

We have also checked the quality of the assembly by analyzing the position of the screw relative to the axis of the scaphoid, his burial in the distal pole and crossing the fracture site.

We found an average rate of consolidation of 93 %.

With a mean of 24 months, 4 patients have about 9 ° as deficit of mobility in the sagittal plane.

No mal union was found, and no major complications were observed.

The fixation of the scaphoid with Herbert screw is a reliable technique that provides a consolidation faster with limited immobilization after surgery.

However, the osteosynthesis material should be selected rigorously to ensure good compression of the fracture and allow a full burying that will not cause a conflict in the scapho–trapezoid–trapezoidum articulation.

ملخص

إن كسور القاربي الرسغي هي من بين كسور المعصم الأكثر شيوعا، لكن علاجها صعب بسبب هندسة العظم وهشاشة الأوعية الدموية التي تغذي هذا العظم، ويمكن للتأخير في التشخيص الأولي والأخطاء العلاجية أن تؤدي إلى تمفصل كاذب قد يؤدي بدوره إلى اضطراب في الرسغ مصدر هشاشة العظام في المعصم. إن التقدم في الفحص الإشعاعي، وتطوير تقنيات جراحية مصغرة والمعدات المستخدمة لهذا الغرض أدى إلى اعتماد الجراحة كأساس لعلاج كسور القاربي الرسغي بما فيها الكسور غير النازحة التي تعالج عادة بالجبص.

هدفنا من هذه الدراسة هو تقييم نتائج السريرية، والإشعاعية، وكذا الوظيفية باستعمال برغي هربرت

لثبيت كسور القاربي ومقارنة النتائج

بين يناير 2010 وشتنبر 2016، خضع 21 مريضا لثبيت داخلي للقاربي بواسطة برغي هربرت. وقد تم تحليل الوقت ومعدل الالتحام أثناء متابعة المرضى وذلك بواسطة التصوير الإشعاعي للمعصم. أثناء متابعة المرضى خلال 24 شهرا، قمنا بقياس مدى حركة اليد، قوة الضغط، والمعدل الوظيفي Quick Dash. مقارنة الصور الإشعاعية للمعصمين مكننا من التحقق من عدم وجود سوء الالتحام من خلال قياس مؤشرات يوم وماك مرتري، وكذا قياس الزوايا بين عظمي القاربي، والكعبرة وعظمي القاربي والهلالي. قمنا أيضا بمراقبة نوعية التركيب وذلك بتحليل تموضع البرغي مقارنة مع محور القاربي ودرجة طمر البرغي من خلال موضع الكسر وصولا إلى القطب القاصي.

وجدنا من خلال هذه الدراسة 93% كمعدل نسبة الالتحام. بمتوسط 24 شهرا، بقي لدى 4 مرضى عجز

في حركة اليد بمعدل 9 درجات على المستوى العمودي.

لم يتم العثور على أي سوء التهام، ولم يتم رصد أي مضاعفات رئيسية.

الثبيت الداخلي للقاربي باستعمال برغي هربرت هو أسلوب موثوق به، إذ يوفر التهاما سريعا مع تثبيت

محدود بعد الجراحة، ومع ذلك ينبغي اختيار البرغي بدقة من أجل الحصول على تثبيت طرفي في العظم وضغط

جيد للكسر، والسماح بطمره كاملا كي لا يؤدي إلى عدم استقرار في تمفصل القاربي مع المنحرفي والمربعي.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADOLFSSON, L., T. LINDAU, AND M. ARNER

Acutrak screw fixation versus cast immobilisation for undisplaced scaphoid waist fractures.

J Hand Surg Br, 2001. 26(3): p. 192-5.

2. AIHO A. & U. KANKAANPAA

Management of fractured scaphoid bone, A Prospective Study of 100 Fractures

Acta orthop. scand. 46, 737-743, 1975

3. ALLIEU Y.

Instabilité du carpe – Instabilités ligamentaires et désaxations intracarpiennes.

Démembrement du concept d'instabilité du carpe.

Ann Chir Main 1984;3:316-21.

4. ALNOT JY, Bellan N, OBERLIN C, DE CHEVEIGNE C.

Les fractures et pseudarthroses polaires proximales du scaphoide carpien.

Ostéosynthèse de proximal à distal.

Ann Chir Main 1988;7:101-8.

5. ANDREW P. GUTOW, MD

Percutaneous Fixation of Scaphoid Fractures

Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Volume 15,

Number 8, August 2007

6. BLUM A et al.

Le diagnostic des fractures récentes du scaphoide : revue de littérature

J radiol 2007 ; 88 : 741-59

7. BONNEL F., ALLIEU Y.

Les articulations radio-cubito-carpienne et médio-carpienne. Organisation anatomique et bases biomécaniques.

Annales Chirurgie de la Main, 1984, 3, 4, 287-296

8. BOTTE MJ, GELBERMAN RH.

Modified technique for Herbert screw insertion in fractures of the scaphoid.

J Hand Surg 1987 ; 12A : 149-50.

9. BOTTE MJ, MORTENSENWW, GELBERMAN RH, ET AL.

Internal vascularity of the scaphoid in cadavers after insertion of the Herbert screw.

J Hand Surg 1988; 13A:216-20.

10. BOUCHET A., CUILLERET J.

Anatomie topographique descriptive et fonctionnelle. 3a Membre supérieur
3ème édition. SIMEP/Masson, Paris 1995

11. BUSHNELL B, MCWILLIAMS A, MESSER T.

Complications in dorsal percutaneous cannulated screw fixation of
nondisplaced
scaphoid waist fractures.

J Hand Surg 2007;32:827-33.

12. CHEN, A.C., et al.,

Percutaneous screw fixation for unstable scaphoid fractures.

J Trauma, 2005. 59(1): p. 184-7.

13. CLAY, N.R., et al.,

Need the thumb be immobilised in scaphoid fractures? A randomised prospective trial.

J Bone Joint Surg Br, 1991. 73(5): p. 828-32.

14. CONDAMINE J.L., et al.

Analyse de vingt-huit pseudarthroses itératives du scaphoïde carpien après intervention de Matti-Russe

Ann Chir Main 1986 ; 5, 4 : 269-280

15. COONEY W.P, DOBYNS J.H, LINSCHIED R.L.

Fractures of the scaphoid : a rational approach to management.

Chir. Orthop. 1980 ; 149 : 90-7

16. DAUBINET G., et al.

Le poignet et la main

Enseignement de la traumatologie du sport 1997

17. DAVIS, E.N., et al.,

A cost/utility analysis of open reduction and internal fixation versus cast immobilization for acute nondisplaced mid-waist scaphoid fractures.

Plast Reconstr Surg, 2006. 117(4): p. 1223-35; discussion 1236-8.

18. DELPRAT J. et al.

Poignet et main : bilan articulaire.

EMC-Kinésithérapie 1 (2005) 33-55.

19. DE VOS J., D. VANDENBERGHE

Acute percutaneous scaphoid fixation using a non-cannulated Herbert screw

Chirurgie de la main 22 (2003) 78-83

20. DIAS JJ, THOMPSON J, BARTON NJ, GREGG PJ.

Suspected scaphoid fractures. The value of radiographs.

J Bone Joint Surg 1990;72B:98- 101.

21. DIAS, J.J., et al.,

Should acute scaphoid fractures be fixed? A randomized controlled trial.

J Bone Joint Surg Am, 2005. 87(10): p. 2160-8.

22. DOOLEY B.J.

Inlay bone grafting for non-union of the scaphoid bone by the anterior approach.

J. Bone Joint Surg. (Br) 1968 ; 50 (B) : 102-9

23. DRAC, P., P. Manak, and I. Labonek,

Percutaneous osteosynthesis versus cast immobilisation for the treatment of minimally and non-displaced scaphoid fractures. Functional outcomes after a follow-up of at least 12 month. Biomed

Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub, 2005. 149(1): p. 149-51.

24. DUCHARNE, G., L. FRICK, AND M. SCHOOF,

Flexor carpi radialis tendon rupture following percutaneous osteosynthesis of the

scaphoid: a case report.

Chir. Main, 2009. 28(1): p. 50-2.

25. DUBERT T., et al.

Le questionnaire DASH. Adaptation française d'un outil d'évaluation internationale.

Chirurgie de la main 2001 ; 2à : 294-302

26 . FALKENBERG P.

An experimental study of instability during supination and pronation of the fractured scaphoid.

J Hand Surg 1985;10B:211-3.

27. FILAN S. L., T. J. HERBERT

Herbert screw fixation of scaphoid fractures.

Bone Joint Surg 1996;78B:519-29.

28. FORD DJ, Khoury G, el-Hadidi S, Lunn PG, Burke FD.

The Herbert screw for fractures of the scaphoid. A review of results and technical difficulties.

J Bone Joint Surg 1987 ; 69B : 124-7.

29. FOWLER C, SULLIVAN B, WILLIAMS LA.

A comparison of bone scintigraphy and MRI in the early diagnosis of the occult scaphoid waist fracture.

Skeletal Radiol 1998;27:683-7.

30. FREELAND P.

Scaphoid tubercle tenderness: a better indicator of scaphoid fractures? Arch Emerg Med 1989;6:46-50.

31. GANEL A, ENGEL J, OSTER Z, et al.

Bone scanning in the assessment of fracture of the scaphoid.

J Hand Surg 1979;4A:540-3.

32. GARCIA-ELIAS M, et al.

Carpal alignment after different surgical approaches to the scaphoid: A comparative study.

J Hand Surg 1988;13A:604-12.

33. GASSER H.

Delayed union and pseudarthrosis of the carpal navicular: treatment by compression screw osteosynthesis. A preliminary report on twenty fractures. J. Bone Surg. (Am) 1965; 47 (A): 249-66

34. GAUJOUX. G

Osteosynthese des fractures du scaphoide par voie dorsale : une ou deux vis de herbert ?

Chirurgie de la main 2002 ; 21 : 166-75

35. GELBERMAN RH, MENON J.

The vascularity of the scaphoid bone.

J Hand Surg 1980;5:508-13.

36. GELBERMAN R, GROSS M.

The vascularity of the wrist. Identification of arterial patterns at risk.

Clin Orthop 1986;202:40-9.

37. GELLMAN, H., et al.,

Comparison of short and long thumb-spica casts for nondisplaced fractures of the carpal scaphoid.

J Bone Joint Surg Am, 1989. 71(3): p. 354-7.

38. GOLDFARB CA, YIN Y, GILULA LA, FISHER AJ, BOYER MI.

Wrist fractures: what the clinician wants to know.

Radiology 2001;219:11-28.

39. HADDAD F., N. J. GODDARD

Acute percutaneous scaphoid fixation

The journal of bone and joint surgery ; vol. 80-b, no. 1, january 1998

40. HADDAD, F.S. AND N.J. GODDARD,

Acutrak percutaneous scaphoid fixation.

Tech Hand Up Extrem Surg, 2000. 4(2): p. 78-80.

41. HAMBIDGE JE.

Acute fractures of the scaphoid. Treatment by cast immobilization with the wrist

in flexion or extension?

J Bone Joint Surg 1999;81B:91-2.

42. HAUGER O, BONNEFOY O, MOINARD M, BERSANI D, DIARD F.

Occult fractures of the waist of the scaphoid: early diagnosis by high spatial resolution sonography.

AJR Am J Roentgenol 2002;178:1239-45.

43. HEAPS RJ, DEGNAN GG.

A modification for the insertion of the Herbert screw in the fractured or nonunited scaphoid.

J Hand Surg 1996 ; 21A : 922-4.

44.HERBERT TIMOTHY

Fracture du scaphoïde : pourquoi je crois qu'il faut souvent les opérer ?

Maîtrise Orthopédique n°105 – juin 2001

45. HERBERT, T.J. and W.E. FISHER,

Management of the fractured scaphoid using anew bone screw.

J Bone Joint Surg Br, 1984. 66(1): p. 114-23.

46. HERBERT TJ, FISHER WE, LEICESTER AW.

The Herbert bone screw: a ten year perspective.

J Hand Surg 1992 ; 17B : 415-9.

47. HERZBERG G, et al.

Perilunate dislocations and fracture–dislocations: a multicenter study.

J Hand Surg 1993;18A:768-79.

48. HERZBERG G.

Fractures du scaphoïde avec lésions ligamentaires.

Rev Chir Orthop 1988;74(Suppl 1):683-752

49.HERZBERG G.

Fractures récentes du scaphoïde chez l'adulte.

In: Duparc J, editor. Conférences d'enseignement de la SOFCOT n°78.

Paris: Elsevier; 2001. p. 241-56.

50.HOVE, L.M.,

Epidemiology of scaphoid fractures in Bergen, Norway.

Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 1999. 33(4): p. 423-6.

51. IACOBELLIS, C., S. BALDAN, AND R. ALDEGHERI

Percutaneous screw fixation for scaphoid fractures.

Musculoskelet Surg, 2011.

52. JACKSON D, LALOR PA, ABERMAN HM, et al.

Spontaneous repair of full-thickness defects of articular cartilage in a goat model –

a preliminary study.

J Bone Joint Surg 2001;83A:53-64.

53. KAMINA

Les os du carpe, vue palmaire et vue dorsale.

Anatomie Clinique ; Anatomie Générale des Membres.

Ed Maloine 2006 ; Tome 1.

54. KAUER JM

Functionnal antomy of the wrist.

Clin orthop Rel Res 1980; 149:9-20

55. KING, R.J., R.P. MACKENNEY, and S. ELNUR,

Suggested method for closed treatment of fractures of the carpal scaphoid:
hypothesis supported by dissection and clinical practice.

J R Soc Med, 1982. 75(11): p. 860-7.

56. KONDOYANNIS TN.

Clinical Sign in suspected fracture of the carpal scaphoid.

J Bone Joint Surg 1982;64 A:784.

57.KORKALA O.L., KUOKKANEN H.O., EEROLA M.S.

Compression–staple fixation for fractures, non–unions, and delayed unions of the
carpal scaphoid

J. Bone Joint Surg., 1992 ; 74 Am: 423–426.

58. KUHLMANN JN, BOABIGHI A, KIRSCH JM, MIMOUN N, BAUX S.

Étude expérimentale de l'immobilisation plâtrée des fractures du scaphoïde
carpien. *Rev Chir Orthop 1987;73:49–56.*

59.LANDSMEER J.M.F.

Les cohérences spatiales et l'équilibre spatial dans la région carpienne.

Acta anat. (bâles), 1968, 70, suppl. 54, 1–84

60. LARSON CF, BRONDUM V, SKOV O.

Epidemiology of scaphoid fractures in Osense. Denmark.

Acta Orthop Scand 1992;63:216–8.

61.LEDOUX P., CHAHIDI N., MOERMANS J.P., KINNEN L.

Ostéosynthèse persutannée du scaphoïde par vis de Herbert.

Acta orthopaedica , vol.61–1–1995

62.LESLIE.J., DICKSON R.A.

The fractured carpal scaphoid natural history an factors influencing outcome.

J. Bone Surg . (Br) 1981 ; 63 (B)225–30

63.MANSAT M.

Les fractures du scaphoïde carpien.

Ann. Chir. Main, 1982, 1, 4, 361–374.

64. MARTINACHE X., MATHOULIN C.

Ostéosynthèse percutanée du scaphoide acrprien avec assistance arthroscopique.

Chirurgie de la main 25 (2006) S171-S177

65. MARTINEZ C., MANSAT M.

Etude anatomoradiologique du mouvement du carpe.

Rév. Méd. Toulouse, 1971, 7, 309-319

66. MATEJ Kastelec, Renato Fricker, Fiesky Nunez

Scaphoid – Displaced waist fractures.

AO foundation

67. MAUDSLEY R.H, Chen S.C.

Screw fixation in the management of the fractured carpal scaphoid;

J. Bone joint Surg. (Br) 1972; 54 (B): 432-41

68. MAYFIELD J.K.,

Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability.

Orthop Clin North Am 1984; 15: 209-215

69. MAYFIELD JK.

Mechanism of carpal injuries.

Clin Orthop 1980 ;149 :45-54

70. McCALLISTER WV, KNIGHT J, KALIAPPAN R, TRUMBLE TE.

Central placement of the screw in simulated fractures of the scaphoid waist. A biomechanical study.

J Bone joint Surg 2003;85A:72-7.

71.MC LAUGHLIN.

Fracture of the carpal navicular scaphoid bone.

J. Bone Joint Surg. (Am) 1954 ; 36 (A) : 765-74

71. McQUEEN, M.M., et al.

Percutaneous screw fixation versus conservative treatment for fractures of the waist of the scaphoid: a prospective randomised study.

J Bone Joint Surg Br, 2008. 90(1): p. 66-71.

73. MERRELL, G. and J. SLADE,

Technique for percutaneous fixation of displaced and nondisplaced acute scaphoid

fractures and select nonunions.

J Hand Surg Am, 2008. 33(6): p. 966-73.

74. MILLIEZ P.Y., COURANDIER J.M., THOMINE J.M., BIGA N.

Histoire naturelle des pseudarthroses du scaphoïde carpien. A propos de 52 cas.

Ann Chir Main 1987, 6 ; num 3 : 195-202

75. MODI, C.S., et al.,

Operative versus nonoperative treatment of acute undisplaced and minimally displaced scaphoid waist fractures--a systematic review.

Injury, 2009. 40(3): p. 268-73.

76. MUNK B, BOLVIG L, KGRONER K.

Ultrasound for diagnosis of scaphoid fractures.

J Hand Surg 2000;25B:369-71.

77. OBERLIN C., FOLINAS D.

Anatomie et physiologie du scaphoïde.

Symposium sur les fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien.

SO.F.COT

Revue de Chirurgie Orthopédique, 1988, vol 74, num. 8, 683-752

78. OBERLIN C., FREDERIC T.

Données anatomiques utiles et examen fonctionnel de la main

Rev Rhum 2001 ; 68 : 294-303

79. OBLETZ BE, HALBSTEIN BM.

Non union of fractures of the carpal navicular.

J Bone Joint Surg 1938;20:424-8.

80. PATILLO, D.P., et al.,

Outcome of percutaneous screw fixation of scaphoid fractures.

J Surg Orthop Adv, 2010. 19(2): p. 114-20.

81. POWELL JM, LLOYD GJ, RINTOUL RF.

New clinical test for fracture of the scaphoid.

Can J Surg 1988;31:231-8.

82 . RABY N.

Magnetic resonance imaging of suspected scaphoid fractures using a low field dedicated extremity MR system.

Clin Radiol 2001; 56:316-20.

83. RETTIG AC, WEIDENBENER EJ, GLOYESKE R.

Alternative management of midthird scaphoid fractures in the athlete.

Am J Sports Med 1996; 24:182-6.

84. RIESTER JN, BAKER BE, MOSHER JF, et al.

A review of scaphoid fracture healing in competitive athletes.

Am J Sports Med 1985;13:159-61.

**85. RONGIERES M., MANSAT M., BONNEVIALLE P., DARMANA R.,
RAILLAC J.J.**

Pathomécanique des fractures du scaphoïde.

Symposium sur les fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien.

SO.F.COT

Revue de Chirurgie Orthopédique, 1988, vol 74, num. 8, 683-752

86. ROOLKERW, et al.

Carpal Box Radiography in Suspected Scaphoid Fracture.

J Bone Joint Surg 1996;78B:535-9.

87. ROUX J.L.

Les transferts osseux vascularisés au poignet et à la main

Chirurgie de la main, Volume 22, numéro 4

pages 173-185 (août 2003)

88. RUBY L.K, STINSON J., BELSKY M.R.

The natural history of scaphoid non-union. A review of fifty-five cases

J. Bone Joint Surg., 1985; 67 Am: 428-432.

89. RUSSE O.

Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment, and
operative

treatment.

J Bone Joint Surg Am 1960;42- A:759-68.

90.SAFFAR P.,

Scaphoid malunion.

Chir Main, 2008. 27(2-3): p. 65-75.

91. SCHADEL-HOPFNER M, BOHRINGER G, GOTZEN L.

Percutaneous osteosynthesis of scaphoid fracture with the Herbert-Whipple screw-technique and results.

Hand chir Mikrochir Plast Chir 2000;32:271-6.

92. SCHERNBERG F.

Fractures récentes du scaphoïde (moins de trois semaines).

Chirurgie de la main, 2005 (24) : p. 117-131.

93. SCHERNBERG F.

Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 1.

The standard and Positional Views.

J Hand Surgery 1990;15B:210-9.

94.SCHERNBERG F.

Le Poignet. Radio-anatomie et Chirurgie. Paris:

Masson Editeur; 1992. p. 40-1.

95. SCHERNBERG F.

Classification of fractures of the carpal scaphoid. An anatomico-radiologic study of characteristics.

Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1988;74:693-5.

96. SCHERNBERG F, ELZEIN F.

Fracture types and fragment dislocations of the scaphoid bone of the hand.

Handchir Mikrochir Plast Chir 1987;19:59-66.

97. SHIH JT, LEE HM, HOU YT, TAN CM

Results of arthroscopic reduction and percutaneous fixation for acute displaced scaphoid fractures.

Arthroscopy 2005 ; 21(5):620-626

98. SCHRAMM, J.M., et al.,

Does thumb immobilization contribute to scaphoid fracture stability?

Hand (N Y), 2008. 3(1): p. 41-3.

99. SCHUBERT H.

Scaphoid fracture.

Can Fam Physician 2000;46:1825-32.

100. SLADE JF, GUTOW AP, GEISLER WB.

Percutaneous internal fixation of scaphoid fractures via an arthroscopically assisted dorsal approach.

J Bone Joint Surg Am 2002;84(suppl2):21-36.

101. STARK H. et al.

Treatment of ununited fractures of the scaphoid

The Journal of Bone and Joint Surgery, 1988 :982-991

102. STRELI R.

Perkutane verschraubung des handkahnbeines mit bohrdrahtkompressionsschraube.

Zentralbl Chir 1970;95:1060-78.

103. TALEISNIK J, KELLY PJ.

The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone.

J Bone Joint Surg 1966;48A:1125-37.

104. TALEISNIK J.

The wrist.

Churchill Livingstone, Edinburgh, 1985

105. TERRY DW, RAMIN JE.

The navicular fat strip. A useful roentgen feature for evaluating wrist trauma.

Am J Roentgenol 1975;124:25-8.

106. TIEL-VAN BUUL MM, VAN BEEK EJ, VAN DONGEN A,

VAN ROYEN EA.

The reliability of the 3-phase bone scan in suspected scaphoid fracture: an interand

intra-observer variability analysis.

Eur J NuclMed 1992;19:848-52.

107. TROJAN E, MOURGUES G.

Fractures et Pseudarthroses du scaphoïde carpien. Etude Thérapeutique.

Rev Chir Orthop 1959;4:614-77.

108. TROJAN E.

Grafting of ununited fractures of the scaphoid. Proc.

R. Soc. Med. 1974 ; 67 : 1078-80

109. TRUMBLE TE, SALAS P, BARTHEL T, ROBERT K ;

Management of scaphoid nonunions.

J Am Acad Orthop Surg 2003;11:380-391.

**110. VAN DER MAREN C, VAN OVERSTRAETEN L., LEWALLE J.,
MULLER J., AUTRIQUE J.C., THIRY J.**

Utilisation de la vis de Herbert dans le traitement des fractures et
pseudarthroses

du scaphoïde carpien. Revue de 25 cas.

Rev. Chir Orthop 1989 ; 75 : 19-25

111. VINNARS, B., F.A. Ekenstam, and B. Gerdin,

Comparison of direct and indirect costs of internal fixation and cast treatment
in

acute scaphoid fractures: a randomized trial involving 52 patients.

Acta Orthop, 2007. 78(5): p. 672-9.

112 . VIEGAS SF, BEAN JW, SCHRAM RA.

Transscaphoid fracture/dislocations treated with open reduction and Herbert
screw internal fixation.

J Hand Surg 1987 ; 12A : 992-9.

113. VIVES P, De LESTANG M, DORDE T.

Techniques et Indications du Vissage des Fractures du col du Scaphoïde.

Le Poignet. (Monographie du Groupe d'Etude de la Main, N° 12).

Paris: Expansion Scientifique Française; 1983. p. 96-100.

114. WAIZENEGGER M, BARTON N, DAVI T, WASTIE M.

Clinical signs in scaphoid fractures.

J Hand Surg 1994;19B:743-7.

115. WAIZENEGGER M,WASTIE ML, BARTONNJ, Davis TR. Scintigraphy in

the evaluation of the clinical scaphoid fracture.

J Hand Surg 1994;19B:750-3.

116. WATSON J.

Fractures and joint injuries.

4e Edition. Baltimore:William andWilkins; 1955 (Vol. 2).

117. WHEELER D, Mc LOUGHLIN S.

Biomechanical assessment of compression screws.

Clin Orthop 1998;350:237-45.

118. WHIPPLE TL.

Stabilization of the fractured scaphoid under arthroscopic control.

Orthop Clin North Am 1995;26:749-54.

119. WONG TC, YIP TH, Wu WC

Carpal ligament injuries with acute scaphoid fractures.

A combined wrist injury.

J Hand Surg Br (2005) ;30:415-418

120.Wozasek, G.E. and K.D. Moser, *Percutaneous screw fixation for fractures of the scaphoid.* J Bone Joint Surg Br, 1991

121.D Bond,, et al., *Percutaneous screw fixation or cast immobilization for*

Non displaced scaphoid fractures. J Bone Joint Surg Am, 2001. **83-A(4):** p. 483-8.

122. S. Alshryda a, *, A. Shah b , S. Odak b , J. Al-Shryda c , B. Ilango d , S.R. Murali b

Acute fractures of the scaphoid bone: Systematic review and meta-analysis
2012

123. Soubeyrand Marc, MD, David Biau, MD, Cesar Mansour, MD, Sabri Mahjoub, MD, Veronique Molina, MD, Olivier Gagey, MD, PhD

Comparison of Percutaneous Dorsal Versus Volar Fixation of Scaphoid Waist Fractures Using a Computer Model in Cadavers 2009

124.Ph LIVERNEAUX . Ostéosynthèse des fractures du scaphoïde carpien par chirurgie assistée par ordinateur : étude expérimentale 2005

125.In-Ho Jeon, MD, Ivan D. Micic, MD, Chang-Wug Oh, MD, Byung-Chul Park, MD, Poong-Taek Kim, MD.

Percutaneous Screw Fixation for Scaphoid Fracture: A Comparison Between the Dorsal and the Volar Approaches 2009

126. Cecilia-Lo´pez, L. Sua´rez-Arias, F. Jara-Sa´nchez y C. Resines-Erasun
Fracturas del escafoides tratadas mediante osteosi´ntesis percuta´nea volar 2009

127. Saeden B, Tornkvist H, Ponzer S, Hoglund M. Fracture of the carpal scaphoid. A prospective, randomised 12-year follow up comparing operative and conservative treatment. J Bone Jt Surg Br 2001 Mar;83(2):230e4.