



LUXATIONS ET FRACTURES–LUXATIONS PERILUNAIRES DU CARPE (à propos de 16 cas)

MEMOIRE PRESENTE PAR :
Docteur HAJJIOUI MOHAMMED
Né le 08/03/1987 à ERRACHIDIA

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : Traumatologie–orthopédie

Sous la direction de Professeur LARBI AMHAJJI

Session Juin 2022

REMERCIEMENTS

*A mon maître le rapporteur de thèse et mon chef de service, professeur **AMHAJJI LARBI**, à qui je réserve tout mon respect et ma sincère gratitude. J'ai eu la grande chance de travailler sous votre égide et de côtoyer vos compétences, vous étiez pour moi un guide aussi bien dans le côté professionnel que relationnel et humain.*

Veillez, cher Maître, trouvé à travers ce modeste travail, l'expression de ma haute considération, de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

*A mon maître monsieur le professeur **JAMAL LOUASTE**, J'ai eu la grande chance de travailler sous votre égide et de côtoyer vos compétences, vous étiez pour moi un guide aussi bien dans le côté professionnel que relationnel et humain.*

*A mon maître monsieur le professeur **FAWZI BOUTAYEB** qui m'a toujours accueilli avec le sourire. Je suis impressionné par votre rigueur scientifique et vos qualités pédagogiques. Pour vos conseils avisés et votre sympathie, Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon profond respect.*

*A mon maître Monsieur le professeur **EL MRINI ABDELMAJID** votre patience, votre abnégation professionnelle et pédagogique ainsi que vos qualités humaines font mon admiration. Vous restez pour moi un modèle et soyez assuré de ma profonde reconnaissance.*

*A mes maîtres Monsieur le professeur **ZEJJARI HASSAN** et Monsieur le professeur **CHERRAD TAOUFIQ**, Votre compétence, votre dynamisme, votre modestie, votre rigueur et vos qualités humaines et professionnelles ont suscité en moi une grande admiration et un profond respect, ils demeurent à mes yeux exemplaires. Vos conseils et vos encouragements me sont très chers et soyez assuré de ma profonde reconnaissance.*

*A mon maitre Monsieur le professeur **MARZOUKI ZEROUALI AMINE**
Votre compétence, votre dynamisme, votre modestie, votre rigueur, et vos qualités
humaines et professionnelles ont suscité en nous une grande admiration et un
profond respect, ils demeurent à nos yeux exemplaires.*

*A mes Maitres Monsieur le professeur **EL IBRAHIMI ABDELHALIM**,
Monsieur le professeur **LAHRACH KAMAL** et Monsieur le professeur **EL**
IDRISSI MOHAMMED Vos qualités scientifiques, pédagogiques et humaines sont
pour nous un modèle. Veuillez trouver ici, l'assurance de notre profonde gratitude et
notre grande estime.*

*A mes maîtres le professeur **Moncef ELABDI**, le professeur **Hatim ABID** et le
professeur assistant Docteur **BOUSBAA HICHAM**, je vous remercie énormément
pour vos conseils et votre aide au cours de ma formation, vous étiez pour moi aussi
bien un maître qu'un grand frère, veuillez trouver à travers ce travail mon plus
grand estime et respect.*

A Tous Nos Maîtres

*Vous avez guidé nos pas et illuminé notre chemin vers le savoir. Vous avez
prodigué avec patience et indulgence infinie, vos précieux conseils. Vous étiez
toujours disponibles et soucieux de nous donner la meilleure formation qui puisse
être. Qu'il nous soit permis de vous rendre un grand hommage et vous formuler notre profonde
gratitude.*

Liste des abréviations

LPL	: Luxation périlunaire
FLPL	: Fracture–luxation périlunaire
EVA	: Echelle visuelle analogique
TDM	: Tomodensitométrie
IRM	: Imagerie par résonance magnétique
DISI	: Instabilité dorsale du segment intercalaire
VISI	: Instabilité ventrale du segment intercalaire
SNAC	: Scaphoïd Nonunion Advanced Collapse
SLAC	: Scapholunate Advanced Collapse
SL	: Scapho–Lunaire
RL	: Radio–lunaire
RSL	: Radio–scapho–lunaire
RSC	: Radio–scapho–capital
SLIL	: Ligament scapho–lunaire interosseux
STT	: Scapho–trapèzo–trapézoïde
RT	: Radio–triquétral
LTq	: Luno–triquétral
IRU	: Index radio–ulnaire
HR	: Hauteur radiale
IR	: Inclinaison radiale
AVP	: Accident de la voie publique
BABP	: Brachio–anté–brachio–palmaire.
PRWE	: Patient rated wrist evaluation.
Quick–Dash	: Quick–Disabilities of the Arm Shoulder and Hand

PLAN

INTRODUCTION	7
MATERIEL ET METHODES	9
I. Présentation de l'étude :.....	10
II. Critères d'inclusion :.....	10
III. Critères d'exclusion :.....	10
IV. Recueil, traitement et analyse des données :.....	10
V. Technique chirurgicale adoptée par le service :	13
1. Les luxations pures [10] :.....	13
2. Fractures–luxations trans–scapho–périlunaires	20
VI. Limites et biais de l'étude :	20
VII. Observations types :.....	21
RESULTATS	29
I. L'épidémiologie.....	30
1. L'âge :.....	30
2. Le sexe :.....	30
3. Le terrain :.....	30
4. La profession :.....	31
5. Les circonstances du traumatisme et mécanismes :.....	31
6. La main dominante :.....	32
7. Le côté lésé :	32
II. La clinique :	32
1. Le délai de consultation :.....	32
2. Le tableau clinique :.....	33
3. Les lésions associées :	34
III. L'imagerie :.....	34
IV. La prise en charge :.....	35
1. La réduction par manœuvre externe :.....	35
2. Le délai :	35
3. L'installation du malade :.....	36
4. L'anesthésie :	36
5. La voie d'abord :	36
6. Les techniques d'ostéosynthèse :.....	37

7. L'immobilisation post-opératoire :	38
8. Les suites post-opératoires :	38
9. Le délai d'ablation de matériel :	38
10. La rééducation :	39
V. Évolution et complications :	40
1. Le recul moyen :	40
2. Les complications :	40
3. Les résultats fonctionnels :	40
4. Les résultats radiologiques :	42
DISCUSSION	44
I. Étude anatomique :	45
1. Anatomie osseuse :	45
2. Anatomie ligamentaire	51
3. L'anatomie vasculaire :	60
4. La vascularisation du lunatum :	62
5. La vascularisation du scaphoïde :	63
6. L'innervation :	64
II. Biomécanique de l'articulation du poignet :	66
1. La mobilité du poignet :	66
2. La stabilité du poignet :	71
3. Les contraintes que subit l'articulation du poignet :	76
III. Réflexions sur le mécanisme de la lésion :	78
1. Un mécanisme classique à début latéral :	78
2. Un mécanisme à début médial :	82
3. Quel intérêt de déterminer le mécanisme ?	85
IV. Classification et anatomopathologie :	85
1. Classification de Johnson :	86
2. Classification de Taleisnik :	87
3. Classification pronostique de Witvoet et Allieu [76]:	87
4. Classification radiologique de Herzberg :	88
V. L'épidémiologie :	90
1. L'âge :	90

2.	Le sexe :	91
3.	Les circonstances du traumatisme :	91
4.	Le côté lésé et côté dominant :	92
VI.	La clinique :	93
1.	Le diagnostic :	93
2.	L'interrogatoire :	94
3.	L'examen clinique :	94
VII.	L'imagerie :	96
1.	Incidences de base :	96
2.	Incidences spécifiques du scaphoïde :	109
3.	Un intérêt croissant de l'échographie :	113
4.	Intérêt et place de l'arthroscopie :	114
5.	Les lésions associées :	114
6.	En conclusion :	120
VIII.	Les formes cliniques :	122
1.	La luxation rétro–lunaire pure :	122
2.	Fracture trans–scapho–périlunaire du carpe :	123
3.	Fracture–luxation trans–scapho–capitale périlunaire du carpe:	124
4.	Luxation ou fracture–luxation anté–lunaire du carpe :	125
IX.	Le traitement :	126
1.	But :	126
2.	Moyens :	127
3.	Indications :	135
4.	Pour les lésions anciennes et alternatives à distance :	137
X.	La rééducation :	141
XI.	Évolution et complications :	141
1.	l'Évolution :	141
2.	Les complications :	144
XII.	Pronostic :	157
CONCLUSION		159
RESUMES		161
ANNEXES		167

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....175

INTRODUCTION

Les luxations périlunaires du carpe se définissent par une perte de contact totale des surfaces des interlignes capitulaire, scapho–lunaire et luno–triquétral. Cette pathologie est rare, elle représente environ 5 à 10 % des traumatismes du carpe (1,2,3) et est la plus fréquente des luxations du carpe.

Ces luxations qui surviennent habituellement dans les traumatismes à haute énergie du poignet, main en hyperextension et en inclinaison ulnaire, s'accompagnent de lésions ligamentaires graves, touchant les ligaments intracapsulaires et intra–articulaires (scapho–lunaire et luno–triquétral), ainsi que des lésions ostéo–cartilagineuses fréquentes (scaphoïde, styloïdes ulnaire et radiale, avulsion du capitatum).

Malgré l'importance du déplacement anatomique, les luxations périlunaires passent souvent inaperçues (25 % des cas) au stade aigu (4,5,6), et même après un traitement chirurgical, 50 à 100 % des patients développeront une arthrose radiocarpienne et/ou médiocarpienne.(6,7,8)

Notre travail présente les résultats d'une série rétrospective de 16 cas de luxations et de fractures–luxations du carpe traitées chirurgicalement par réduction et ostéosynthèse à foyer ouvert au service de Chirurgie Traumatologique et Orthopédique de L'Hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès sur une période s'étalant sur 5 ans de 2015 à 2020 afin de souligner l'intérêt de la précocité du traitement pour de meilleurs résultats.

L'objectif de cette étude réside dans l'établissement d'un profil épidémiologique, et dans la précision des caractéristiques cliniques, radiologiques, thérapeutiques et évolutives liés à cette pathologie traumatique chez les cas étudiés, afin de les comparer avec les données de la littérature.

MATERIEL ET METHODES

I. Présentation de l'étude :

Nous rapportons une série rétrospective, monocentrique et multiopérateurs comportant 16 patients qui ont été pris en charge au Service de Traumatologie Orthopédie de l'Hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès entre 2015 et 2020 pour une LPL ou une FLPL du carpe.

II. Critères d'inclusion :

- Âge supérieur à 18 ans ;
- Patients hospitalisés par le biais des urgences (délai du traumatisme de 0H à 48H) ;
- Luxations et fractures luxations récentes fermées ou ouvertes.

III. Critères d'exclusion :

- Âge inférieur à 18 ans ;
- Dossiers incomplets ou non retrouvés ;
- Luxations et fractures luxations anciennes méconnues ou négligées.

IV. Recueil, traitement et analyse des données :

Le recueil de données a été fait à l'aide d'une fiche d'exploitation (Annexe 1).

Une radiographie standard de face et de profil strict a été demandé chez tous nos patients puis classifiés selon la classification radiologique de Herzberg. Un complément par TDM du poignet a été fait chez tous nos patients.

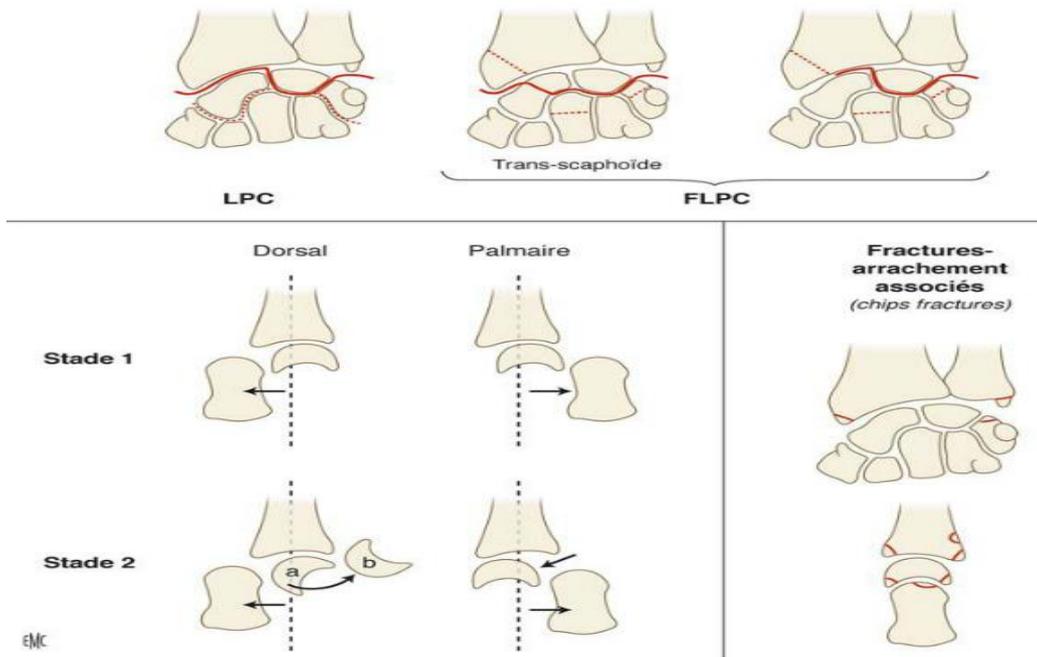


Figure 1 : Classification radiologique de Herzberg

Sur la radiographie de face, ont été recherchés : la concentricité des courbes de Gilula, la hauteur et la translation ulnaire du carpe ainsi que le diastasis scapho-lunaire ou triquéto-lunaire. Sur les clichés de profil strict, on mesurait les angles scapho-lunaires afin de rechercher un DISI ou un VISI.



Figure 2: De gauche à droite :

Mesure de l'espace scapho-lunaire (1) et luno-triquétral (2) sur une incidence de face.

Mesure de la hauteur carpienne sur une incidence de face.

Mesure de l'angle scapho-lunaire sur une incidence de profil.

L'évaluation clinique et fonctionnelle était basée sur les mobilités, la force, la douleur. Le Score de Cooney (Annexe 2), le Score « Quick–Disabilities of the Arm Shoulder and Hand score » (Quick–DASH) (Annexe 3), et le Score « Patient–Rated Wrist Evaluation » (PRWE) (Annexe 4) ont été calculés.

Les amplitudes articulaires du poignet ont été mesurées à l'aide d'un goniomètre de manière bilatérale et comparative en flexion, extension, inclinaisons radiale et ulnaire. La force de serrage a été mesurée et comparée à celle du côté sain à l'aide d'un dynamomètre de Jamar®.



Figure 3 : Dynamomètre de Jamar®

L'échelle visuelle analogique (EVA) était utilisée pour quantifier la douleur au repos et à l'effort.

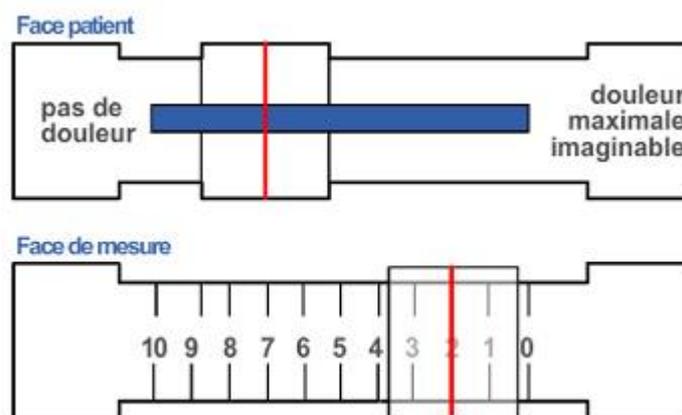


Figure 4 : L'échelle visuelle analogique

Nos données ont été saisies à l'aide du logiciel Microsoft Office Word 2010.

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2010.

V. Technique chirurgicale adoptée par le service :

1. Les luxations pures [10] :

L'abord dorsal est réalisé par une incision cutanée longitudinale ou discrètement courbe, de 5 à 6 cm, centrée sur interligne radio–carpien et le tubercule de Lister [10].



Figure 5 : La voie d'abord dorsale du carpe

La progression découvre rapidement l'infiltration hématique des parties molles, puis l'hémarthrose qui a diffusé du fait de la constance de la rupture et de la déchirure des éléments capsulo–ligamentaires dorsaux. La ligature des veines dorsales à trajet oblique et l'hémostase des tissus sous–cutanés sont réalisées. Pui un lavage soigneux permet le repérage des éléments anatomiques [10].



Figure 6 : Ouverture du tissu sous cutané

Le 3^e compartiment est ouvert à sa partie distale et le tendon du long extenseur du pouce récliné du côté radial. Le plancher du 4^e compartiment est partiellement décollé de radial en ulnaire. Après mise en place d'un écarteur autostatique, la face dorsale du carpe est exposée. Si besoin, l'exposition est agrandie en ouvrant complètement le 3^e compartiment, puis en réclinant le 4^e et 2^e compartiments [10].



Figure 7 : Exposition de la face dorsale de la capsule

La rupture capsulaire est agrandie en essayant de respecter au mieux les éléments ligamentaires et capsulaires intacts. Un lavage complémentaire est effectué pour évacuer l'hémarthrose résiduelle, toujours abondante dans la partie palmaire. Un premier bilan lésionnel est effectué [10].

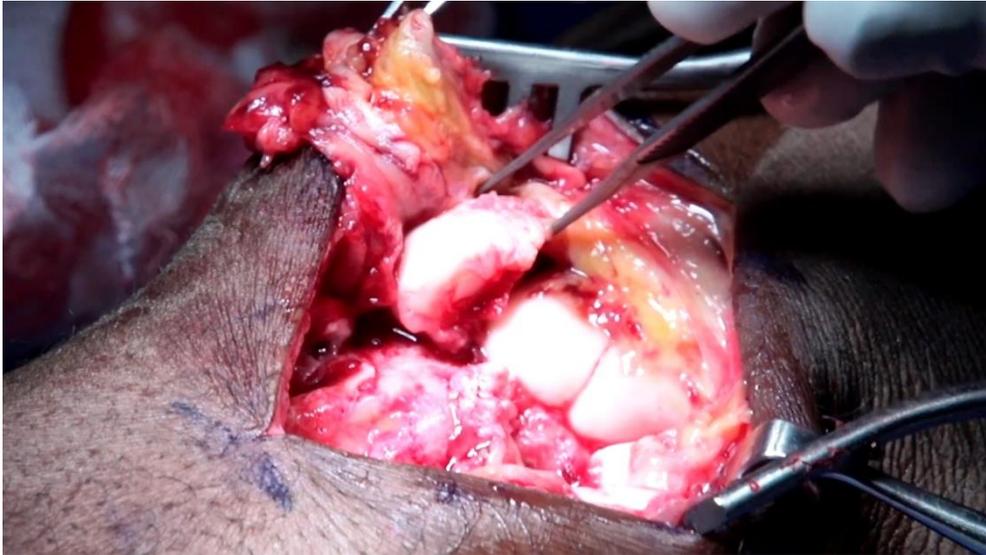


Figure 8 : Ouverture de la capsule et exposition de la 1^{ère} rangée des os du carpe

Quelle que soit la déformation (lunatum luxé en palmaire ou carpe luxé en dorsal avec lunatum en place), la facette lunaire du scaphoïde et celle du triquétrum sont aisément accessibles. Il faut à ce stade, préparer le brochage respectif des os de la première rangée, par mise en place rétrograde de deux broches de Kirschner de 10/10 mm. Les broches sont introduites au niveau des facettes lunaires, puis orientées perpendiculairement aux interlignes respectifs. Après franchissement du revêtement cutané, elles sont retirées et leur pointe placée au ras de chaque facette. Cet artifice technique assure un gain de temps important et une introduction précise des broches qu'aucun brochage percutané ne peut reproduire [10].

La réduction est manuelle, associant une traction axiale réalisée par l'aide, avec une pression directe du pouce de l'opérateur sur les os luxés, ou bien une manœuvre de levier à l'aide d'un instrument mousse, entre le lunatum et les os de la rangée distale. Ces manœuvres doivent être prudentes, douces et progressives [10].

La réduction obtenue est temporaire car elle ne correspond pas à une réduction anatomique. À ce stade, un deuxième bilan lésionnel est réalisé, inspectant les lésions ligamentaires interosseuses et les possibilités de réinsertion. Une réinsertion directe du ligament interosseux scapho–lunaire est réalisable lorsque la rupture est franche au niveau d'une des berges d'insertion. Lorsque le ligament est déchiré et délaminé sur toute sa largeur et son épaisseur, la réinsertion est inutile car vouée à l'échec. Seul le brochage osseux est réalisé [10].

La réduction anatomique procède d'une reconstruction progressive du carpe autour de la clef de voûte que constitue le lunatum. Les différents temps de réduction bénéficient d'un double contrôle visuel et radioscopique [10].

Centrage du lunatum : cet os doit être aligné dans le plan sagittal et dans le plan frontal par rapport au radius. La position adéquate est obtenue le plus souvent en réalisant des brochages scapho–lunaire et triquétero–lunaire [10].

Dans les cas où la translation ulnaire du lunatum, ou bien la bascule dans le plan sagittal ne peuvent être contrôlées, un brochage radio–lunaire de centrage s'impose. Le lunatum est mis en bonne position manuellement ou bien à l'aide d'une broche faisant office de manche directionnel (broche de 12/10 mm introduite temporairement au niveau de la corne postérieure en zone non cartilagineuse). La broche radio–lunaire (10/10 mm) est introduite au niveau du plancher du 4^e compartiment, puis orientée en direction du dôme du lunatum, un contre–appui est nécessaire pour prévenir une distraction radio–lunaire [10].

Un artifice technique de Merle/Dautel consiste à introduire les broches par le pôle proximal dont l'accès est aisé par la voie dorsale. Après franchissement du pôle distal, les broches sont retirées puis coupées sous la peau pour faciliter leur ablation ultérieure [10].

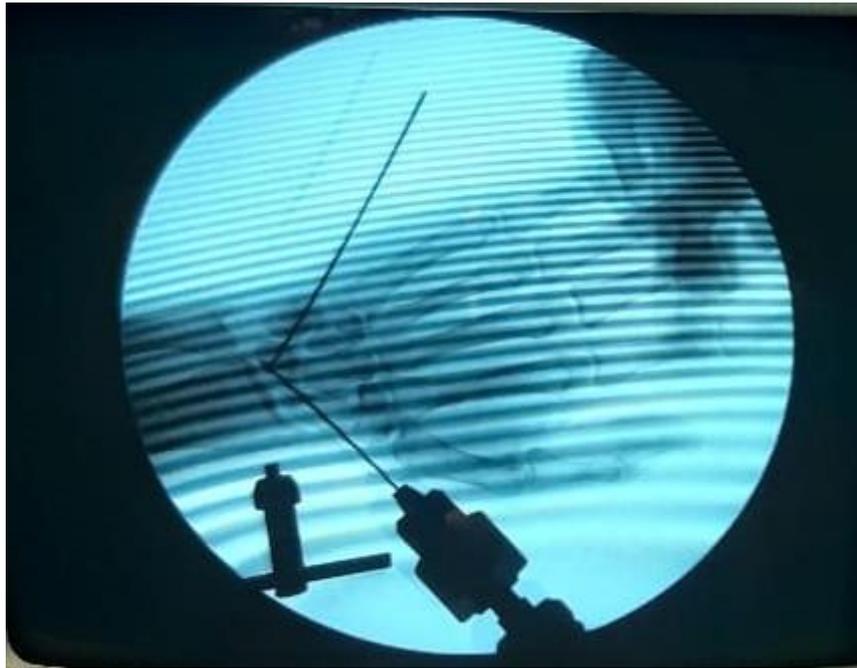


Figure 9 : Image scopique per–opératoire du centrage et brochage du lunatum

Réduction scapho–lunaire:

- Lorsque le ligament n'est pas réinsérable le brochage scapho–lunaire est réalisé d'emblée, après réduction manuelle des os. un contre–appui et un maintien ferme des os évitent toute distraction lors du passage de l'interligne scapho–lunaire;
- lorsque le ligament interosseux scapho–lunaire est réinsérable, cette fixation est effectuée à l'aide d'une à deux ancres miniaturisées. Elles sont amarrées du côté de la désinsertion, juste en dessous et au ras de la berge d'insertion ligamentaire. Après mise en place des ancres, les fils sont passés à travers le ligament, au ras de la berge d'insertion saine, puis sont laissés en attente. Le brochage est effectué, puis les fils sont noués, non sans difficultés sur le versant palmaire [10].



Figure 10 : Ancrage et réinsertion du ligament scapho–lunaire

Réduction triquétero–lunaire : après réduction manuelle, le brochage est réalisé avec les mêmes règles que précédemment. La région médiale du carpe étant d'exposition moins aisée, le contrôle visuel direct peut être imparfait. C'est pourquoi la réduction doit être vérifiée à l'aide d'un palpateur courbe mousse. La présence d'une marche d'escalier et/ou d'un écart interosseux nécessite la reprise de la réduction et du brochage [10].

Stabilité médio–carpienne : elle est testée par des mouvements de tiroir antéro–postérieur à la recherche d'une instabilité globale ou bien limitée au versant latéral, ou au versant médial. En cas d'instabilité, une broche (10/10 mm) triquétero–hamatale et/ou scapho–trapézienne est mise en place après réduction. Un contrôle final en incidences de face et de profit est effectué sous amplificateur de brillance, et si possible des clichés radiographiques affinent ce contrôle.

L'abord palmaire, non systématique, est réalisé dans les circonstances suivantes :

1. Souffrance aiguë du nerf médian ;
2. Irréductibilité d'une luxation palmaire osseuse (lunatum essentiellement);
3. Instabilité majeure non réductible par la voie dorsale seule [10].



Figure 11 : la voie d'abord palmaire

Cet abord réalise une ouverture classique du canal carpien dans l'axe du IV^e doigt, prolongée en amont de 3 cm après un décroché dans le pli de flexion du poignet. L'incision longe le bord ulnaire du long palmaire pour respecter la branche palmaire cutanée du nerf médian. Après incision aponévrotique, le nerf médian est vérifié. Le plan capsulo-ligamentaire est exposé en réclinant les tendons fléchisseurs puis le bilan lésionnel est effectué. Si besoin, un temps osseux de réduction est réalisé. Selon les lésions, le plan capsulo-ligamentaire est réparé par suture directe si la rupture siège en plein corps, ou bien réinséré par des points transosseux sur la marge palmaire du radius si la rupture siège au niveau des insertions radiales.

La fermeture de chaque voie d'abord est effectuée plan par plan sur drain aspiratif de redon. Nous réalisons de principe une capsulodèse dorsale par suture en paletot des berges capsulaires de façon à renforcer ce plan qui est physiologiquement mince et fragile [10].



Figure 12 : Fermeture plan par plan

2. Fractures-luxations trans-scapho-périlunaires

Dans la majorité des cas, le pôle proximal du scaphoïde reste solidaire au lunatum, et les attaches ligamentaires palmaires avec l'extrémité distale du radius sont respectées. Dans ce cas, on adopte la voie palmaire pour éviter de traumatiser la vascularisation de l'extrémité proximale du scaphoïde qui est principalement dorsale. La synthèse du scaphoïde est effectuée en premier.

Après réduction manuelle, la stabilisation est effectuée, soit par deux à trois broches de 10/10 mm, soit par vissage. Le vissage impose le maintien de la réduction à l'aide d'un davier pour prévenir toute distraction interfragmentaire [10].

VI. Limites et biais de l'étude :

Les difficultés que nous avons rencontrées, comme dans n'importe quelle étude rétrospective, étaient liées à l'exploration des dossiers médicaux du service et à la présence des patients. En effet, certains patients ne pouvaient pas venir au service, certains clichés standard ainsi que des TDM avaient été gardés par les patients et ne se trouvaient pas dans les dossiers.

VII. Observations types :

Observation n°1 :

Patient âgé de 36 ans, de sexe masculin, maçon de profession, droitier et tabagique chronique.

Victime d'une chute d'un échafaudage d'une hauteur estimée à 2,5 mètres, avec réception sur le poignet gauche en hyperextension et en inclinaison ulnaire, le jour même de son admission aux urgences (Le patient travaillait au sein de l'hôpital même).

- L'examen clinique :

A l'admission, le patient était conscient (Glasgow 15/15), stable sur le plan hémodynamique et respiratoire. Avec à l'examen locomoteur :

Une douleur vive au repos et lors de l'examen de la main concernée

Une impotence fonctionnelle

Une déformation du poignet

Pas de lésions cutanées ou vasculo–nerveuses associées.

- L'imagerie :

Les clichés de face et de profil du poignet gauche montrent :

Une luxation périlunaire pure à déplacement postérieur classée stade I selon la classification radiologique de Herzberg



Figure 13 : Radiographie de face et de profil montrant une luxation périlunaire pure gauche chez l'un de nos patients

- Le traitement a été en 2 temps:
 - Une réduction à foyer fermé a été tentée dès son admission aux urgences après mise sous sédation, mais malheureusement non réussie.



Figure 14 : Radiographie après la tentative de réduction à foyer fermé

➤ Traitement chirurgical à foyer ouvert, compte-rendu opératoire :

1. Anesthésie locorégionale
2. Voie d'abord dorsale
3. Réduction de la luxation et centrage du lunatum.
4. Fixation par 3 broches : scapho-lunaire et triquétro-lunaire et capitato-lunaire.
5. Suture du ligament scapho-lunaire
6. Fermeture plan par plan et mise en place d'un drain aspiratif.
7. Immobilisation par plâtre brachio-anté-brachio-palmaire.

Suites opératoires étaient simples.



Figure 15 : Radiographie post-opératoire

- L'évolution :

Patient revu après 7 semaines d'immobilisation plâtrée, le matériel d'ostéosynthèse alors retiré et une rééducation fonctionnelle a été initiée pendant 2 mois.

6 mois après, le patient a été revu une seconde fois, il rapportait une douleur aux efforts intenses répétitifs, contre une bonne mobilité et une force de serrage calculée à 95% par rapport au côté sain. Le score de Cooney était bon.

La radiographie de contrôle ne montrait pas de signes d'instabilité ni d'arthrose, et l'angle scapho-lunaire mesuré à 45°.

Le patient a repris son travail de maçon.

Observation n°2 :

Patient âgé de 28 ans, de sexe masculin, fonctionnaire, droitier et sans ATCD particuliers.

Victime d'un AVP, son poignet gauche en hyperextension heurta le tableau de bord du véhicule, il consulte le jour même aux urgences.

▪ L'examen clinique :

À l'admission, le patient était conscient (Glasgow 15/15), stable sur le plan hémodynamique et respiratoire. Avec à l'examen locomoteur :

1. Une douleur vive au repos et lors de l'examen de la main concernée
2. Une impotence fonctionnelle
3. Un œdème important du poignet
4. Pas de lésions cutanées ni vasculo–nerveuses associées.

▪ L'imagerie :

Les clichés de face et de profil du poignet gauche montrent :

Une luxation trans–scapho–périlunaire gauche à déplacement postérieur classée stade I selon la classification radiologique de Herzberg.



Figure 16 : Radiologie de face et profil montrant une luxation trans–scapho–périlunaire gauche

- Le traitement a été en 2 temps:
 - Une réduction à foyer fermé a été tentée dès son admission aux urgences après mise sous sédation, mais malheureusement échouée.



Figure 17 : Radiographie de face et profil après tentative de réduction a foyer fermé

- Traitement chirurgical à foyer ouvert, compte-rendu opératoire :
 1. Anesthésie générale
 2. Voie d'abord palmaire
 3. L'inspection des lésions ligamentaires trouve un ligament scapho–lunaire intact.
 4. Réduction de la luxation
 5. Synthèse du scaphoïde par 2 broches
 6. Fermeture plan par plan et mise en place d'un drain aspiratif.
 7. Immobilisation par plâtre brachio–anté–brachio–palmaire.



Figure 18 : Radiographie de face et profil en post-opératoire

Suites opératoires étaient simples.

- L'évolution :

Patient revu après 3 mois d'immobilisation plâtrée, le matériel d'ostéosynthèse alors retiré et une rééducation fonctionnelle a été initiée pendant 2 mois.

12 mois après, le patient a été revu une seconde fois, il rapportait une douleur résiduelle, contre une mobilité moyenne et une force de serrage calculée à 54% par rapport au côté sain. Le score de Cooney était moyen.

La radiographie de contrôle ne montrait pas de signes d'instabilité ni d'arthrose, et l'angle scapho-lunaire mesuré à 51°.



Figure 19 : Radiographie du poignet à 12 mois de recul

Le patient a repris son travail.

RESULTATS

I. L'épidémiologie

1. L'âge :

La moyenne d'âge au moment du traumatisme pour notre série est de 37 ans avec des extrêmes allant de 20 à 76 ans.

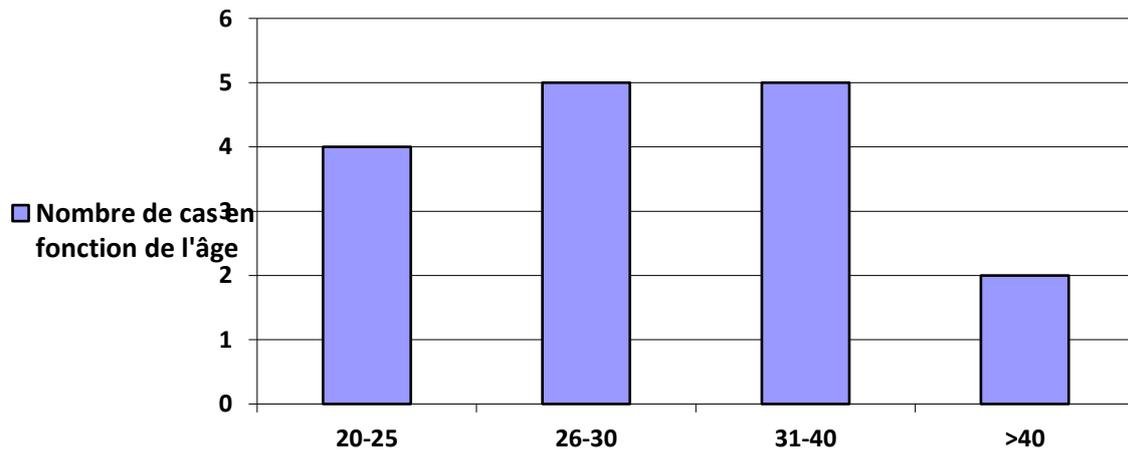


Figure 20 : Nombre de cas en fonction de l'âge

2. Le sexe :

Dans notre série, tous les cas sont de sexe masculin.

3. Le terrain :

Dans notre série, 3 cas sont des tabagiques chroniques actifs, et un cas de 76 ans est parkinsonien, diabétique, hypertendu et a un ATCD d'AVCI il y a 3 ans.

4. La profession :

Sur les 16 cas de notre série, 8 patients sont des travailleurs manuels soit 50%, 1 moniteur de sport soit 6,25%, 5 étudiants soit 31,25% et 2 sont des retraités sédentaires soit 12,5%.

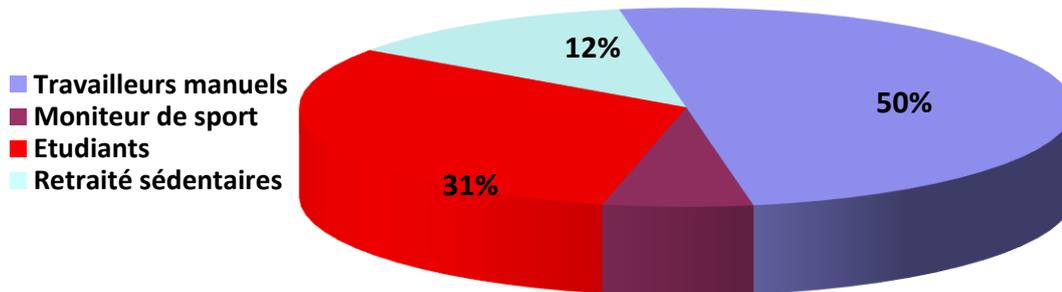


Figure 21 : Répartition selon la profession

5. Les circonstances du traumatisme et mécanismes :

Les traumatismes responsables des lésions étaient tous de haute énergie, et leurs mécanismes sont comme suit :

- 9 cas d'accidents de la voie publique, avec le poignet en hyperextension.
- 5 cas de chute d'un lieu élevé dans le cadre d'un accident de travail, avec la main en hyperextension.
- 2 cas d'accident de sport, le poignet en hyperextension.

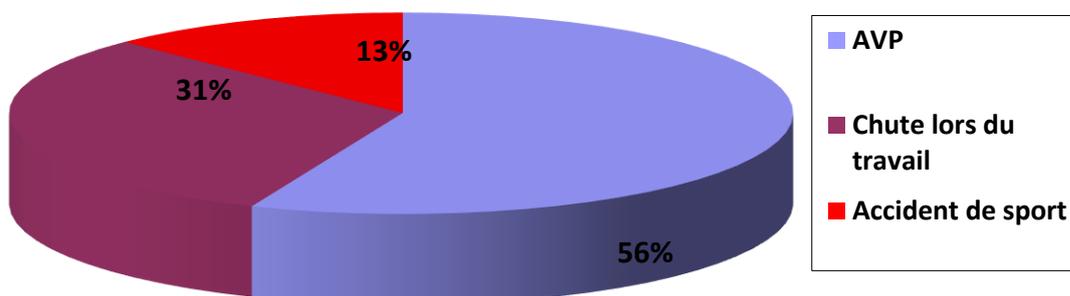


Figure 22 : Répartition selon les circonstances du traumatisme

6. La main dominante :

Tous les cas étudiés sont des droitiers.

7. Le côté lésé :

Dans la série étudiée, le traumatisme a touché la main dominante dans 5 cas, soit dans 46% des cas.

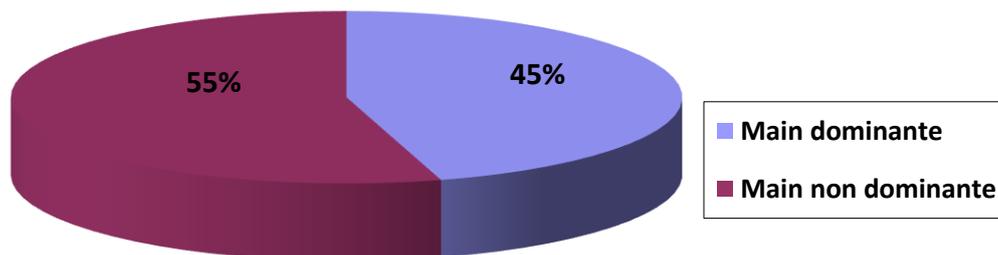


Figure 23 : Répartition selon le côté lésé

II. La clinique :

1. Le délai de consultation :

Dans notre série, les 16 cas ont été diagnostiqués à la phase aiguë avec un délai de consultation variant entre 0h et 48h, ces délais sont répartis comme suit :

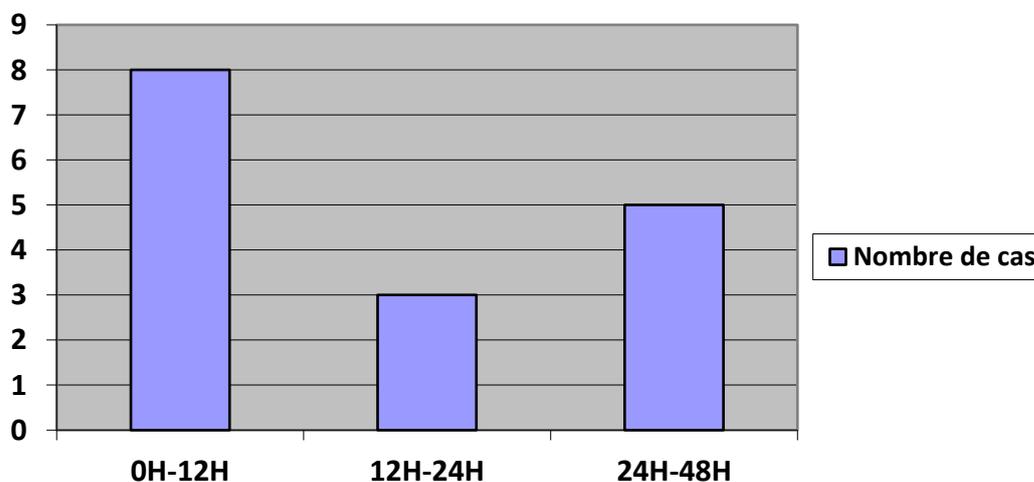


Figure 24 : Répartition selon le délai de consultation

2. Le tableau clinique :

Tous les patients présentaient une attitude de traumatisé du membre supérieur. Ils présentaient initialement et à des degrés variables les signes fonctionnels suivants : douleur, œdème, déformation, tuméfaction et l'impotence fonctionnelle. Mais la douleur et l'impotence fonctionnelle étaient des signes constants chez tous les cas de la série.

Tableau 1 : Répartition selon les signes cliniques

	Nombre de cas	Pourcentage
La douleur	16	100%
L'impotence fonctionnelle	16	100%
L'œdème	12	72%
La déformation	7	45%

En ce qui concerne la mobilité, la flexion–extension, l'inclinaison ulnaire–radiale et la pronosupination étaient très douloureux et limités voire impossible.



Figure 25 : aspect clinique d'un traumatisme de la main gauche chez l'un de nos patients

3. Les lésions associées :

- **L'ouverture cutanée :** Aucun des cas de la série n'a présenté une ouverture cutanée, par contre des égratignures étaient présentes.
- **Les lésions vasculo–nerveuses :** Aucun des cas ne présentait des lésions nerveuses ou vasculaires à l'examen clinique initial.
- **Les lésions osseuses associées :** une fracture de la clavicule gauche a été présente chez un cas, une fracture de la styloïde ulnaire était présente chez 2 cas.

III. L'imagerie :

Tous les cas de la série ont bénéficié d'un bilan radiologique standard comportant une radiographie du poignet en incidence de face et de profil strict. Ces incidences ont permis de :

- Préciser le type de la luxation
- Identifier les fractures associées
- Faire une classification : Les lésions étaient classées selon la classification radiologique de Herzberg

La TDM du poignet a été réalisée en complément chez tous les cas de la série.

Tableau 2 : Types de lésions retrouvées

Déplacement	Lésion	Stade I	Stade II	Total
Postérieur	Luxation péri lunaire pure	4	0	4
	Fracture-luxation trans- scapho- lunaire	10	1	11
	Luxation péri-lunaire + Fracture styloïde radiale	0	0	0
Antérieur	Fracture-luxation trans-scapho- lunaire	1	0	1

IV. La prise en charge :

1. La réduction par manœuvre externe :

Tous les patients ont bénéficié d'une réduction en urgence dès leur admission sous sédation, avec un succès dans 4 cas soit 36% et un échec chez le reste.

La réduction par manœuvre externe selon COONEY et BOEHLER consiste en une traction progressive dans l'axe du membre suivie d'une hyperextension reproduisant le traumatisme puis une flexion avec traction et rotation afin de réintégrer le capitatum sous le lunatum.

Par ailleurs tous les patients ont bénéficié d'une attelle antalgique en attendant l'intervention chirurgicale.

2. Le délai :

Le délai de prise en charge était de 24h chez 7 de nos patients, un cas a été opéré au 3^{ème} jour, un au 5^{ème} jour, un au 6^{ème} jour et le dernier au 7^{ème} jour de leur admission.

3. L'installation du malade :

L'installation de nos patients sur la table opératoire s'est fait en décubitus dorsal, avec le membre supérieur traumatisé sur une table latérale. Un garrot pneumatique a été mis en place à la racine du membre supérieur en question pour une durée moyenne de 60 minutes.



Figure 26 : Installation du malade

4. L'anesthésie :

Une anesthésie générale a été pratiquée chez 7 patients de notre série soit 64%, tandis qu'une anesthésie locorégionale par bloc plexique a été pratiquée chez 4 patients soit 36%.

5. La voie d'abord :

Dans notre série, la voie d'abord palmaire a été utilisée dans 8 cas (dans les fractures–luxations périlunaires), et dorsale dans 3 cas (luxations pures).

6. Les techniques d’ostéosynthèse :

- Vissage du scaphoïde (vis d’Herbert) : 1 cas
- Embrochage du scaphoïde : 11 cas
- Embrochage scapho–lunaire : 4 cas
- Embrochage triquéto–lunaire : 16 cas
- Embrochage capitato–lunaire : 1 cas
- Embrochage triquétrum : 0 cas
- Embrochage scapho–capital : 0 cas
- Embrochage de la styloïde radiale : 0 cas
- Embrochage radio–lunaire : 0
- Embrochage de la styloïde ulnaire : 0
- Résection de la première rangée du carpe : 0 cas

Tableau 3 : Récapitulatif des ostéosynthèses effectuées :

	Type d’ostéosynthèse	Total
Luxation périlunaire pure	Embrochage scapho–lunaire	04 cas
	Embrochage triquéto–lunaire	04 cas
	Embrochage capitato–lunaire	01 cas
Fracture+ luxation périlunaire	Vissage du scaphoïde (vis d’Herbert)	01 cas
	Embrochage du scaphoïde	11 cas
	Embrochage triquéto–lunaire	12 cas
	Embrochage capitato–lunaire	0 cas

7. L'immobilisation post-opératoire :

Tous les patients de la série ont bénéficié d'une immobilisation par un plâtre brachio-antébrachio-palmaire pendant une durée moyenne de 54 jours (environ 7 semaines).



Figure 27 : Attelle BABP

8. Les suites post-opératoires :

Les suites opératoires chez nos malades étaient simples et n'ont été marquées par aucun incident.

9. Le délai d'ablation de matériel :

Le délai moyen d'ablation de matériel d'ostéosynthèse était de 6 semaines pour les broches d'arthrodèse et 12 semaines pour les broches scaphoïdienne dans les fractures luxations.

10. La rééducation :

La rééducation a été débutée chez tous les patients de notre série directement après l'ablation de matériel d'ostéosynthèse.

9 patients ont opté pour une rééducation assistée par un professionnel dès le début, alors que 2 patients ont choisi une auto rééducation.

Le but de la rééducation est de récupérer les amplitudes et les forces du poignet, en faisant mobiliser sélectivement les articulations radio–carpienne et médio–carpienne ainsi que le carpe externe par rapport au carpe médian. La mobilisation se fait essentiellement en mouvements de décoaptation dans le but d'éviter les compressions intra–carpiennes. Les prises manuelles doivent être courtes.

V. Évolution et complications :

1. Le recul moyen :

Le recul moyen de notre série était de 24 mois avec des extrêmes de 9 mois à 48 mois.

2. Les complications :

Tableau 4 : Les complications retrouvées chez les patients

	Complications	Nombre de cas
Mineurs	Infection sur broches	02
	Migration de broches	01
Majeurs	Algodystrophie	02
	Douleurs résiduelles	07
	Pseudarthrose du scaphoïde	01
	Nécrose aseptique du lunatum	00
	Syndrome du canal carpien	04
	Raideur	04
	Nécrose aseptique du scaphoïde	00

3. Les résultats fonctionnels :

- **Arc flexion–extension moyen du poignet :**

118° (avec des extrêmes de 80° à 143°) contre 150° au côté sain, soit 78% par rapport au côté sain

- **Arc Inclinaison ulnaire / radiale :**

37° (avec des extrêmes de 20° à 45°) contre 49° au côté sain, soit 75% par rapport au côté sain.

- **Arc Pronosupination :**

150° du côté traumatisé contre 180° du côté sain, soit 83% en comparaison avec le coté sain.

- **Force de serrage moyenne :**

45Kg (de 15 à 65Kg) contre 58Kg au côté sain, soit 77% par rapport au côté sain.

- **Soulèvement de kilos moyen :**

20kg du côté traumatisé contre 27Kg du côté sain, soit 74% en comparaison avec le côté sain.

- **Score de Cooney :**

Le score de COONEY moyen était de 73/100 (avec des extrêmes de 55 à 98), répartis comme suit :

- Excellent : 02 cas
- Bon : 07 cas
- Moyen : 06 cas
- Mauvais : 01 cas

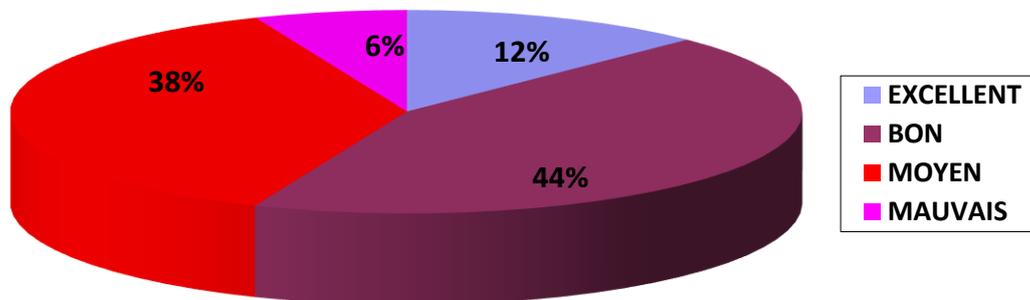


Figure 28 : Résultats du score de Cooney

- **Score PRWE moyen :** 15/100 (de 3,5 à 23,5 sur 100)
- **Score QUICK–DASH moyen:** 18/100 (de 4,5 à 40,9 sur 100)
- **Activité professionnelle :**
 - Durée moyenne d'arrêt de travail : 60 jours
 - 9 patients ont repris leur activité professionnelle antérieure, 2 patients sont des retraités.

- Douleur résiduelle moyenne selon l'EVA :
 - Au repos : 0
 - A l'effort : 4,5 (de 2 à 8)

4. Les résultats radiologiques :

- Diastasis scapho–lunaire : 1 cas
- Angle scapho–lunaire : L'ASL moyen était de 57°
 - En DISI : 02 cas
 - En VISI : 0 cas
- Hauteur du carpe diminuée à <0,5 : 01 cas
- Translation ulnaire du carpe : 0 cas
- Pseudarthrose du scaphoïde : 02 cas
- Arthrose :
 - SLAC : 02 cas
 - SNAC: 00 cas
- Modification de la densité osseuse : 05 cas
- Ostéonécrose :
 - Scaphoïde : 0 cas
 - Lunatum : 0 cas

Tableau 5 : Récapitulatif des résultats épidémiologiques, cliniques et radiologiques de notre série

ÉPIDEMIOLOGIE	
Série HMMI/2020	11 cas
Recul moyen	24 mois
Age Moyen	37 ans
Travailleurs manuels	8 cas
Membres dominants atteints	5
Reprise d'activité professionnelle	14
Reclassement professionnel	0
CLINIQUE	
COONEY moyen	73/100
QUICK–DASH moyen	18/100
PRWE moyen	15/100
EVA moyen	4,5
Arc F/E moyen (en° p/r au côté sain)	118°/78%
Arc d'inclinaison U/R (en° p/r au côté sain)	37°/75%
Arc de Pronosupination	150°/83%
Force de serrage moyen (en kg p/r au côté sain)	45 kg/77%
IMAGERIE	
Diastasis scapho–lunaire (n)	01 cas
Angle scapho–lunaire	02 cas en DISI
Hauteur du carpe diminuée à <0,5	1 cas
Translation ulnaire du carpe	0 cas
Pseudarthrose du scaphoïde	02 cas
Arthrose (SLAC/SNAC)	02 SLAC
Modification de la densité osseuse	05 cas
Ostéonécrose	00 cas (Scaphoïde)

DISCUSSION

I. Étude anatomique :

Les lésions carpiennes ne peuvent être correctement diagnostiquées sans la compréhension de ce qui est normal et de ce qui est anormal dans un poignet symptomatique. Cela nécessite une grande maîtrise à la fois de l'anatomie et de la mécanique du poignet normal.

1. Anatomie osseuse :

Le poignet est une articulation complexe formée par 20 articulations interdépendantes qui relient 15 os : le radius, l'ulna, 8 os carpiens et les bases des 5 métacarpes [9].

a. La notion de rangées :

Les os du carpe du poignet sont organisés en deux rangées, une rangée proximale et une rangée distale, chacune étant formée de quatre os.

La rangée proximale est une rangée d'osselets mobiles les uns par rapport aux autres. De dehors en dedans, et avec une vue antérieure, elle est formée par :

• **Le scaphoïde** :

En forme de bateau [10]. Cet os forme le trait d'union entre la première et la deuxième rangée des os du carpe. Relativement au plan frontal, il est orienté à 45°, et l'on comprend aisément que toute contrainte axiale en compression ait tendance à l'horizontaliser et le fléchir [10]. Deux structures ligamentaires s'associent pour stabiliser le scaphoïde dans cette position d'équilibre précaire. Le complexe ligamentaire de l'articulation scapho–trapézo–trapézoïdienne contrôle la mobilité de son pôle distal [13] tandis que le ligament interosseux scapho–lunaire contrôle la mobilité de son pôle proximal. Chacune de ces deux structures ligamentaires est impliquée dans la genèse des instabilités dites « dissociatives » scapho–lunaires [10].

- **Le lunatum ou semi–lunaire:**

Sa forme en croissant [10], telle qu'elle apparaît sur les radiographies de profil a donné son nom à cet os. Mais il est encore plus important d'avoir à l'esprit une autre caractéristique morphologique de cet os : le lunatum, s'il adopte cette forme de croissant lorsqu'il est vu de profil est en réalité asymétrique lorsqu'on le représente dans l'espace, puisque sa corne antérieure est bien plus volumineuse que sa corne postérieure. Cette caractéristique morphologique permet, sur une radiographie de face, de définir si le lunatum se situe en flexion dorsale ou en flexion palmaire. De plus, cette même caractéristique morphologique explique que le lunatum a une tendance naturelle, en réponse aux contraintes axiales, à basculer en flexion dorsale, esquivant son pôle antérieur volumineux, pour présenter sa corne postérieure effilée [10].

- **Le triquétrum ou pyramidal:**

Plus que la forme du pyramidal, ce sont ses relations avec l'hamatum, et l'orientation de la surface articulaire triquétro–hamatale qu'il importe de considérer [10]. En position neutre, le pyramidal se situe en équilibre sur la surface articulaire représentée par la pente hélicoïdale de l'hamatum [10]. Toute sollicitation axiale, tout mouvement d'inclinaison radiale ou cubitale se traduit par un mouvement du triquétrum, le long de cette pente hélicoïdale. L'orientation de chacun des segments de cette pente hélicoïdale, détermine à son tour l'orientation du pyramidal [10].

- **Le pisiforme :**

Le pisiforme est le seul os du poignet à disposer d'une insertion tendineuse d'un muscle de l'avant–bras (celle du cubital antérieur/ Le fléchisseur ulnaire du carpe) [10]. Il n'est impliqué dans aucun des schémas classiques d'instabilité actuellement reconnu [10].

La rangée distale, à l'inverse de la 1^{ère} rangée, se distingue par le fait que les ligaments interosseux qui les unissent n'autorisent aucune mobilité des os entre eux [10]. De dehors en dedans, est formée par :

- **Le capitatum:**

Les deux os s'associent pour former une surface articulaire répondant au pôle distal du scaphoïde [10]. Lors des mouvements de flexion et d'extension du scaphoïde, le pôle distal de cet os balaye le socle articulaire formé par le trapèze et le trapézoïde [10].

- **Le capitatum:**

Pièce centrale du carpe [10], cet os s'articule à la fois avec le scaphoïde, le lunatum et le pyramidal. Lors des sollicitations en compression axiale, la tête du grand os tend à migrer en proximal, en direction de l'interligne scapho-lunaire [10].

- **L'hamatum :**

La principale caractéristique morphologique de l'os crochu ou l'hamatum est cette surface articulaire, destinée au triquétrum, orienté en haut, en avant et en dedans [10]. L'orientation de cette surface articulaire, sa disposition hélicoïdale, rendent compte des mouvements du pyramidal, lors des mouvements d'inclinaison radiale et cubitale [10].

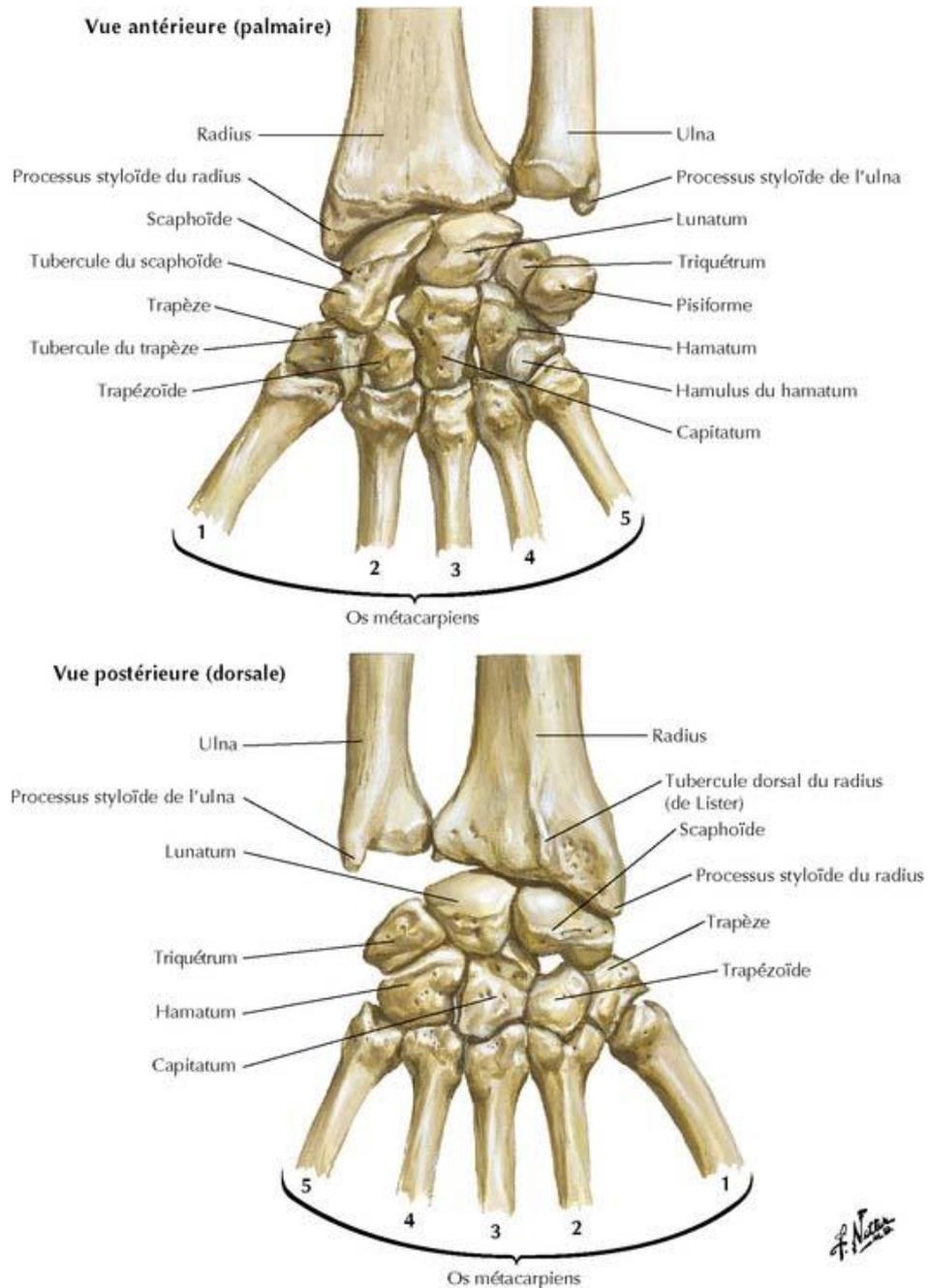


Figure 29 : Ostéologie du carpe

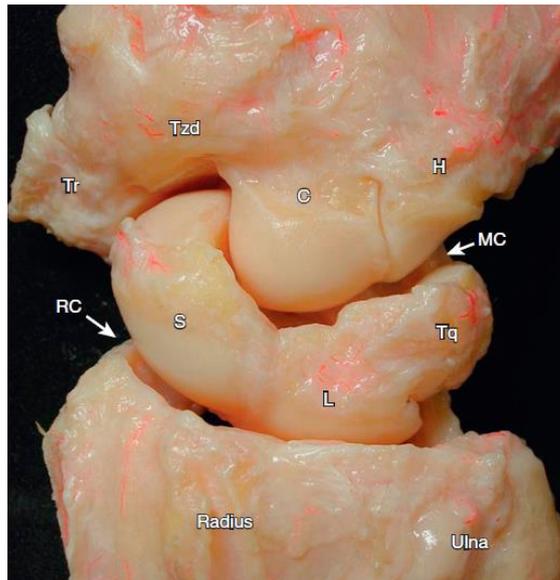


Figure 30 : Vue dorsale d'un poignet cadavérique disséqué [12].

La rangée proximale se comporte comme un segment intermédiaire intercalaire entre l'articulation radiocarpienne (RC) et l'articulation médiocarpienne (MC).

b. La notion de colonnes :

La colonne externe (radius, scaphoïde, trapèze, trapézoïde, premier et deuxième métacarpiens) participe à la transmission de 60 % des forces de compression axiale et à la pince pollicidigitale [11].

La colonne centrale (radius, lunatum, capitatum, troisième métacarpien) intervient dans les mouvements de flexion–extension [11].

La colonne interne radio–ulnaire distale, triangular fibrocartilage complex (TFCC – complexe fibrocartilagineux triangulaire du carpe), triquétrum, hamatum, quatrième et cinquième métacarpiens) intervient dans les mouvements de rotation et de pronosupination.

Le carpe est un système à géométrie variable avec le scaphoïde qui a une tendance naturelle à la flexion tandis que le triquétrum a une tendance naturelle à l'extension. Le lunatum équilibre et stabilise le système. Le carpe a une tendance spontanée à la translation ulnaire et palmaire avec glène radiale ouverte en dedans (25°) et en avant (10°) [11].

Les articulations radiocarpienne et médiocarpienne participent de manière synchrone dans les mouvements de flexion et extension du poignet. L'amplitude des mouvements de flexion et d'extension est d'environ 85°. Le mouvement de flexion a lieu pour 50° dans l'articulation radiocarpienne et pour 35° dans l'articulation médiocarpienne. Le mouvement d'extension a lieu pour 35° dans l'articulation radiocarpienne et pour 50° dans l'articulation médiocarpienne [11].

La déformation de la première rangée fait varier la hauteur du carpe lors des mouvements d'inclinaisons [11].

L'extension et l'inclinaison ulnaire du poignet s'accompagnent d'une extension du scaphoïde et, à un degré un peu moindre, du lunatum, ainsi que d'une descente du triquétrum le long de la pente hamatale [11].

La flexion et l'inclinaison radiale du poignet s'accompagnent d'une flexion du scaphoïde et, à un degré un peu moindre, du lunatum, ainsi que d'une ascension du triquétrum le long de la pente hamatale [14].

c. Faces articulaires

Les os du carpe ont de nombreuses faces articulaires qui s'articulent toutes entre elles. La rangée distale s'articule avec les métacarpiens des doigts constituant l'articulation médiocarpienne. À l'exception du métacarpe du pouce, les mouvements des os du métacarpe sont limités. La large face proximale du scaphoïde et celle du lunatum s'articulent avec le radius pour former la plus grande partie de l'articulation du poignet qui est l'articulation radiocarpienne [9].

d. L'arche carpienne

Les os du carpe ne sont pas dans un plan coronal plat, mais forment une arche, dont la concavité est dirigée vers l'avant. Le bord latéral de sa base est formé par les tubercules du scaphoïde et du trapèze. Le bord médial est formé par le pisiforme et le crochet de l'hamatum [9].

Le rétinaculum des fléchisseurs s'attache aux bords médial et latéral de cette arcade, et la transforme en un canal appelé canal carpien. Les parois et le plancher du canal carpien sont formés par les os du carpe.

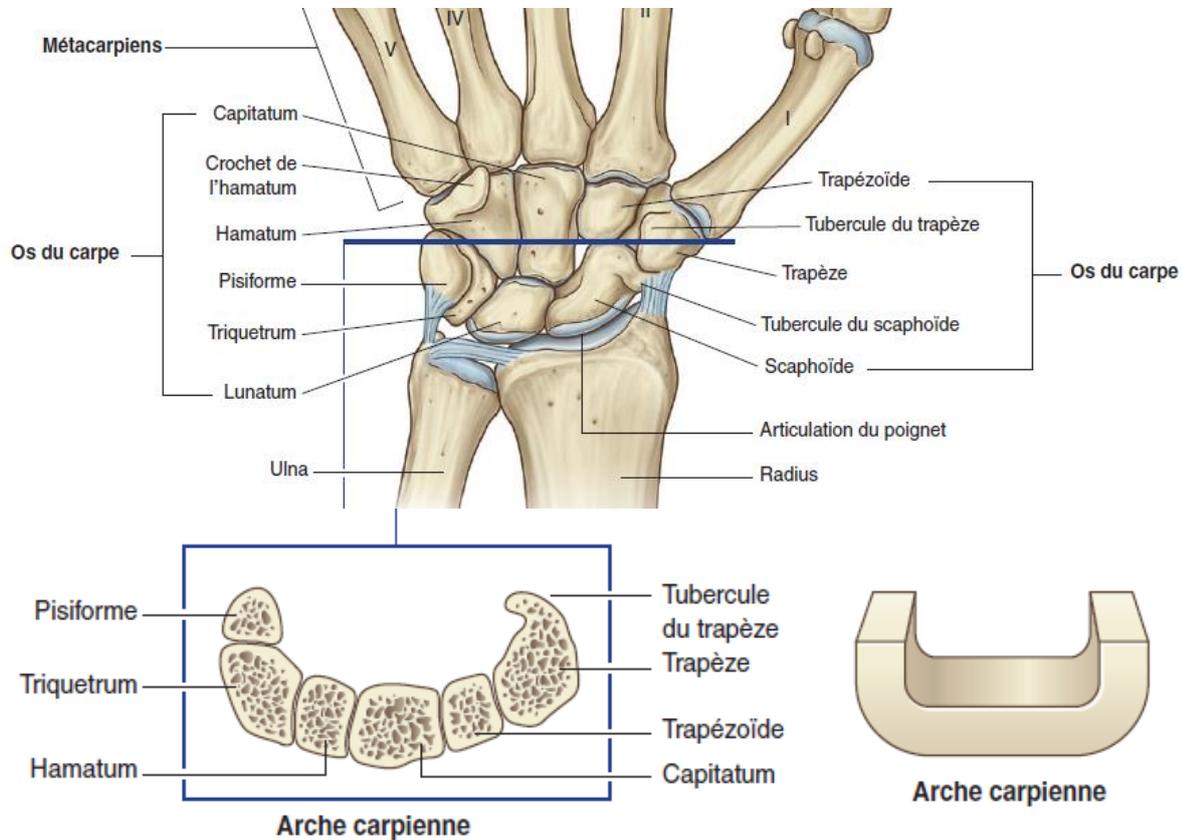


Figure 31 : L'arche carpienne

2. Anatomie ligamentaire

Les os du poignet sont interconnectés par un arrangement complexe de ligaments [15,16,17,18]. Certains ligaments sont des structures mécaniquement importantes, formées par des fibres de collagène très denses avec une quantité minimale de corpuscules sensoriels. D'autres jouent un rôle important sur le plan sensoriel, avec une riche population de corpuscules de Ruffini, Pacini ou Golgi encastrés dans une structure moins dense de fibres de collagène [19,20]. Les premières sont des structures statiques conçues pour maintenir les os ensemble. Les secondes fournissent les informations proprioceptives nécessaires que le système sensorimoteur utilise pour garantir la stabilité des articulations [12].

Il existe deux catégories de ligaments intracapsulaires : les ligaments extrinsèques et les ligaments intrinsèques. Les ligaments extrinsèques relient l'avant-bras au carpe, tandis que les ligaments intrinsèques naissent et s'insèrent au sein du carpe [16,18]. Il existe des différences histologiques et biomécaniques entre les deux types de ligaments. Les ligaments extrinsèques s'insèrent principalement dans l'os, tandis que les ligaments intrinsèques s'insèrent principalement dans le cartilage [12].

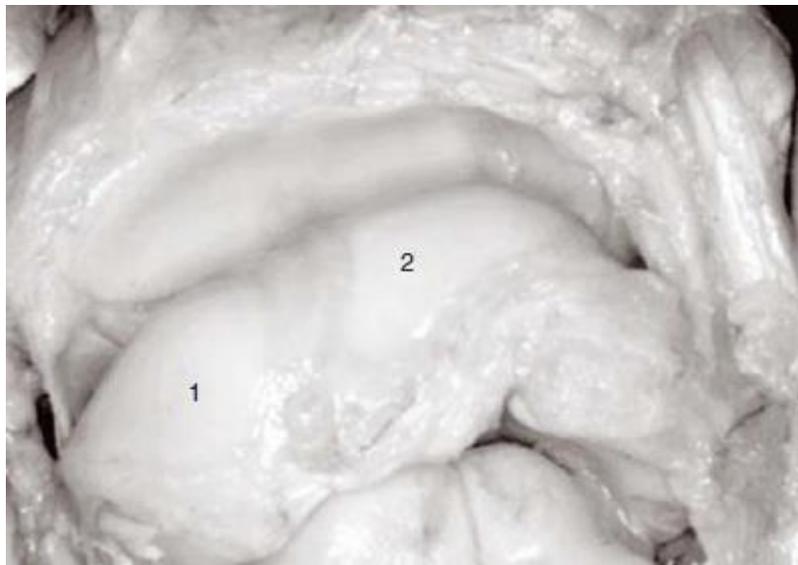
a. Le système ligamentaire intrinsèque :

• **Le ligament interosseux scapho–lunaire :**

La fréquence des instabilités scapho–lunaires, et l'implication de cette structure ligamentaire dans la genèse de ce type d'instabilité explique l'attention qui a été portée à ce ligament [21,22]. Il relie le scaphoïde et le lunatum, tout en fermant à sa partie proximale l'espace interosseux scapho–lunaire. Sa face proximale est recouverte de cartilage articulaire, en continuité avec le cartilage du scaphoïde et du lunatum, de sorte que l'espace scapho–lunaire est difficile à localiser par la simple inspection lors d'une vue endo–articulaire par arthroscopie ou arthrotomie. L'espace entre scaphoïde et lunatum a tendance à s'ouvrir en avant, ce ligament est plus large dans sa partie antérieure. À l'état normal, il rend totalement étanche l'interligne entre scaphoïde et lunatum, de sorte qu'il y est aucune communication à travers cet espace entre les interlignes radio et médio–carpien. Cette notion de parfaite étanchéité et d'absence de communication, à travers le ligament interosseux, entre radio et médio–carpienne, doit toutefois être nuancée, en particulier chez le sujet âgé, chez qui des solutions de continuité de petite taille et ne compromettant pas la stabilité du poignet peuvent apparaître [26,27]. Il est possible de distinguer trois secteurs distincts au niveau du ligament interosseux scapho–lunaire, suivant leur valeur biomécanique [22]. Le tiers moyen de ce ligament, mince et formé de fibres très obliques, a un rôle accessoire dans le maintien de la cohésion du couple scapho–lunaire. Il est probable

que les lésions isolées de ce tiers moyen sont sans conséquence sur la stabilité scapho–lunaire. Le caractère avasculaire de ce même secteur ligamentaire voue d'ailleurs à l'échec les tentatives de réparation des lésions limitées à ce tiers moyen.

Le tiers antérieur, ainsi que le tiers postérieur, sont plus épais et directement impliqués dans le maintien de la cohésion du couple scapho–lunaire. A la différence du tiers moyen, il existe au sein de chacun des deux autres secteurs ligamentaires, des structures vasculaires qui rendent possibles les processus de réparation par cicatrisation, ainsi que des structures nerveuses, impliquées dans la constitution d'une boucle proprioceptive de contrôle [21]. Nous reverrons toutefois qu'une lésion isolée, même si elle concerne toute l'étendue antéro–postérieure de ce ligament, est en général insuffisante à créer les conditions d'une instabilité scapho–lunaire. Lorsqu'il est intact, le ligament interosseux scapho–lunaire laisse persister une mobilité en rotation de l'ordre de 25° entre le scaphoïde et le lunatum [10].



**Figure 32 : Vue anatomique du ligament interosseux scapho–lunaire (1 : Scaphoïde ;
2 : Lunatum)**

- **Le ligament interosseux luno–triquétral :**

Il unit le pôle proximal du lunatum et du triquétrum, fermant en proximal l'espace entre ces deux os, et isolant l'articulation radiocarpienne de la médiocarpienne. Il est plus puissant mais moins souple que le ligament interosseux scapho–lunaire, il n'autorise que peu de mouvements entre les deux os qu'il unit [10]. Ses mouvements se limitent à un effet de piston, le triquétrum glissant de proximal en distal sur la surface articulaire triquétrale du lunatum. Contrairement à ce qui est possible entre scaphoïde et lunatum, il n'y a pratiquement aucun degré de mobilité rotatoire entre lunatum et triquétrum [23]. Toutes les contraintes en rotation exercées par le triquétrum lors de ses mouvements sur la pente hélicoïdale de l'hamatum seront donc intégralement retransmises au lunatum. Comme pour le ligament interosseux scapho–lunaire, une section isolée de ce ligament n'a pas de répercussion sous forme d'une instabilité dissociative triquétro–lunaire, et ne se traduit que par une augmentation de la mobilité relative luno–triquétrale [24].

- **Le ligament en « V » deltoïdien :**

C'est cette formation ligamentaire intrinsèque tendue du col du capitatum et divergeant en éventail en direction proximale pour s'insérer sur le scaphoïde en dehors et sur le triquétrum en dedans [10]. Toutefois, la branche latérale de ce « V » deltoïdien n'est que le prolongement carpien d'un ligament extrinsèque, le ligament radio–scapho–capital. La branche interne de ce ligament a pu être incriminée dans la genèse de l'instabilité médiocarpienne [25,26].

- b. Le système ligamentaire extrinsèque :**

C'est un système ligamentaire intracapsulaire, reliant le radius ou le cubitus aux os du carpe.

Sur le plan biomécanique, c'est le plan ligamentaire antérieur qui sont les plus puissants [11]. On retrouve de radial en ulnaire les ligaments ci–dessous :

- **Ligament radioscapoïdien :**

Tendu de la pointe de la styloïde radiale à la tubérosité scapoïdienne [11].

- **Ligament radio–scapho–capital :**

Tendu de la styloïde radiale au capitatum, en contractant des fibres à l'isthme scapoïdien et au ligament scapho–lunaire. Il constitue un stabilisateur secondaire du couple scapho–lunaire [11].

- **Ligament radio–luno–triquétral (ligament radiolunaire long)**

Tendu du radius au triquétrum en abandonnant des fibres à la corne antérieure du lunatum et au ligament interosseux luno–triquétral [11]. Il apparaît comme un prolongement du ligament radio–lunaire antérieur et contribue à la formation de la fronde ulnaire du carpe [28] avec le ligament radio–triquétral dorsal [11].

- **Ligament radio–scapho–lunaire ou ligament de Testut**

Il se dirige verticalement du radius au scaphoïde et au lunatum. Il s'agit d'une véritable lame porte–nerfs et porte–vaisseaux (branches terminales du pédicule interosseux antérieur) [11].

- **Ligaments ulno–lunaire et ulno–triquétral**

Ces ligaments relient le bord antérieur du ligament triangulaire aux faces antérieures du triquétrum, du lunatum et du capitatum. Il peut être considéré comme une expansion ulno–palmaire du ligament triangulaire dont l'origine est la fovéa de la base de l'apophyse styloïde de l'ulna [11].

Le plan ligamentaire postérieur, plus fin et moins puissant que le plan ligamentaire antérieur, a une disposition en « V » et comprend les ligaments ci–dessous [29] :

- **Ligament dorsal radio–triquétral (radiocarpien dorsal) :**

Tendu du bord distal et médial du radius à la crête dorsale du triquétrum, il joue un rôle dans l'instabilité statique luno–triquétrale [11].

- **Ligament scapho–triquétral dorsal :**

Il est tendu de la crête dorsale du triquétrum au bord distal postérieur du pôle proximal du scaphoïde, en contractant des fibres aux ligaments interosseux luno–triquétral et scapho–lunaire [11].

- **Ligament intercarpien dorsal :**

Il est tendu du bord distal du triquétrum à la face postérieure du trapèze, du trapézoïde et du bord postérolatéral du scaphoïde, en recouvrant la face dorsale du col du capitatum [11].

Entre les deux ligaments divergents, le RSC et le RL long se trouve ce qu'on appelle le "sillon interligamentaire" au niveau de l'espace de Poirier, qui représente une zone de faiblesse qui connaît fréquemment des luxations périlunaires [30,31].

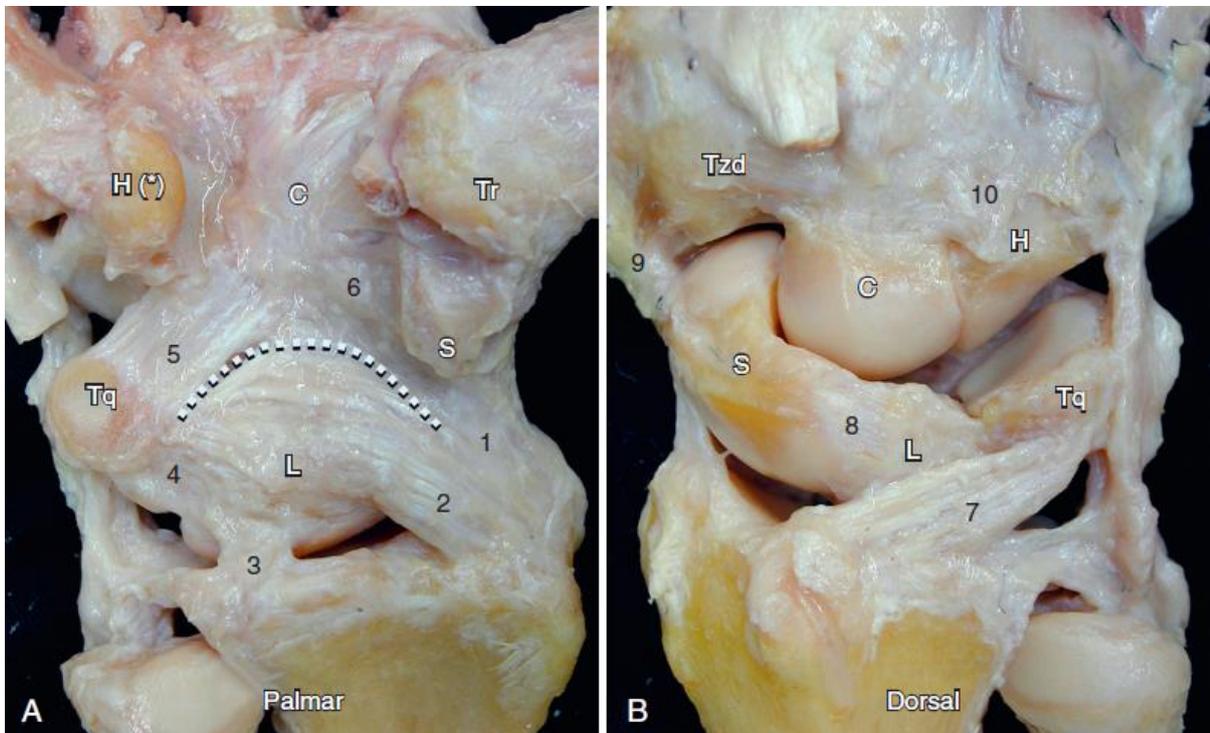


Figure 33 : Poignet d'un cadavre disséqué montrant les rapports de certains ligaments avec les surfaces articulaires sous-jacentes.

A/ Vue palmaire : radio-scapho-capital (1) ; radio-lunaire long (2) ; radio-lunaire court (3) ; luno-triquétral palmaire (4) ; triquétero-hamato-capital (5) ; scapho-capital (6). La ligne blanche en pointillés est l'espace dit de Poirier.

B/ Vue dorsale : radio-triquétral (7) ; scapho-lunaire dorsal (8) ; scapho-trapézo-trapézoïdien (9) ; ligaments intercarpiens transversaux dorsaux (10).

(Non représenté : ligament intercarpien dorsal).

c. Le complexe fibrocartilagineux triangulaire (TFCC):

Il sépare l'articulation radio-ulnaire distale de l'articulation radio-carpienne, il est triangulaire à base latérale et s'étend de la styloïde ulnaire au bord médial de la cavité glénoïde radiale.

Sa face inférieure répond au triquétrum et le lunatum, et vient renforcer les ligaments palmaires et dorsaux ulno-lunaire et ulno-triquétral et constitue aussi une gaine pour le muscle extenseur ulnaire du carpe [199].

Le complexe TFCC, pour triangular fibrocartilage complex, comprend [199] :

- Le fibrocartilage triangulaire (TFC) ;
- Les ligaments ulnocarpiens (ulno-lunaire et ulno-triquétral) palmaires et dorsaux ;
- Les ligaments radio-ulnaires dorsal et palmaire ;
- Le ménisque homologue ;
- Le ligament latéral interne ;
- La gaine du tendon extenseur ulnaire du carpe [199].

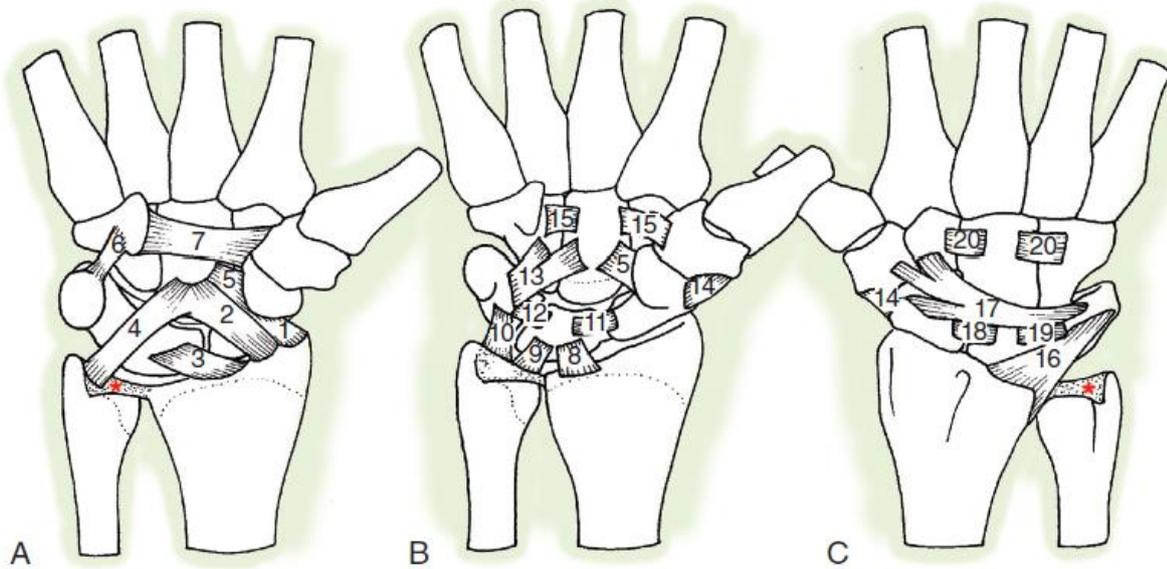


Figure 34 : Schéma montrant les ligaments du poignet [12]

A : Ligaments palmaires superficiels : radio-scaphoïde (1), radio-scapho-capital (2), radio-lunaire long (3), ulno-capital (4), scapho-capital (5), piso-hamatien (6) et le rétinaculum des fléchisseurs (7).

B : Ligaments palmaires profonds : radio-lunaire court (8) ; ulno-lunaire (9) ; ulno-triquétral (10) ; scapho-lunaire palmaire (11) ; luno-triquétral palmaire (12) ; triquétero-hamato-capital, également appelé bras cubital du ligament arqué (13) ; Scapho-trapézo-trapézoïdien STT dorsolatéral (14) ; et les ligaments intercarpiens transversaux de la rangée distale du carpe (15).

C : Ligaments dorsaux : radio-triquétral, appelé également le radiocarpien dorsal (16) ; triquétero-scaphoïdo-trapézo-trapézoïdien, également appelé ligament intercarpien dorsal (17), scapho-lunaire dorsal (18), luno-triquétral dorsal (19) et ligaments intercarpiens transversaux dorsaux de la rangée distale (20).

Astérisque rouge : complexe fibrocartilagineux triangulaire.

3. L'anatomie vasculaire :

Devant le risque important de nécrose du lunatum après les luxations périlunaires, ou encore la nécrose du scaphoïde en cas de fracture associée de cet os, quelques notions d'anatomie vasculaire se sont avérées intéressantes à rappeler.

MESTDAGH [32] a montré que la vascularisation artérielle du carpe ne dépendait pas exclusivement des artères radiales et ulnaires et de l'arcade palmaire profonde, et a insisté sur l'importance du système interosseux :

- Sur la face palmaire, l'artère interosseuse antérieure s'unit, en amont de l'interligne radio–carpien à une fine branche de l'artère radiale pour former une arcade grêle : l'arcade transverse antérieure du carpe [32].
- Sur la face dorsale, les artères interosseuses postérieures et antérieures (cette dernière après avoir franchi la membrane interosseuse) se rejoignent et s'unissent à l'arcade dorsale du carpe [32].

De ces deux arcades naissent la plupart des vaisseaux destinés aux os du carpe [32].

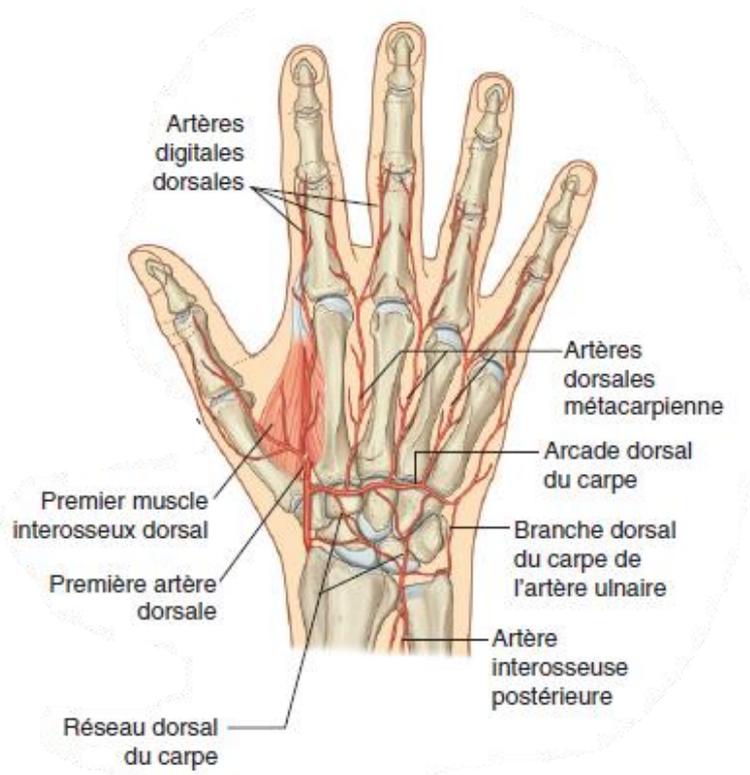


Figure 35 : Vascularisation artérielle de la face dorsale du poignet

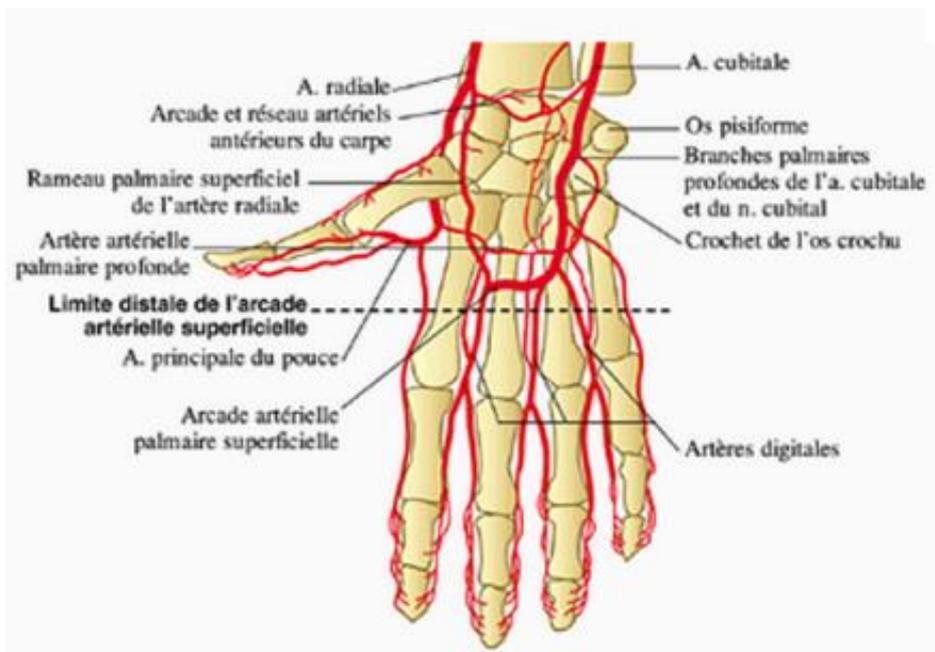


Figure 36 : Vascularisation artérielle de la face palmaire du poignet

4. La vascularisation du lunatum :

a. La vascularisation antérieure :

La face antérieure est abordée par un ou plusieurs vaisseaux descendant de toute la largeur de l'arcade transverse antérieure du carpe. Leur destinée est souvent mixte, Scapho–lunaire ou triquéto–lunaire. Un des rameaux apparaît exclusivement destiné au lunatum, abordant sa face antérieure percée d'un orifice volumineux entouré d'orifices plus petits. Le «hile» du Lunatum semble véritablement situé à ce niveau. L'artère ulnaire et l'artère du nerf médian ne participe pas à la vascularisation du lunatum [32].

b. La vascularisation postérieure :

Les vaisseaux sont deux fois plus nombreux mais plus grêles. Ils montent de l'arcade dorsale du carpe, empruntant les interlignes scapho–lunaire et triquéto–lunaire pour pénétrer les multiples trous nourriciers. Parfois, l'artère radiale fournit, dans son segment dorsal, une branche transversale cheminant dans la gouttière postérieure du scaphoïde avant de se distribuer à la face postérieure du lunatum : c'est l'artère scapho–lunaire postérieure [32].

En conclusion, le Lunatum semble ainsi être un os relativement bien vascularisé.

Les nécroses post–traumatiques, favorisées par l'absence d'anastomoses entre les systèmes antérieur et postérieur, ne semble pas devoir apparaître que pour des déplacements importants, et surtout si le déplacement lèse les différentes zones porte–vaisseaux : interlignes scapho–lunaires et triquéto–lunaires d'une part, et le frein antérieur du lunatum d'autre part [32].

5. La vascularisation du scaphoïde :

a. Le groupe dorsal :

Il est formé par de multiples rameaux issus du segment postérieur de l'artère radiale ou de l'arcade dorsale du carpe. Ils l'abordent sur toute l'étendue de sa gouttière postérieure où est concentrée la moitié des trous nourriciers : ces vaisseaux ont tous pratiquement le même diamètre [32].

a. Le groupe distal :

Il est issu de l'artère radiale ou de l'origine de sa branche palmaire superficielle, plus rarement, quelques branches montent de la portion externe de l'arcade palmaire profonde. Les vaisseaux moins nombreux sont de calibres plus importants qu'à la face dorsale et destinés essentiellement au tubercule du scaphoïde [32].

b. Le groupe externe :

Il comporte quelques vaisseaux courts nés de l'artère radiale ou de sa branche palmaire superficielle ; Ils abordent la partie inférieure de la face externe située au pied de la surface articulaire avec le radius et se continuant en avant avec la tubérosité [32].

Ainsi, si les pédicules se distribuent harmonieusement à la face postérieure de l'os dans la gouttière du scaphoïde, ils sont au contraire très inégalement répartis à la face palmaire.

En conclusion, on remarque le déficit de vascularisation propre du pôle proximal du scaphoïde qui sera exposé à la nécrose ischémique en cas de fracture [32].

6. L'innervation :

Pour l'articulation radio-ulnaire inférieure, elle est assurée par le nerf interosseux antérieur, branche du nerf médian, et par le nerf interosseux postérieur, branche du nerf radial.

Pour l'articulation radio-carpienne, l'innervation est assurée par le nerf médian en avant, la branche profonde du nerf ulnaire en avant et en dedans, la branche cutanée dorsale du cubital en arrière et en dedans, le nerf interosseux postérieur, branche du radial en arrière et en dehors.

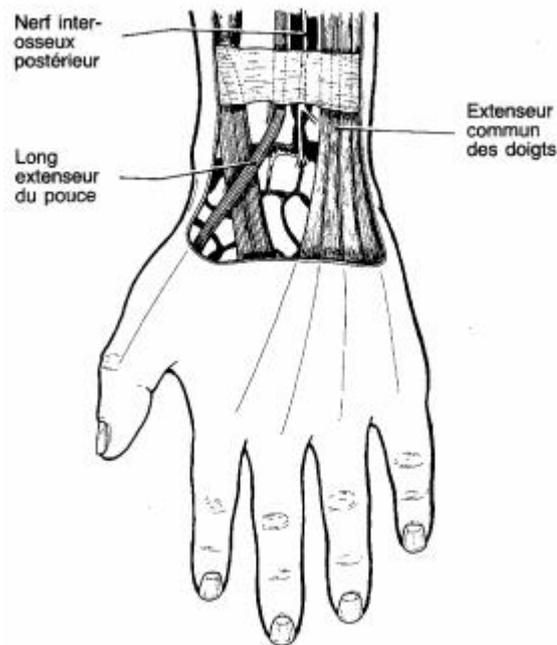


Figure 37 : Nerf interosseux postérieur. Le plus gros nerf du carpe, découvert facilement entre les tendons extenseurs communs et du long extenseur du pouce

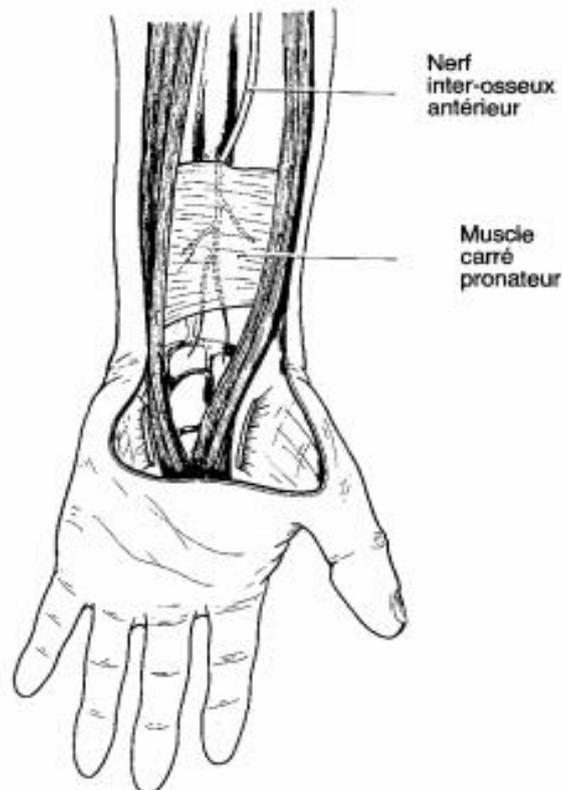


Figure 38 : nerf interosseux antérieur, passe par la face profonde du carré pronateur; ses branches articulaires distales remontent à la face antérieure de la capsule et se distribuent dans l'articulation radiocarpienne et radioulnaire

II. Biomécanique de l'articulation du poignet :

Le poignet est une articulation extrêmement complexe et mobile reliant les deux os de l'avant-bras avec la main, caractérisée par sa capacité à supporter des charges importantes et ce, dans tous les sens [33,34]. Pour y parvenir, il doit y avoir une interaction harmonieuse entre les tendons moteurs du poignet, les surfaces articulaires et les contraintes des tissus mous [19,35].

1. La mobilité du poignet :

Le poignet peut être mobilisé passivement par une force extérieure, ou activement en contractant les muscles de l'avant-bras ayant un tendon traversant l'articulation. Aucun de ces tendons ne s'insère sur les os de la rangée proximale du carpe ; ils s'insèrent tous en position distale par rapport à l'articulation médiocarpienne [36,37,38]. Par conséquent, lorsque ces muscles se contractent, la rangée distale du carpe est la première à bouger. Les os de la rangée proximale ne commencent à se déployer que lorsque les ligaments médiocarpiens sont tendus et les mettent donc en mouvement. En d'autres termes, en position neutre, la seule articulation qui bouge est l'articulation médiocarpienne [36,39,40].

a. Flexion–Extension :

Dans le plan sagittal, le scaphoïde effectue une rotation plus importante que le lunatum, du fait des différences de forme de leurs surfaces articulaires proximale et distale ainsi que l'anatomie ligamentaire environnante. De la flexion neutre à la flexion maximale du poignet, le scaphoïde et le lunatum contribuent respectivement à 70 % et 46 % de l'amplitude totale. De même, lors de l'extension maximale du poignet, le scaphoïde et le lunatum contribuent respectivement à 72 % et 42 % [40,37]. La forme des deux os mérite également un commentaire ; le scaphoïde est orienté obliquement par rapport à l'axe longitudinal de l'avant-bras ; de ce fait, il est

plus facile pour lui de fléchir que de passer en extension.

Le lunatum, en revanche, a une tendance inhérente à l'extension car il est plus étroit au niveau dorsal que palmaire. En gardant cela à l'esprit, il est facile de comprendre pourquoi la contribution des articulations radiocarpiennes et médiocarpiennes à l'amplitude totale de la flexion–extension du poignet est différente dans la colonne centrale (55 % de l'amplitude totale du mouvement a lieu dans l'articulation médiocarpienne) que dans la colonne radiale (70 % de l'amplitude totale du mouvement a lieu au niveau de l'articulation RS [41]).

b. Inclinaison radio–ulnaire

Lorsque le poignet décrit un mouvement dans le plan frontal (c'est-à-dire coronal), les rangées proximale et distale décrivent une inclinaison radiale et ulnaire, mais la rangée proximale du carpe fléchit et s'étend également. En inclinaison radiale, le trapèze et le trapézoïde se rapprochent du rayon et le scaphoïde doit donc fléchir car l'espace est réduit, et son axe longitudinal devient presque perpendiculaire à celui du rayon. Le lunatum et le triquétrum fléchissent également, mais à un degré moindre [40,42]

Lorsque le poignet bascule en inclinaison ulnaire, le scaphoïde s'allonge, tiré par le trapèze et le trapézoïde, et son axe longitudinal devient pratiquement aligné avec celui du radius. Le lunatum et le triquétrum s'étendent également lors de l'inclinaison ulnaire, mais à un degré moindre. Pour cette raison, si le poignet est en inclinaison ulnaire lors d'une radiographie, on peut croire à tort que la position étendue du lunatum est secondaire à une désaxation ou une luxation [43].

c. Le mouvement de lancer de fléchette (Dart-Thrower's Motion) :

Les plans de mouvement frontal et sagittal sont rarement utilisés dans les activités de la vie quotidienne. En effet, le plan de mouvement le plus couramment utilisé va de l'extension et l'inclinaison radiale à la flexion et l'inclinaison cubitale [44,36]. Fisk a décrit ce plan comme étant "le moment où quelqu'un lance une mouche de pêche ou une fléchette" ; les chirurgiens de la main utilisent donc le terme "mouvement du lancer de fléchettes" ou le "dart-thrower's motion" (DTM) [45].

Lorsque le poignet est en inclinaison radiale, le scaphoïde et le lunatum sont fléchis. Si le poignet est ensuite amené en extension, le lunatum retrouve sa position initiale, tout comme lorsque le poignet était en position neutre. Quand le poignet passe en inclinaison ulnaire, le scaphoïde et le lunatum s'étendent, mais ils retrouvent leurs position neutre quand le poignet est fléchi alors qu'il est en inclinaison ulnaire [46]. En d'autres termes, quand le poignet se déplace sur un plan oblique allant de l'extension et l'inclinaison radiale au neutre, puis enfin à la flexion et l'inclinaison ulnaire, le scaphoïde et le lunatum restent en position neutre. Ainsi, pendant le mouvement du DT, la plupart des mouvements du poignet ont lieu au niveau de l'articulation médiocarpienne [36,46,45].

Cette obliquité du plan du DTM est unique à chaque individu, allant de 37 à 59 degrés par rapport au plan sagittal, selon divers auteurs [44,36,46,45]. Ce plan oblique du mouvement du poignet, généré par la traction de deux extenseurs du poignet – le long extenseur radial du carpe (LERC) et le court extenseur radial du carpe (CERC) – et d'un fléchisseur du poignet – le muscle fléchisseur ulnaire du carpe (anciennement appelé le cubital antérieur) –, est l'un des plus fréquemment utilisés dans les activités de la vie quotidienne.

d. Le mouvement de lancer de fléchette inversé (Reversed Dart-Thrower's Motion) :

La rotation inverse, de l'extension en inclinaison ulnaire à la flexion en inclinaison radiale, a été appelée le mouvement du "lancer de fléchette inversé". Il s'agit d'une rotation médiée par le muscle fléchisseur radial du carpe sur la face ventrale, et le muscle extenseur ulnaire du carpe sur la face dorsale du poignet.

Contrairement à ce qui se passe lors de la rotation du DTM, la contribution de l'articulation médiocarpienne à la rotation du mouvement du lancer de fléchettes inversé est minime : seule l'articulation radiocarpienne est mobilisée. Partant de là, le poignet peut être comparé à un type d'articulation universelle (c'est-à-dire une articulation à cardan) avec deux axes de rotation : un pour l'articulation médiocarpienne et un autre pour l'articulation radiocarpienne. L'axe de projection du mouvement du DT médiocarpien et celui du mouvement du DT inversé radiocarpien ne coïncident pas dans l'espace : le premier serait situé à environ le centre de la tête du capitatum, tandis que le second serait situé plus près de l'articulation luno-capitale [36].

Cette manière de décrire les mouvements du poignet est sans doute trop simplifiée. En réalité, chaque os a son propre centre de rotation qui varie selon la position et l'orientation du poignet. Il existe cependant des synergies appréciables entre les os de chaque rangée qui font que ce modèle simplifié soit utile pour le clinicien. En fait, ce modèle est le premier à fournir une explication convaincante de la manière dont le poignet est capable de transmettre les mouvements de couples de pronosupination, du distal au proximal ou inversement, dans toutes les positions du poignet, sans perte de stabilité [12].

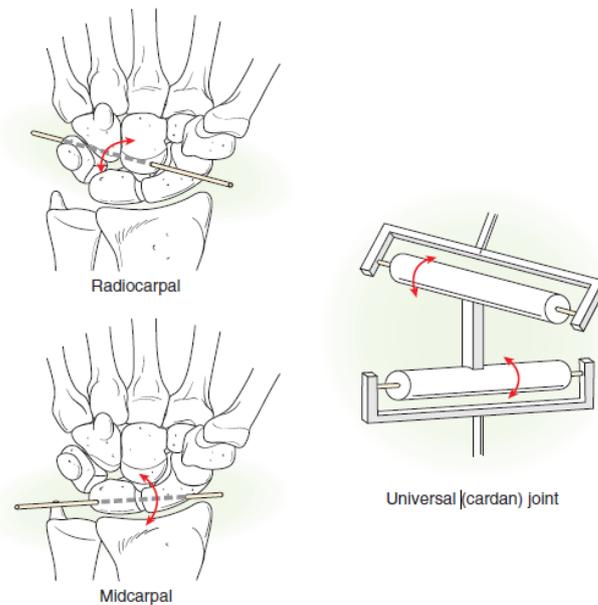


Figure 39 : Le poignet est une articulation universelle (cardan), capable de transmettre les mouvements au niveau de la rangée proximale dans toutes les positions du poignet sans perdre de stabilité. Henle a été le premier à décrire ce phénomène en 1871 [47].

e. Pronosupination intra-carpienne :

La plupart des rotations axiales de la main ont lieu dans l'avant-bras, le radius tournant autour d'un axe longitudinal légèrement oblique allant du centre de la tête du radius au centre de la tête de l'ulna. Cependant, une certaine pronation et supination ont également lieu dans le poignet, principalement au niveau de l'articulation médiocarpienne. La pronation et la supination intracarpiennes passives sont plus importantes que la rotation active [12].

Le mécanisme de la pronosupination intracarpienne active a récemment été élucidé [20,48] et peut être expliqué comme suit : En amont du rétinaculum des extenseurs, la plupart des tendons moteurs du poignet changent de direction, prenant un chemin oblique vers leur insertion distale. Prenant le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe ECU comme exemple, à partir d'une position dorsale au niveau de la tête de l'ulna, il suit une trajectoire oblique vers son insertion distale sur

le coin ulnaire ventral du cinquième métacarpien. Le muscle long extenseur radial du carpe ECRL et le long abducteur du pouce APL ont également une trajectoire oblique, mais dans la direction opposée, vers le bord latéral du poignet [12].

Au niveau radiocarpien, tous ces muscles sont dorsaux mais divergent après vers leurs insertions ulnaires ou radiales. Si le poignet est en position neutre, une contraction isométrique isolée de l'un de ces muscles générera un couple de pronation ou de supination vers la rangée distale : La contraction du muscle extenseur ulnaire du carpe ECU entraînera une pronation intracarpienne, tandis que les muscles long extenseur radial du carpe ECRL et le long abducteur du pouce APL induiront un couple de supination vers la rangée distale [20,48].

2. La stabilité du poignet :

Un poignet est dit stable lorsqu'il est capable de supporter des charges physiologiques dans toutes les positions sans subir un déplacement anormal du carpe [49]. Lorsqu'un poignet stable est soumis à une contrainte, les os du carpe ne se déplacent pas au-delà des limites normales [12]. Pour cela, les surfaces articulaires doivent être normalement orientées et congruentes, les ligaments doivent être tous présents et actifs, et les forces générées par les muscles agissant sur les os du carpe doivent être équilibrées. Une instabilité se définit au niveau du poignet comme une perte des rapports normaux entre deux osselets ou groupe d'osselets. Une instabilité est dite dissociative lors de l'apparition d'un disastasis entre deux pièces osseuses adjacentes [12].

La rangée carpienne proximale, située entre le radius et la rangée distale du carpe, est intrinsèquement instable. Sans la capsule, les ligaments et les muscles, les trois os (scaphoïde, lunatum et triquétrum) se rompraient lorsqu'ils sont comprimés par la rangée distale du carpe contre le radius. Le scaphoïde orienté obliquement tournerait en flexion et en pronation, tandis que le lunatum et le triquétrum

cunéiformes (plus minces au niveau dorsal que palmaire] s'effondreraient en extension et en supination [41].

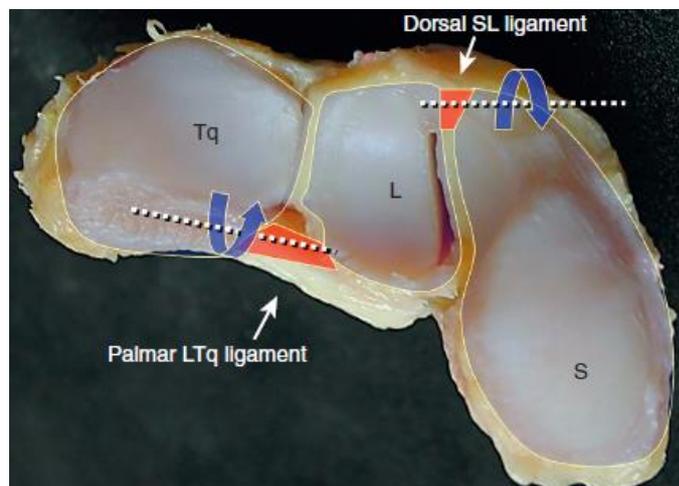


Figure 40 : Poignet humain disséqué montrant les surfaces articulaires distales de la rangée proximale et les ligaments intercarpiens transversaux.

a. Le couple scapho–lunaire :

L'articulation scapho–lunaire (SL) est stabilisée par deux ligaments intercarpiens transversaux distincts (palmaire et dorsal) et par la membrane fibrocartilagineuse proximale qui les unit tous les deux. Cette dernière suit l'arc des bords proximaux des deux os de la face dorsale à la face palmaire, séparant les espaces articulaires radiocarpieus et médiocarpieus. Le ligament SL dorsal est situé dans la profondeur de la capsule dorsale et relie les angles dorsaux distaux des os scaphoïde et lunaire. Il est formé par un ensemble de fibres épaisses, légèrement orientées obliquement, et joue un rôle clé dans la stabilité du scaphoïde. Son homologue antérieur, le ligament SL palmaire, possède des fibres plus longues et plus obliques, qui permettent une flexion et une extension importantes du scaphoïde par rapport au lunatum. Le ligament SL dorsal possède la limite élastique la plus grande, 260 newtons (N) en moyenne, suivi du ligament SL palmaire (118 N) et de la membrane fibrocartilagineuse (63 N) [15].

Le rôle principal du ligament interosseux scapho–lunaire, en particulier sa portion dorsale, est d'éviter une flexion–pronation excessive du scaphoïde (S ; flèche courbée bleue), tandis que le ligament luno–triquétral palmaire (LTq) est responsable de la neutralisation de la tendance à l'extension du triquétrum (Tq) lorsqu'il est sollicité [12].

En théorie, si les ligaments SL étaient tous intacts, la tendance à la flexion du scaphoïde serait contrée par la tendance opposée du lunatum et du triquétrum activés et bascule en extension, et la stabilité serait donc obtenue. Mais en pratique, ces ligaments ne peuvent pas y parvenir seuls [15]. Les forces appliquées lors de la plupart des activités de la main sont bien trop élevées pour que ces ligaments soient les seuls stabilisateurs du poignet. En effet, les ligaments doivent être protégés par des muscles pour assurer cette stabilité [19,20,48].

La stabilité du couple scapho–lunaire est assurée également par [11]:

- Le ligament radio–scapho–capital palmaire ;
- Le complexe ligamentaire palmaire scapho–trapézo–trapézoïdien [50–52];
- Le ligaments intercarpien dorsal et scapho–triquétral dorsal [53].

L'existence d'une lésion du ligament interosseux scapho–lunaire est une condition nécessaire, mais pas suffisante à l'apparition d'une instabilité scapho–lunaire. Il existe donc des lésions partielles, voire complètes isolées du ligament interosseux, ne se traduisant par aucune instabilité [11].

b. Le couple luno–triquétral :

La stabilité du couple luno–triquétral est assurée par [11] :

- Le ligament interosseux luno–triquétral ;
- Les ligaments dorsaux radio–triquétral et scapho–triquétral [11].

L'articulation luno–triquétrale (LTq) possède également deux ligaments intercarpiens transversaux (palmaire et dorsal) reliant les faces palmaire et dorsale des deux os, ainsi qu'une membrane fibrocartilagineuse proximale refermant l'articulation. Contrairement aux ligaments SL, le ligament LTq palmaire est plus épais et plus robuste que son homologue dorsal (on trouve respectivement des limites d'élasticité moyennes : 301 N et 121 N), la partie proximale étant la plus faible (64 N)[30,54]. À moins d'être perforée par l'âge ou un traumatisme, cette membrane proximale empêche la communication entre les espaces articulaires radiocarpieus et médiocarpieus [12]. Les fibres des deux ligaments LTq sont plus tendues que les fibres des ligaments SL et ce dans toutes les amplitudes de mouvement. Les fibres les plus distales des ligaments LTq palmaire et dorsal sont souvent reliées aux fibres distales des ligaments SL, formant les ligaments scapho–triquétraux palmaires et dorsaux [55]. Ces structures, ainsi que les fibres interdigitantes du ligament intercarpien dorsal, contribuent à la stabilité de l'articulation luno–capitale (LC) en augmentant la profondeur de la fosse médiocarpieus [56,57].

La section complète isolée du ligament interosseus luno–triquétral ne suffit pas à engendrer une instabilité, même si ce type de section se traduit par une augmentation isolée de la mobilité de cette articulation [24]. L'apparition du volar intercalated segment instability (VISI) statique nécessite une élongation ou déchirure du ligament dorsal radio–triquétral [24,58].

c. Stabilité médiocarpieus :

L'instabilité médiocarpieus semble être en rapport avec une lésion de la branche médiale du V deltoïdien [19] [11].

d. Le rôle des muscles dans la stabilité du carpe :

Pour assurer une réponse musculaire adéquate et protectrice, les ligaments du carpe contiennent des mécanorécepteurs fournissant les informations proprioceptives requises par le système sensorimoteur pour activer cette réponse [35]. En d'autres termes, les ligaments fournissent la première ligne de défense contre l'instabilité, mais les muscles sont les stabilisateurs ultimes [19,20].

Jusqu'à une date récente, on considérait que les muscles avaient un impact négatif sur la stabilité du carpe. L'instabilité était en fait considérée comme un problème d'insuffisance ligamentaire aggravé par la contraction musculaire. Mais aujourd'hui, nous avons appris que cette hypothèse est fautive : les muscles jouent un rôle stabilisateur très important [19,20,48].

Les ligaments sont les principaux stabilisateurs. Lorsqu'un ligament est gravement blessé, un réflexe neuromusculaire secondaire se développe pour compenser le défaut. L'ensemble de ce mécanisme est médié par le système nerveux central et, selon le ligament lésé, implique la contraction de certains muscles et l'inhibition d'autres [12].

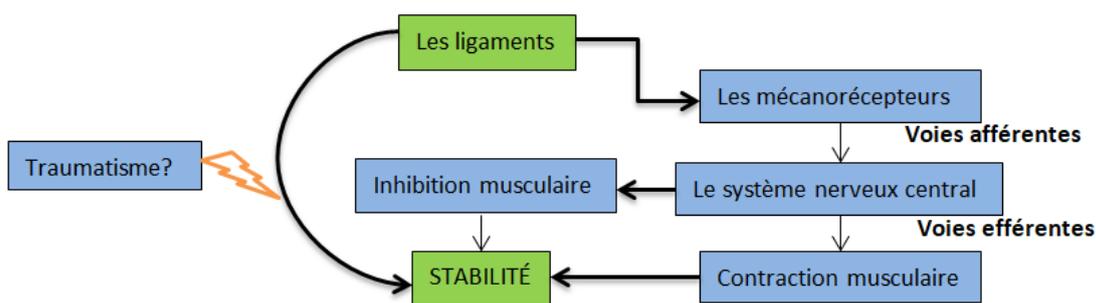


Figure 41 : Représentation schématique du mécanisme de stabilisation du carpe [12]

Les mécanismes de stabilisation musculaire du poignet sont basés sur l'action, déjà mentionnée, de certains muscles à mettre en pronation ou en supination la rangée distale du carpe [20,48]. Lorsque les supinateurs intracarpiens (le long extenseur radial du carpe ou le long abducteur du pouce) se contractent, le trapèze

subit un déplacement dorsal, ce qui met en tension le ligament STT. Si le ligament STT est tendu, le scaphoïde ne peut pas s'affaisser en flexion et en pronation. Les supinateurs intracarpiens protègent donc contre une flexion–pronation excessive du scaphoïde [48]. En revanche, lorsque l'extenseur ulnaire du carpe se contracte, la rangée distale passe en pronation, ce qui resserre le ligament TqH et empêche la rangée proximale de s'affaisser en flexion [30]. Ainsi, les supinateurs sont utiles dans le traitement des instabilités du scaphoïde, et les pronateurs dans le traitement de la plupart des instabilités du carpe du côté ulnaire [19]. Là encore, les muscles sont les ultimes stabilisateurs du carpe [35].

3. Les contraintes que subit l'articulation du poignet :

Les mouvements de la main génère une quantité de force importante qui est transmise via les articulations carpométacarpiennes [59,38,60]. Au niveau de la rangée distale, les charges sont réparties entre les articulations médiocarpiales, les articulations SC et LC transmettant environ 50%, l'articulation STT ~30%, et l'articulation TqH ~20% de force [12].

Le fait que la plupart des kystes synoviaux émergent de l'intervalle SL prouve qu'il s'agit d'une zone particulièrement très sollicitée [12].

Une fois dans la rangée proximale, 50% de la charge totale est transmise à travers l'articulation radio–scaphoïde RS, 35% à travers l'articulation radio–lunaire RL, et 15% à travers le complexe fibrocartilagineux triangulaire dans l'ulna [59,60]. Les valeurs moyennes de la pression dans l'articulation radiocarpiale peuvent atteindre 5,6 MPa, ce qui représente environ 0,5 N/mm² ou 810 lb/in². Ces chiffres peuvent varier considérablement en fonction de la position du poignet. La fosse lunaire est de plus en plus sollicitée avec une inclinaison ulnaire alors que la fosse scaphoïde est plus sollicitée avec une inclinaison radiale. Lorsque le poignet est en "position de fonction" (c'est-à-dire en légère extension et inclinaison radiale), le lunatum a

tendance à être plus sollicité que le scaphoïde [59].

Lorsqu'ils sont soumis à une charge axiale, les os du carpe se déplacent suivant des trajectoires spécifiques [49]. En effet, l'amplitude et la direction du déplacement dépendent de la forme des surfaces articulaires, de l'orientation et du point d'application des charges incidentes, et de l'état des diverses contraintes des tissus mous (c'est-à-dire la capsule, les ligaments, les muscles) [12].

III. Réflexions sur le mécanisme de la lésion :

1. Un mécanisme classique à début latéral :

La plupart des auteurs se sont mis d'accord sur le fait que les luxations périlunaires résultent d'une supination intra-carpienne, conséquence d'une chute sur le poignet en hyperextension. Il s'agit donc de l'évolution d'une lésion scapho-lunaire qui s'est poursuivie en interne.

Le mécanisme le plus classique de la lésion a été décrit par WAGNER en se basant sur la conception biomécanique du carpe de TALEISNIK [61]. En effet, la ligne de dislocation du carpe passe en-dedans entre le lunatum et le pyramidal et le grand os d'autre part; en-dehors elle peut soit [61] :

- Emprunter l'interligne scapho-lunaire, il s'agit d'une luxation rétro-lunaire pure,
- Fracturer le scaphoïde, il s'agit de la luxation trans-scapho rétro-lunaire,
- Exceptionnellement contourner le pôle distal du scaphoïde [61].

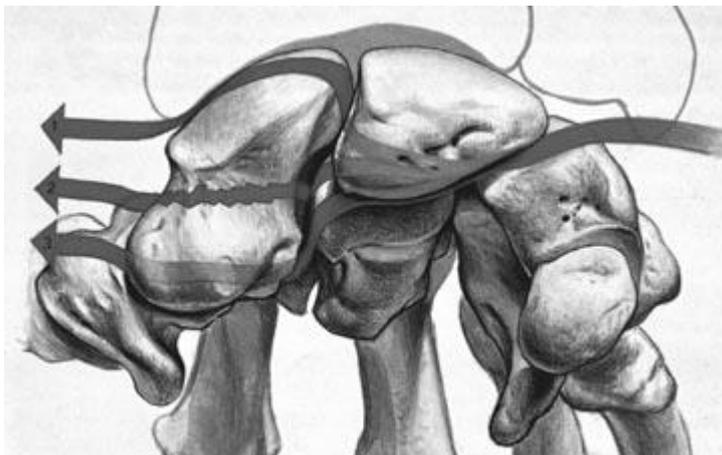


Figure 42 : lignes de dislocation selon Wagner

Dans le mécanisme classique, la chute entraîne une réception sur le bord radial du carpe, poignet en hyperextension et inclinaison radiale. Un cas typique serait un accident de motocyclette avec un choc frontal, où la main est maintenue sur le guidon alors que le corps est violemment et brusquement projeté vers l'avant. Le poignet,

dans ce cas, devient le point de pivot autour duquel le corps fait une rotation [12].

Mayfield [62] a repris cette théorie classique et a montré, en se basant sur l'anatomie et la biomécanique ligamentaire et en s'aidant d'une étude expérimentale cadavérique faite en 1980 [63], que la déstabilisation du carpe passe par un processus assez cohérent en quatre étapes appelé "instabilité périlunaire progressive", le choc entraîne une rupture du ligament scapho-lunaire ou une fracture du scaphoïde. De par la position en hyperextension, le mouvement peut se poursuivre et le capitatum, libéré de ses attaches antérieures se luxe en arrière. La lésion peut se compléter en interne en rompant le ligament luno-triquétral ou en fracturant le triquétrum. Au stade ultime, la tête du capitatum vient comprimer la corne postérieure du lunatum et rompre ses attaches. De part la pression exercée par le carpe et l'inclinaison de la glène radiale en avant, le lunatum peut alors se luxer en avant à travers l'espace de Poirier qui est une zone de faiblesse du carpe dépourvue de ligaments [12].

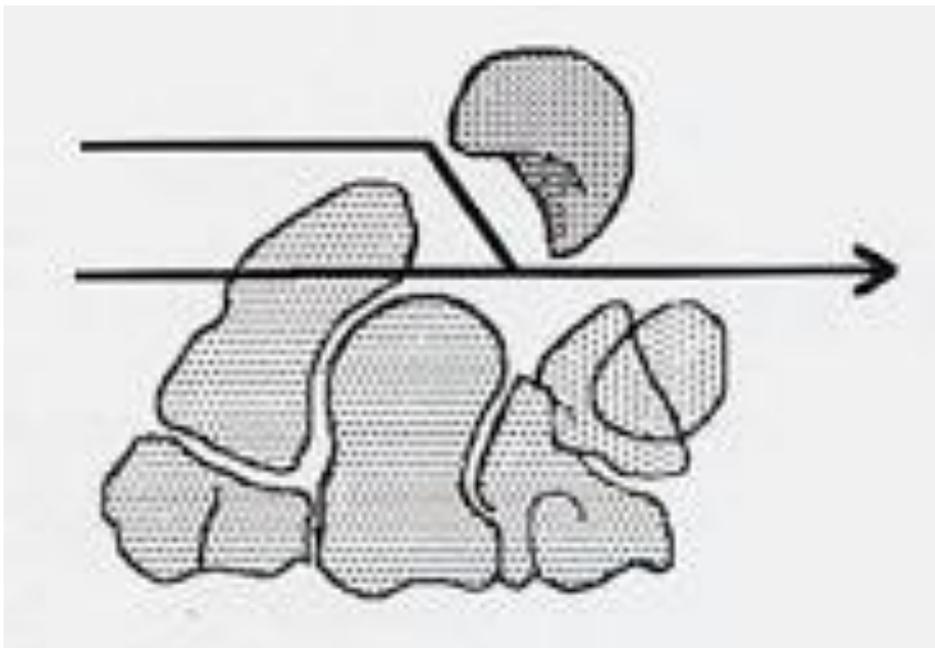


Figure 43 : Schématisation des lésions à départ latéral selon MAYFIELD

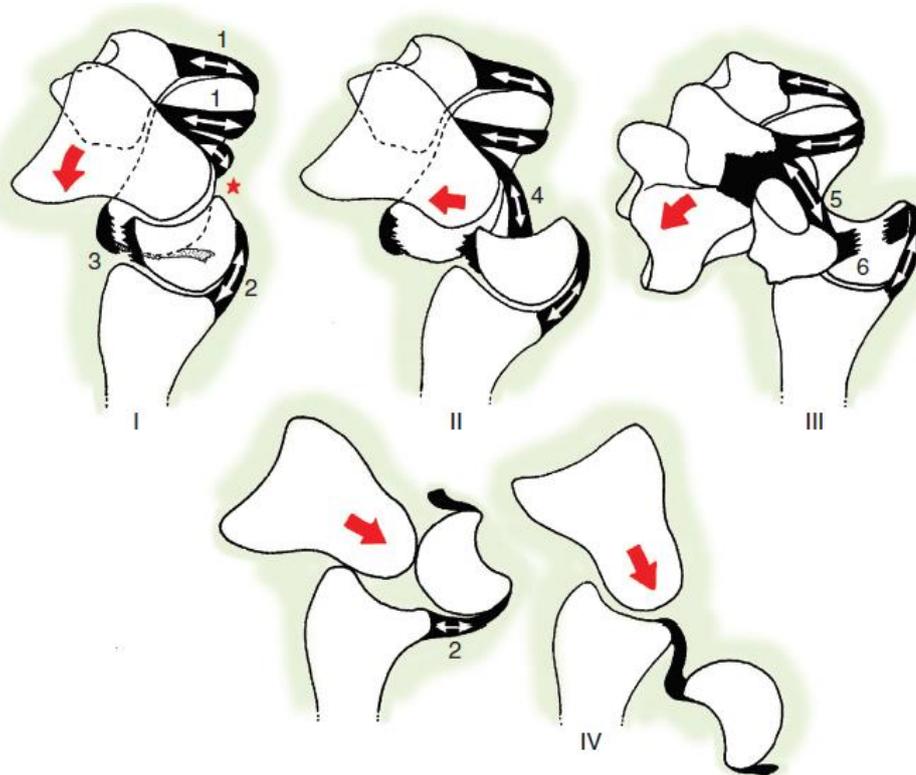


Figure 44 : Représentation schématique vue du côté ulnaire des quatre stades de l'instabilité périlunaire selon Mayfield.

Stade I : Alors que la rangée distale du carpe est forcée en hyperextension (flèches rouges), les ligaments scapho–trapézoïdo–capitiaux (1) tirent le scaphoïde (S) en extension, ouvrant ainsi l'espace de Poirier (astérisque). Le lunatum (L) ne peut pas s'étendre autant que le scaphoïde car il est directement contraint par le ligament RL court (2). Lorsque le couple de torsion SL atteint un seuil critique, les ligaments SL peuvent se rompre, généralement du palmaire au dorsal. Une dissociation scapho–lunaire complète est définie par la rupture du ligament SL dorsal (3).

Stade II : Lorsqu'il est dissocié du lunatum, le complexe scaphoïde–rangée distale peut se disloquer dorsalement par rapport au lunatum (flèche rouge). La limite de ce déplacement dorsal dépend du ligament radio–scapho–capital (RSC) (4).

Stade III : Si l'hyperextension persiste, la portion ulnaire du ligament arqué (5) peut tirer le triquétrum (Tq) dorsalement, provoquant la rupture des ligaments luno–triquétraux (LTq) (6).

Stade IV : Enfin, le capitatum peut être forcé par le ligament RSC encore intact (4) à se déplacer dans l'espace radiocarpien et à pousser le lunatum palmaire vers l'avant jusqu'à ce qu'il se disloque au niveau du canal carpien de façon rotative.

On comprend bien alors que la luxation périlunaire du carpe de stade 2b est la forme ultime de la dissociation scapholunaire augmentant le risque de nécrose dû à la rupture des freins. Il faudra donc se méfier des formes incomplètes où le ligament triquétrounaire reste intact avec une fausse impression du lunatum en place. En fait, le profil va mettre en évidence un capitatum subluxé [12].

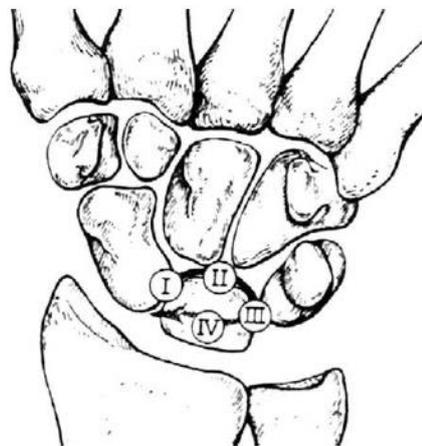


Figure 45 : Théorie de la luxation périlunaire du carpe selon Mayfield

Pour aller plus loin, Johnson [64], essayant d'élaborer une conception uniciste des traumatismes du carpe, a démontré qu'il existait des zones de vulnérabilité [64] au sein de celui-ci, selon lui, les lésions peuvent suivre deux arcs de rupture, un petit arc proximal autour du pôle proximal du lunatum et un grand arc plus distal contournant son pôle distal:

- Lésion du petit arc associant lésions ligamentaires pures scapho–lunaire (SL), médiocarpienne (MC), et luno–triquétrale (LT) progressive autour du lunatum, selon les 4 stades de lésions péri–lunaires progressives décrites par Mayfield [64].

- Lésion du grand arc avec lésions de passage transosseux associées (scaphoïde, capitatum, triquétrum), voire passage transarticulaire scapho–trapèzo–trapèzoïdienne (STT) selon les lignes de dissociation décrites par Wagner [64].

Pour les luxations antérieures, Aitken [65] considère que le mécanisme consiste en un choc sur le dos de la main, le poignet en hyperflexion. Dans cette configuration, le capitatum viendrait buter contre le lunatum le poussant en arrière [65].

2. Un mécanisme à début médial :

Toutefois, la théorie classique n'explique pas toujours les lésions triquétro–lunaires isolés ni même quelque fractures du scaphoïde associées à une lésion scapho–lunaire, c'est pour cela que LINSCHIED a été le premier à évoquer un mécanisme lésionnel à départ médial en 1972 évoluant de dedans en dehors [34,66]. D'autres auteurs l'ont suivi et ont adopté cette théorie : REAGAN [67] en 1984, LABBE [68] en 1986, BOUR [23] en 1986, MATHOULIN [69] en 1990, LAULAN [70] en 1992 et CLEMENT [71] en 1995.

Les études menées sur cette théorie ne sont pas nombreuses, et malgré la pertinence de celle–ci, ce mécanisme reste controversé. Les lésions résultent dans ce cas d'une pronation aiguë du poignet, la main restant fixe avec une séquence lésionnelle de départ médial se poursuivant en latéral. La chute se produit sur le talon de la main, le poignet en hyperextension. Dans cette position, le scaphoïde et le lunatum sont stabilisés sous l'auvent radial. De plus, l'inclinaison ulnaire favorise la protection du lunatum par l'auvent radial et augmente encore la stabilisation du versant latéral. Elle initie également une pronation intra–carpienne. Dès lors, le déverrouillage du carpe peut s'effectuer plus aisément au niveau de l'espace triquétro–lunaire. Le déverrouillage est d'autant plus facile si le point d'impact est

hypothénarien [34,66].

Lorsque le seuil triquéto–lunaire critique est dépassé, le ligament luno–triquétral postérieur se rompt ainsi que le reste du ligament interosseux. La lésion progresse vers le versant latéral en passant entre lunatum et capitatum dans l'espace de poirier (elle peut engendrer une fracture du capitatum) avec luxation antérieure du lunatum par rapport au capitatum. Le triquétrum reste solidaire à la deuxième rangée. Puis, la lésion se poursuit, soit dans le scaphoïde soit dans le ligament scapho–lunaire (une association de ces deux lésions est possible), soit dans l'articulation scapho–trapèzo– trapèzoïdienne [34,66].

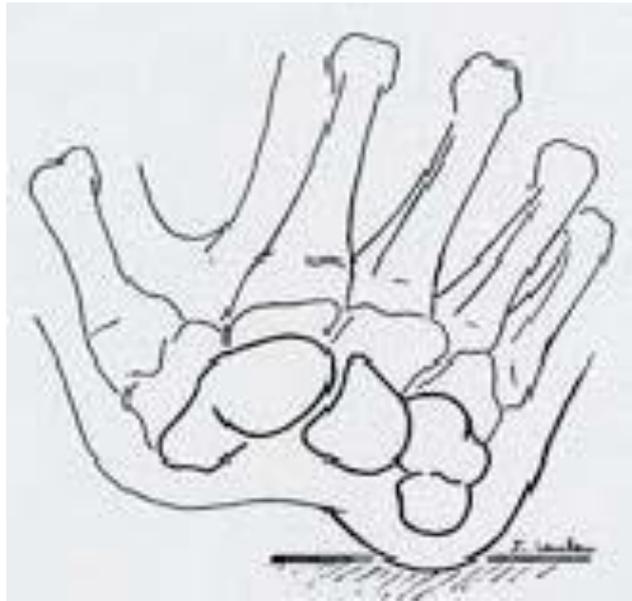


Figure 46 : Représentation d'un impact sur le versant ulnaire du carpe

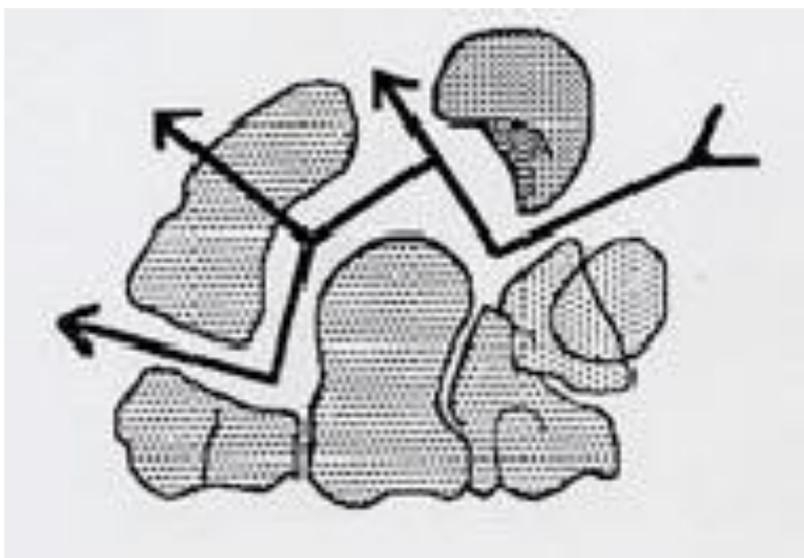


Figure 47 : Schématisation des lésions à point de départ médial

3. Quel intérêt de déterminer le mécanisme ?

L'intérêt de déterminer si une luxation est à début latéral ou médial est plus théorique que pratique. Les travaux relatifs aux instabilités à début médial montrent que l'évolution de ces lésions peut être très imprévisible. Quant aux lésions à début latéral, leur évolution parfois désastreuse est bien connue. En l'absence de traitement, ces lésions conduisent à une instabilité scapho–lunaire et à une arthrose intra–carpienne dans le long terme « SLAC: Scapho–Lunate Advanced Collapse ».

Cette réalité souligne davantage l'importance d'un bilan lésionnel initial précis et exhaustif pour une prise en charge rapide et adaptée. La détermination du mécanisme lésionnel permet donc d'avoir une idée sur ce bilan avant le temps opératoire.

IV. Classification et anatomopathologie :

Les luxations et fracture–luxations périlunaires (LPL et FLPL) sont les plus fréquentes des luxations carpiennes, et représentent environ 5% des traumatismes du poignet [6].

Ces luxations peuvent être postérieures (les plus fréquentes), voire antérieures. Il s'agit dans 60 % des cas de fracture–luxation dont la ligne de rupture passe au travers d'un os du carpe voisin du lunatum ou encore de la styloïde radiale, et non pas de luxation périlunaire pure [6,72,73,74].

Les auteurs [75] classent ces lésions selon cinq critères :

- La situation du grand os par rapport au lunatum,
- Le niveau où se fait la levée du verrou scaphoïdien,
- La position du lunatum par rapport au radius,
- Les variantes éventuelles,
- Les lésions associées anté–brachiales et/ou métacarpiennes [75].

Une classification doit être simple et pratique, idéalement graphique pour être facilement mémorisée et utilisée rapidement sans attarder la prise en charge, elle doit inclure les formes exceptionnelles sous forme de variantes, et doit considérer les lésions et les déplacements dans les deux plans de l'espace. Enfin, cette classification devrait permettre de poser les indications thérapeutiques [75].

1. Classification de Johnson :

Johnson [64], essayant d'élaborer une conception uniciste des traumatismes du carpe, a démontré qu'il existait des zones de vulnérabilité[64] au sein de celui-ci, selon lui, les lésions peuvent suivre deux arcs de rupture, un petit arc proximal autour du pôle proximal du lunatum et un grand arc plus distal contournant son pôle distal:

- Lésion du petit arc associant lésions ligamentaires pures scapholunaire (SL), médiocarpienne (MC), et lunotriquétrale (LT) progressive autour du lunatum, selon les 4 stades de lésions péri–lunaires successives décrites par Mayfield.
- Lésion du grand arc avec lésions de passage transosseux associées (scaphoïde, capitatum, triquétrum), voire un passage transarticulaire scapho–trapèzo–trapèzoïdien (STT) selon les lignes de dissociation décrites par Wagner et donnera une luxation trans–scapho–trans–capito–trans–hamato–trans–pyramido–lunaire, entre les deux toutes les formes sont possibles [64].

2. Classification de Taleisnik :

Taleisnik [61] a classé les luxations périlunaires en quatre groupes selon les fractures associées :

- **Groupe I** : Fracture–luxation du petit arc. Il regroupe les luxations périlunaires pures postérieures et antérieures, ou bien celles postérieures et antérieures du lunatum.
- **Groupe II** : Fracture–luxation du grand arc, dont l'exemple complet réalise les luxations trans–scapho–trans–capito–trans–hamato–trans–pyramido–lunaire.
- **Groupe III** : Ce groupe comporte les luxations trans–stylo–périlunaires, qui sont plus ou moins associées à l'atteinte des autres os du carpe.
- **Groupe IV** : Luxations radio–carpiennes [61] .

3. Classification pronostique de Witvoet et Allieu [76]:

Cette classification se base sur l'état des freins, porteurs des vaisseaux antérieurs et postérieurs du lunatum [76].

- **Type I** : les deux freins sont intacts, le lunatum a conservé ses rapports normaux avec le radius il n'y a aucune nécrose possible, la vascularisation étant totalement conservée.
- **Type II** : le frein antérieur est rompu, le lunatum peut donc pivoter sur les deux axes transversal et vertical.
- **Type III** : les deux freins sont rompus, le lunatum est complètement libre et inéluctablement menacé de nécrose. Cette lésion est rare [76].

Toutefois, la classification de Witvoet et Allieu [76] ne s'intéresse que du déplacement du lunatum sur le profil et ne décrit pas les fractures associées. De plus, elle ne décrit pas la luxation antérieure.

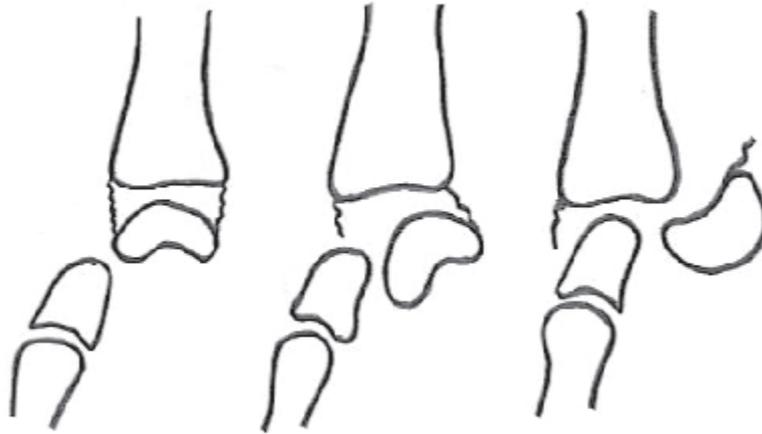


Figure 48 : Schématisation de la classification de Witvoet et Allieu (De gauche à droite : type I, II, III)

4. Classification radiologique de Herzberg :

Dans une tentative de fournir une classification qui répond aux critères sus-cités, Herzberg [6] a proposé en 1993 une classification qui définit les LPL ou les FLPL à partir des radiographies initiales selon trois critères :

- **La direction de déplacement sagittal du capitatum par rapport au lunatum** (Antérieur ou postérieur).
- **Le degré du déplacement sagittal du lunatum par rapport au radius :**

Stade I : Avec lunatum resté en place sous le radius

Stade II : Avec subluxation ou luxation antérieure ou postérieure du lunatum.

Dans les luxations antérieures, ce stade est subdivisé en :

- IIa : Rotation du lunatum $<90^\circ$
- IIb : Rotation du lunatum $>90^\circ$
- **Le trajet de la ligne de rupture dans le plan frontal :** définissant les luxations pures, les fractures–luxations avec leurs traits de fractures “essentiels” et “d’accompagnement” (Chips fractures).

Malgré que la classification d'Herzberg est plus précise et permet de noter toutes les formes de luxation, elle peut se révéler insuffisante dans certaines fractures luxations atypiques [200].

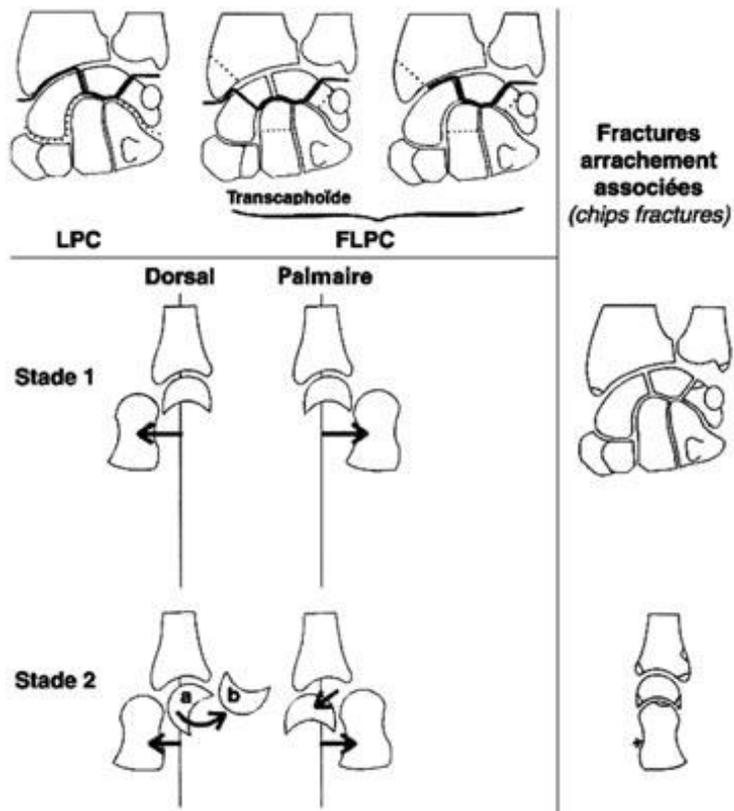


Figure 49 : Classification de Herzberg

V. L'épidémiologie :

1. L'âge :

L'âge moyen dans notre série se situe aux alentours de 37 ans, ce qui concorde bien avec les données de la littérature qui associe ce traumatisme à l'adulte jeune [6,72,73,74].

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

- Les circonstances du traumatisme : accident de la circulation, les chutes d'un lieu élevé, accident de travail et les accidents de sport.
- La résistance de l'extrémité inférieure du radius à cet âge. En effet, Au cours d'un traumatisme du poignet, 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 résistant 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.
- La fréquence des accidents de la voie publique dans notre contexte Marocain.

Tableau 6 : Comparaison selon la moyenne d'âge

Auteurs	Pays/ville	Moyenne d'âge
Lacour [78] (60 cas (1993))	France (Nice)	28 ans
Fikry [80] (39cas (1993))	Casablanca	30 ans
Lukasiewicz [82] (16cas (1993))	France (Toulouse)	34 ans
Inoue etKuwahata [88] (8cas (1997))	Japon	38 ans
Zine Filali.N [89] (6cas (2006))	Rabat	35 ans
Martinage A [90] (14cas (2008))	France	35 ans
LAPORTE [91] (17cas (2012))	France (Paris)	38.9 ans
D. Israel et al [92] (65cas (2016))	France (Toulouse)	33 ans
A. Marzouki [93] (14 cas (2011))	Maroc (Fès)	30 ans
Notre série (11 cas (2020))	Maroc (Meknès)	37ans

2. Le sexe :

Dans notre série, tous les patients étaient de sexe masculin, ceci correspond totalement aux données de la littérature [6,72,73,74].

En effet, la luxation et fracture–luxation péri lunaire du carpe est une pathologie de l'homme jeune, et cela peut être expliqué par l'exposition des hommes actifs à des traumatismes de haute énergie plus que les femmes [6,12,,72,73,74].

3. Les circonstances du traumatisme :

Les causes les plus fréquentes des luxations et fractures luxations périlunaires du carpe sont dominées dans notre contexte par les accidents de la voie publique et les chutes de lieux élevés lors du travail avec la main en hyperextension.

Les résultats de notre série vont aussi dans ce même sens.

Tableau 7 : Comparaison selon les circonstances du traumatisme

Auteurs	AVP	Chute d'un lieu élevé	Accident de sport ou Accident de travail
Lacour [78] (60cas/1993)	24	24	12
Fikry [80] (39cas/1993)	14	20	5
Lukasiewicz [82] (16cas/1993)	9	7	0
Inoue et Kuwahata [88] (8cas/1997)	6	2	0
Zine Filali.N [89] (6cas/2006)	3	2	1
Martinage [90] A (14cas/2008)	7	5	2
Laporte [91] (17cas/2012)	7	6	4
Notre série (11 cas/2020)	4	5	2

4. Le côté lésé et côté dominant :

Malgré que le côté droit soit instinctivement projeté en avant lors des chutes [12], il ne représente pas toujours le côté lésé prédominant. Dans notre série, comme dans plusieurs études [6,12,72,73,74], on a trouvé que les deux côtés peuvent être atteints d'une façon plus ou moins égale indépendamment du côté dominant.

Tous les patients de la série sont droitiers, une atteinte du côté droit a été trouvée dans 5 cas et 6 cas intéressant le côté gauche.

Tableau 8 : Comparaison selon le côté lésé et le côté dominant

Auteurs	Côté lésé		Côté dominant
	Droit	Gauche	
Lacour [78] (60cas/1993)	28	32	–
Fikry [80] (39cas/1993)	24	15	–
Lukasiewicz [82] (16cas/1993)	9	7	–
Inoue et Kuwahata [88] (8cas/1997)	8	6	–
Zine Filali.N [89] (6cas/2006)	3	3	4
Martinage A [90] (14cas/2008)	12	2	12
Laporte[91] (17cas/2012)	6	11	7
D. Israel et al[92] (65cas(2016))	–	–	31
A. Marzouki[93] (14 cas (2011))	–	–	10
Notre série [11 cas/2020)	5	6	5

VI. La clinique :

1. Le diagnostic :

Les lésions du poignet se présentent sous des formes très diverses, allant du patient qui a subi un traumatisme violent tel une chute d'un lieu élevé ou un AVP, présentant une fracture ou une luxation importante au niveau du poignet, au patient qui présente un dysfonctionnement symptomatique du poignet sans se souvenir clairement de la cause du problème. Dans le premier cas, le diagnostic peut être évident, mais dans le second, l'identification de la véritable nature du problème peut s'avérer très difficile [12].

Le diagnostic de ces lésions peut donc être suspecté à partir du mécanisme et de la clinique, confirmé par l'imagerie. Mais les clichés sont souvent difficiles à interpréter. Ceci explique la fréquence des lésions méconnues au départ [12].

2. L'interrogatoire :

L'examen physique doit toujours être précédé d'une enquête approfondie sur les antécédents médicaux du patient, en mettant l'accent sur le mécanisme de la lésion. Il convient de demander au patient des détails sur la localisation, l'ancienneté et les caractéristiques de toute douleur, y compris les facteurs aggravants et de soulagement, et les traitements antérieurs, le cas échéant [12].

Dans le cas de problèmes chroniques, il est également important de s'enquérir des emplois et des loisirs du patient, et de lui demander s'il a été exposé à un stress répétitif, à des outils vibrants ou à des instruments potentiellement dangereux [12].

Le patient rapporte souvent une impotence fonctionnelle et une douleur lors d'un traumatisme récent, alors qu'il rapporte une diminution de la force ou une mobilité anormale lorsqu'il s'agit d'un traumatisme ancien [12].

3. L'examen clinique :

a. L'inspection :

En dehors des luxations avec ouverture cutanée, l'aspect extérieur du poignet peut ne pas être dramatique. Le gonflement est généralement modéré, et les déplacements osseux ne peuvent être évidents que si le patient est vu immédiatement après le traumatisme. Si le patient consulte après un délai, le gonflement et l'œdème peuvent avoir augmenté de manière significative, rendant la visualisation des os déplacés plus difficile [12].

Lorsqu'elles sont présentes, les abrasions cutanées, les contusions ou les zones ecchymosées peuvent être utiles pour avoir une idée sur le mécanisme du traumatisme et les zones potentiellement lésées [12].

b. La palpation :

Dans les lésions récentes, la palpation est souvent peu spécifique compte tenu de l'œdème et de la douleur importante qui siège au niveau du poignet, la sensibilité douloureuse est donc rarement provoquée à des points spécifiques, mais plutôt de manière diffuse. Contrairement aux lésions anciennes où cette palpation visera à retrouver un point douloureux électif, scapho–lunaire, triquéto–lunaire, du pôle distal du scaphoïde, isthme scaphoïdien dans la tabatière anatomique, ou radio–ulnaire inférieur. La connaissance de l'anatomie palpatoire et des repères accessibles est donc primordiale [12].

c. Examen vasculonerveux :

Il est impératif d'évaluer soigneusement l'état vasculonerveux, en accordant une attention particulière aux nerfs médian et ulnaire, qui peuvent être lésés par une contusion directe au moment de l'impact, par une compression due à un déplacement osseux ou encore par une tuméfaction du canal carpien [12].

On recherchera aussi une pâleur, une froideur, une paralysie des muscles de la main et une abolition des pouls radial et cubital qui indiquent une ischémie par lésion de l'artère radiale et ulnaire. Cette lésion vasculaire est rare [12].

d. Examen général :

L'examen clinique doit aussi rechercher d'autres points d'impact osseux, crâniens, vertébraux, thoraciques et abdominaux surtout dans le cadre de polytraumatisme ou la salvation du pronostic vital est beaucoup plus urgente que la recherche des lésions du poignet [12].

VII. L'imagerie :

Les traumatismes du poignet constituent un motif fréquent de consultation aux urgences. Dans la majorité des cas, l'anamnèse et l'examen clinique fournissent des renseignements précieux, permettant d'orienter le diagnostic [94]. Les clichés radiographiques, réalisés en incidence de face et de profil stricts, sont indispensables pour mettre en évidence des fractures et/ou des dislocations du carpe, et sont en général suffisantes pour permettre un bilan lésionnel précis [198].

1. Incidences de base

a. Le cliché de face postéro–antérieur :

➤ Réalisation et critères de réussite :

Le cliché est classiquement réalisé sur un sujet assis, la face palmaire du poignet et de la main à plat contre la plaque radiographique, en position neutre, doigts légèrement écartés, pouce en abduction. Le coude est fléchi à 90° à hauteur de la table, l'avant-bras et le bras sont horizontaux. Le rayon incident est vertical, centré sur le poignet [198].



**Figure 50 : Positionnement et radiographie du poignet de face en paume–plaque
(incidence postéro–antérieure)**

Les critères de réussite de ce cliché sont l'alignement de l'axe du radius, du capitatum et du 3^{ème} métacarpien, ainsi qu'une bonne visibilité des interlignes radio-ulnaire distal, luno-triquétral, et scapho-trapézoïdo-trapézien. Il doit exister sur ce cliché une continuité entre la corticale médiale de l'ulna et du processus styloïde ulnaire [198].

➤ Analyse du cliché :

L'analyse doit porter sur la morphologie, le contour et la densité des différents os du carpe [94–96]. Certains points particuliers doivent être analysés de manière plus spécifique pour le scaphoïde, le lunatum et l'hamatum :

- Le scaphoïde :

Il est normalement raccourci par son inclinaison de 45° et il est traversé par une ligne dense correspondant à la projection du bord supérieur de son tubercule antérieur. En cas de rotation–bascule palmaire du scaphoïde (secondaire à une instabilité scapho–lunaire), la projection de son tubercule antérieur apparaît sous la forme d'un anneau cortical « signe de l'anneau ou ring sign » [198]. Ce signe n'a de valeur pathologique que si le cliché de face est réalisé en position neutre ou en inclinaison ulnaire du poignet [198]. En effet, en cas d'inclinaison radiale du poignet, le scaphoïde subit une bascule palmaire physiologique et on objective un anneau en projection sur le scaphoïde [95–96].

- Le lunatum :

La corne antérieure (large et carrée) et la corne postérieure (petite et pointue) sont superposées. En cas d'instabilité scapho–lunaire, le lunatum subit une bascule dorsale, ce qui dégage sa corne antérieure vers le bas. À l'inverse, en cas d'instabilité luno–triquétrale, c'est la corne postérieure du lunatum qui est dégagee vers le bas en raison de sa bascule palmaire [198].

- L'hamatum :

Il est de forme triangulaire. L'insertion de l'hamulus (apophyse unciforme) est cernée par un liseré dense et continu (l'« œil » de l'hamatum), sauf à sa partie supéro-interne [198]. La non visualisation de ce liseré doit faire suspecter, dans un contexte traumatique, une fracture de l'hamulus [4]. Cependant, dans deux situations rares, cette non visualisation de l'anneau est possible en dehors de toute origine traumatique : l'absence congénitale de l'hamulus, ou la non fusion du noyau d'ossification secondaire de l'hamulus [97].

Les parties molles péri-articulaires doivent également être analysées avec soin car leurs modifications peuvent être le seul signe indirect d'une fracture. On analysera notamment les lignes graisseuses pararadiales et scaphoïdiennes, présentes chez la majorité des sujets. L'effacement ou le déplacement de la ligne graisseuse pararadielle doit faire rechercher une fracture des os de l'avant-bras ou du poignet. De la même manière, la non visibilité du liseré graisseux situé entre la corticale latérale du scaphoïde et les tendons des muscles longs abducteur et court extenseur du pouce représente un signe indirect intéressant. Nous soulignerons toutefois que la visibilité du liseré a surtout une valeur prédictive négative [198].



A

B

Figure 51 : La ligne graisseuse parascaphoïdienne.

A : Présence de la ligne graisseuse parascaphoïdienne (têtes de flèche) sur un poignet normal.

B : Discret trait de fracture du tubercule du scaphoïde (flèche sinueuse) associé au comblement du liseré graisseux parascaphoïdien (flèche).

➤ **Repères de la radiographie de face :**

Les arcs de Gilula [98]: ils sont au nombre de 3 et unissent respectivement la corticale supérieure des os de la rangée supérieure du carpe, la corticale inférieure des os de la rangée supérieure du carpe et les rebords supérieurs du capitatum et de l'hamatum. Ces 3 lignes sont normalement régulières et continues ; leur rupture signe une instabilité du carpe [98].



Figure 52 : Les arcs de Gilula

Les interlignes carpiens : ils doivent apparaître réguliers et d'épaisseur superposable (en particulier les interlignes scapho–trapézien et luno–triquétral), ne dépassant pas 2 mm [198]. Un interligne scapho–lunaire supérieur à 2 mm traduit ainsi une dissociation scapho–lunaire (signe de Terry–Thomas) [95].

➤ Les index du poignet :

Un certain nombre d'index doivent être vérifiés sur le cliché de face [198].



Figure 53 : Principaux index pouvant être analysés sur un cliché de poignet de face

- L'index radio-ulnaire inférieur (IRU) :

Il mesure la différence de longueur entre le radius et l'ulna. Cet index est mesuré entre la perpendiculaire à l'axe du radius, à l'angle médial de la surface articulaire inférieure, et la parallèle tangente à la surface articulaire inférieure de la tête ulnaire. Cet index est normalement très légèrement négatif ($- 0,84 \pm 1,23$ mm), le radius descendant légèrement plus bas que l'ulna [198].

- La pente radiale ou inclinaison radiale (angle α) :

Elle correspond à l'angle formé par la ligne perpendiculaire à l'axe du radius et la ligne joignant l'extrémité distale du processus styloïde du radius à la berge médiale du radius. Cet angle est normalement de 16 à 28° [198].

- La hauteur radiale ou bascule frontale du radius (HR) :

Cet index apprécie l'orientation vers le bas et l'avant de la surface articulaire inférieure du radius. L'extrémité distale du radius est représentée par la superposition de deux lignes : la ligne la plus distale correspond au rebord dorsal de

l'extrémité distale du radius, la ligne la plus proximale correspond normalement au rebord antérieur de l'extrémité distale du radius. La hauteur entre ces deux lignes mesure entre 8 et 10 mm [198].

➤ **Manœuvres dynamiques en inclinaison radiale et ulnaire :**

La recherche d'une instabilité du carpe se fait sur les clichés dynamiques en inclinaison radiale et ulnaire à partir de la position de face postéro–antérieure. L'intégrité ligamentaire est définie par une mobilité cohérente des os de la première rangée du carpe [198].

En inclinaison radiale, il se produit [99]:

- Un raccourcissement du scaphoïde, la projection du tubercule antérieur dessinant un anneau cortical inférieur. Le scaphoïde présente alors un axe pratiquement perpendiculaire à celui du radius;



Figure 54 : Positionnement et radiographie du poignet dynamique en inclinaison radiale

Positionnement (A) du poignet afin de réaliser un cliché (B) dynamique en inclinaison radiale. Notez sur la radiographie, le raccourcissement du scaphoïde, et la projection du tubercule antérieur dessinant un anneau anatomique (cercle). Il existe également une bascule du lunatum en flexion palmaire dégageant sa corne postérieure, petite et pointue.

- Une bascule du lunatum en flexion palmaire, dégageant sa corne postérieure petite et pointue;
- Une petite saillie du versant lunaire du triquétrum ;
- L'effacement de l'interligne scapho–lunaire [198].

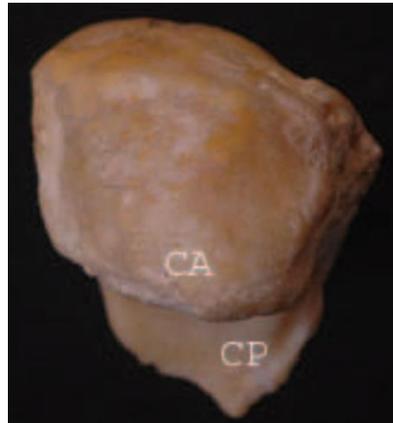


Figure 55 : Vue antérieure d'un lunatum mettant en évidence sa corne antérieure, large et carrée, et sa corne postérieure, petite et pointue.

En inclinaison ulnaire, il se produit [99]:

- Un dégagement du scaphoïde, effaçant l'anneau cortical inférieur (le scaphoïde effectuant un mouvement d'extension, sa silhouette est allongée et son axe tend à se rapprocher de celui du radius) ;
- Un dégagement de la corne antérieure, large et carrée, du lunatum en flexion dorsale ;
- Un dégagement des interlignes scapho–lunaire et luno–triquetral ;
- Un recouvrement du lunatum par l'extrémité distale du radius [198].



Figure 56 : Positionnement et radiographie du poignet dynamique en inclinaison ulnaire (A–B)

Positionnement du poignet (A) afin de réaliser un cliché (B) dynamique en inclinaison ulnaire. Le scaphoïde effectue en effet un mouvement d'extension, sa silhouette est allongée et son axe tend à se rapprocher de celui du radius. Il existe également un dégagement de la corne antérieure, large et carrée, du lunatum.

b. Le cliché de profil :

➤ **Réalisation et critères de réussite :**

Ce cliché est réalisé de manière strictement orthogonale au cliché de face. Le patient est debout, coude fléchi à angle droit et avant-bras horizontal à hauteur de la table. Le poignet est en rotation neutre, immobilisé idéalement avec une planchette fixée à la face dorsale du poignet, l'ulna contre la plaque. Une petite cale en mousse placée sous le bord ulnaire permet d'éviter la légère inclinaison radiale consécutive au positionnement [198].

Sur un cliché réalisé de façon satisfaisante, les bases des 2^e et 3^e métacarpiens sont superposés, les interlignes carpo–métacarpiens parfaitement visualisés. Les axes du radius et du 3^e métacarpien doivent également être alignés (absence de flexion ou d'extension) [198].

Le radius et l'ulna doivent être superposés avec une styloïde ulnaire se projetant au milieu de la tête ulnaire [198].

La projection du pisiforme doit se situer au minimum entre la corticale antérieure du sommet du capitatum en arrière et la corticale antérieure du pôle distal du scaphoïde en avant. Dans l'idéal, il se situe au tiers de cet espace [100]. Nous insistons sur le fait que cet élément est un critère indispensable à valider avant de réaliser des mesures de bascule du scaphoïde et du lunatum. Il a en effet été montré [100], chez des sujets asymptomatiques, qu'il pouvait exister une variation de 11 degrés de l'angle luno–capital entre un cliché de profil strict et un cliché imparfait [198].



Figure 57 : Positionnement et radiographie du poignet de profil strict

La projection du pisiforme (étoile) doit se situer au minimum entre la corticale antérieure du sommet du capitatum en arrière et la corticale antérieure du pôle distal du scaphoïde en avant. Dans l'idéal, il se situe au tiers de cet espace. Noter l'alignement des axes longitudinaux du radius, du lunatum, du capitatum et du 3^e métacarpien. L'angle scapho–lunaire est tracé et mesuré ici à 60° (normale : 30–70°) [198].

➤ Analyse du cliché

L'analyse de la morphologie, du contour et de la densité des os du carpe doit être réalisée de façon systématique. L'analyse des contours osseux est néanmoins plus difficile sur le cliché de profil que sur le cliché de face [198]. Cependant, l'identification des contours du scaphoïde, du lunatum, du capitatum, et du trapèze est réalisable sans difficulté majeure. L'analyse de la face dorsale du triquétrum doit également être systématique car une fracture à ce niveau est presque uniquement visible sur cette incidence [198].

➤ Les repères de la radiographie de profil :

- Angles radio–lunaire et luno–capital :

Sur un cliché de profil, les axes longitudinaux du radius, du lunatum et du capitatum doivent être alignés. Toute perte d'alignement de ces trois os témoigne d'une luxation périlunaire, lunaire ou exceptionnellement médio–carpienne [198].

Le défaut d'alignement des axes longitudinaux de ces os peut être évalué par la mesure des angles radio–lunaire et luno–capital. Il est possible d'observer de façon physiologique l'existence d'une flexion palmaire du lunatum (angle radio–lunaire ne dépassant pas 15°), compensée par une bascule dorsale du capitatum (et donc un angle luno–capital ne dépassant pas 15°).

La luxation périlunaire est la plus fréquente des luxations intracarpiennes. Le lunatum constitue le pivot de référence. Lors d'une luxation périlunaire, il conserve son alignement avec le radius, alors qu'il perd son alignement avec le capitatum. Dans la luxation lunaire, il existe une perte d'alignement sur le cliché de profil, entre la surface articulaire distale du radius et le lunatum, alors que le capitatum conserve un alignement normal. Quel que soit le type de luxation, il conviendra de rechercher une fracture associée [198].

- Angle scapho–lunaire (ASL) :

Il est normalement compris entre 30° et 70° . Celui-ci est formé par l'intersection des axes longitudinaux du scaphoïde et du lunatum (pour ce dernier, l'axe longitudinal correspond à la perpendiculaire à la tangente passant par ses cornes antérieure et postérieure). En cas d'instabilité scapho–lunaire, le lunatum bascule en arrière alors que le scaphoïde est horizontalisé : il en résulte une augmentation de l'angle scapho–lunaire qui dépasse les 70° et réalise la déformation en DISI des Anglo–saxons [instabilité dorsale du segment intercalaire. Cette déformation en DISI peut également être consécutive à une fracture du col du scaphoïde avec bascule de son fragment distal (DISI adaptative) [101]. En cas d'instabilité luno–triquétrale, le cliché de profil montre la bascule palmaire du lunatum et une diminution de l'angle scapho–lunaire (inférieur à 30°), réalisant la déformation en VISI (instabilité ventrale du segment intercalaire). Rappelons que la mesure des angles n'est valable que si le cliché de profil est strict [198].



Figure 58 : Radiographies d'un poignet gauche (A–B)

A : De face, notez le diastasis scapho–lunaire (flèche).

B : De profil, l'angle scapho–lunaire est mesuré à 82° , signant un DISI.

c. Incidence de face en supination ou dos–plaque:

Cette incidence est réalisée en position assise, la main en supination [198].

La main et l'avant-bras sont posés sur la table, le majeur dans l'axe du bras, sans inclinaison radiale ou cubitale. Les doigts sont en extension, le pouce en abduction (ce qui évite la pronation). Le poignet est visible dans son intégralité, y compris l'extrémité inférieure de l'avant-bras et les extrémités proximales des métacarpes. Cette incidence permet une meilleure étude des interlignes articulaires entre les divers os du carpe. Elle est surtout utilisée en pathologie rhumatologique. Elle permet notamment une meilleure étude de l'espace scapho–lunaire et du scaphoïde, ainsi que de l'interligne hamatum–capitatum. Le pisiforme est de topographie médiale par rapport au film paume–plaque [198].



**Figure 59 : Positionnement et radiographie du poignet réalisée en supination (dos–
plaque)**

Notez la projection de la styloïde ulnaire au milieu de la tête de l'ulna ainsi que la topographie médiale du pisiforme. Cette incidence permet une meilleure étude des interlignes articulaires entre les divers os du carpe, notamment de l'interligne scapho–lunaire et de l'interligne hamatum–capitatum.

2. Incidences spécifiques du scaphoïde :

Le scaphoïde (50 % à 60 % des fractures du carpe) [198] ne peut être analysé de façon satisfaisante sur les incidences de face et de profil stricts, du fait de sa configuration anatomique. Le scaphoïde a en effet une forme de « barque » comme l'indique l'origine de son nom en grec (skaphê : barque, et eidos : forme) [198]. L'axe du scaphoïde est ainsi allongé selon un grand axe oblique en bas, latéralement et en avant. Nous rappellerons brièvement qu'anatomiquement on distingue au scaphoïde trois parties : un corps proximal, entièrement recouvert de cartilage, un col qui correspond à la partie moyenne rétrécie, siège des insertions capsulo–ligamentaires et voie d'entrée des vaisseaux nourriciers et une base distale présentant un tubercule saillant [102].

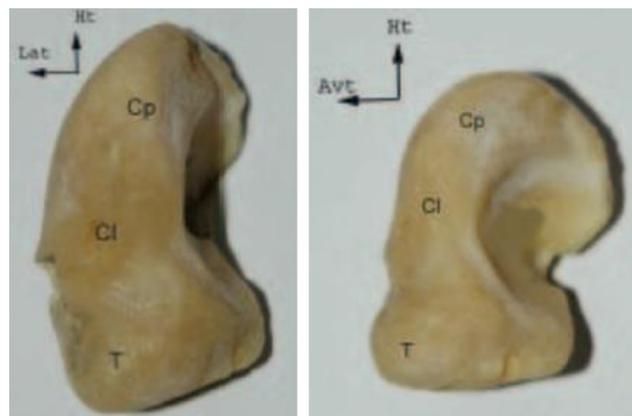


Figure 60 : Scaphoïde droit (A–B)

A : Vue antérieure.

B : Vue médiale, mettant en évidence les trois parties constitutives de cet os : le corps (Cp), le col (Cl) et le tubercule (T).

Les différentes incidences rapportées ont pour objectif d'amener le grand axe du scaphoïde perpendiculaire au rayon incident. Elles comportent de manière variable une supination, une inclinaison ulnaire, une extension du poignet ou une inclinaison du rayon ascendant. Pour éviter tout piège d'interprétation qui serait dû à un bilan radiographique incomplet, il importe de réaliser systématiquement certaines de ces

incidences complémentaires. Les incidences préconisées pour l'exploration du scaphoïde sont les suivantes, chacune de ces dernières ayant un intérêt spécifique en fonction de la localisation du trait de fracture [95]:

a. **Incidences de Schneck (ou à tort de Schreck) :**

- Incidence de Schneck 1 : la main est positionnée de face en incidence postéro–antérieure, doigt fléchis ou poing fermé, poignet en extension et en inclinaison ulnaire. Sur cette incidence, le scaphoïde est déroulé et vu de face. Cette incidence est particulièrement efficace pour la détection des fractures de la face dorsale du col du scaphoïde [99];



Figure 61 : Incidence de Schneck 1 (A–B)

A : La main est positionnée de face en incidence postéro–antérieure, doigts fléchis ou poing fermé, poignet en extension et en inclinaison ulnaire.

B : Sur le cliché radiographique, le scaphoïde est déroulé, le tubercule du scaphoïde et l'interligne scapho–trapézien sont vus de face.

- incidence de Schneck 2 : cette incidence est une variante de l'incidence de Schneck 1, consistant à positionner la main en pronation à 45°. Elle permet de dérouler le scaphoïde et d'examiner ce dernier en oblique [198].

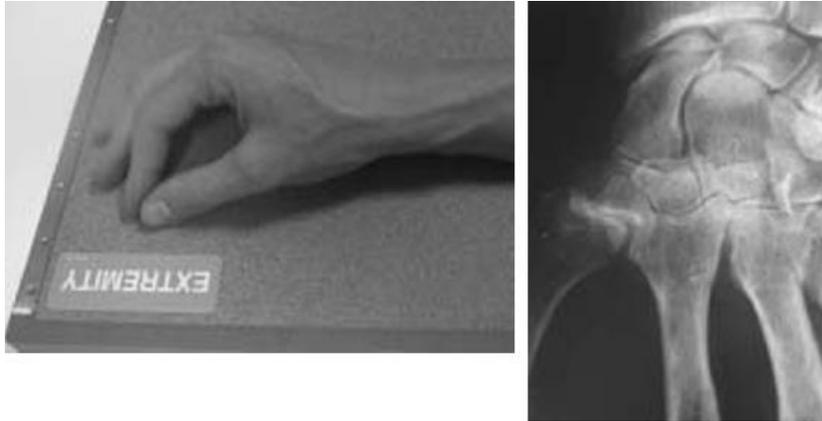


Figure 62 : Incidence de Schneck 2 (A–B)

A : Ce cliché est une variante du Schneck 1, La main est ici positionnée en pronation à 45°.

B : Le corps du scaphoïde est déroulé et le tubercule du scaphoïde est vu de profil.

- Incidence de face, en pronation, poing serré, avec serrement actif du poignet [94]:

Elle présenterait une sensibilité supérieure pour la détection de traits de fracture scaphoïdiens. En effet, la pronation s'accompagne d'une dorsiflexion et donc d'une horizontalisation du scaphoïde. De plus et surtout, le serrement actif du poing permet la mise en tension de la première rangée des os du carpe et permet de séparer, le cas échéant, les différents fragments du scaphoïde, d'autant que contrairement à une idée largement répandue, la sensibilité des clichés radiographiques réalisés 2 semaines après le traumatisme initial (profitant de la raréfaction osseuse post-traumatique) n'est pas supérieure à celle du bilan initial, lorsque celui-ci a été bien réalisé [103].

b. Incidence de Larsen :

Elle associe une inclinaison ulnaire et rayon incident ascendant de 30°. Sur cette incidence, le scaphoïde est vu de face et est déroulé du fait du caractère ascendant du rayon incident. De façon pratique, elle est intéressante à réaliser en cas de négativité des précédentes incidences [198].



Figure 63 : Positionnement du poignet afin de réaliser une étude du scaphoïde sur un cliché en inclinaison ulnaire et rayon incident ascendant de 30° (incidence de Larsen)

c. Incidence de Ziter :

Elle associe une pronation à 60 degrés, une inclinaison ulnaire et un rayon ascendant de 20 degrés centré sur la tabatière anatomique permettant d'obtenir une vue de profil du scaphoïde. De façon plus simple, une vue de profil du scaphoïde est obtenue sur un cliché de poignet en semi-pronation [198]. Ces vues de profil apparaissent particulièrement intéressantes pour l'exploration du tubercule du scaphoïde.



Figure 64 : Cliché de poignet en semi–pronation mettant en évidence un trait de fracture de la partie distale du tubercule du scaphoïde

3. Un intérêt croissant de l'échographie :

Cette technique gagne une réputation bien méritée dans l'évaluation des ligaments intrinsèques et extrinsèques du poignet [17]. En effet, les sondes à transducteurs linéaires à haute fréquence se sont révélées très prometteuses. L'échographie est considérablement moins coûteuse que l'IRM, elle se fait en temps réel permettant une évaluation dynamique des instabilités, et ne nécessite pas d'injection intra-articulaire d'un produit de contraste ni l'utilisation de rayonnements ionisants.

Il est certain que, dans un avenir proche, l'échographie sera de plus en plus intégrée à la pratique clinique en tant que méthode peu coûteuse et sûre pour obtenir la plupart des informations nécessaires à la prise de décisions précises en matière de traitement des lésions ligamentaires notamment ceux du carpe [17].

4. Intérêt et place de l'arthroscopie :

L'essor de l'arthroscopie du poignet en tant qu'outil diagnostique et thérapeutique est relativement récent [104,105,106]. Elle évaluerait la qualité de la réduction et permettrait une étude exhaustive du cartilage (notamment au niveau de la tête du capitatum) et des ligaments (intrinsèques et extrinsèques).

Sur le plan diagnostique, l'arthroscopie permettrait notamment de diagnostiquer les ruptures du ligament SL associées aux fractures du scaphoïde. Cette configuration se retrouverait dans 16% des cas [73,107]. Sur le plan thérapeutique, des techniques de suture du ligament SL [108] avec capsulodèse sous arthroscopie ont été décrites avec des résultats encourageants. Concernant les lésions isolées aiguës du ligament LT, le traitement de référence est le brochage sous arthroscopie [110].

Ce traitement pourrait être également appliqué aux LPL permettant une prise en charge complète de ces traumatismes sous arthroscopie [109]. Les avantages de cette technique seraient de diminuer le risque d'enraidissement du poignet et de préserver la vascularisation osseuse du carpe [109].

5. Les lésions associées :

a. Les lésions ligamentaires

Dans la majorité des luxations et fractures luxations périlunaires du carpe, on note une rupture du ligament radio–scapho–capital (RSC) palmaire (rupture transversale étendue en dedans vers l'espace de Poirier), des ligaments interosseux scapho–lunaire, et luno–triquétral, ainsi qu'une élongation ou rupture du ligament radio–triquétral dorsal (ou radio–carpien dorsal). Les ligaments radio–lunaires palmaires sont le plus souvent conservés même si le lunatum est luxé en avant. Mais l'énucléation totale du lunatum est possible [10].

b. Les lésions osseuses associées :

➤ **Les fractures du scaphoïde :**

Les fractures du scaphoïde représentent 70 à 80 % des traumatismes du carpe. Elle surviennent tout de suite après la fracture de l'extrémité inférieure du radius dans l'ordre de fréquence. Et on estime son incidence annuelle à 1/10 000 aux consultations de traumatologie [77].

Elles sont aussi les fractures les plus fréquemment associées aux luxations périlunaires du carpe [6,78,79,80,81,82,83].

La classification de Schernberg [84] et la plus utilisée dans la classification des fractures du scaphoïde, regroupe six variétés fondamentales de fractures dont les traits sont définis par des repères anatomo-radiologiques constantes [84].

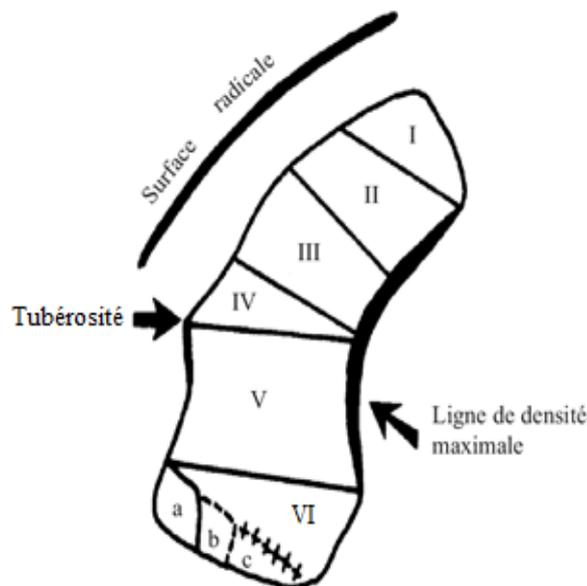


Figure 65 : Classification de Schernberg sur le cliché de face poing fermé (ou serré)

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 supérieur articulaire.

Six variétés sont individualisées :

I. Polaire.

II. Corporéale haute.

III. Corporéale basse.

IV. Trans–tubérositaire.

V. Fracture du pied.

VI. Tubercule distal : a/Petit fragment ; b/Fragment intermédiaire ; c/Gros fragment.

Selon la plupart des études, environ 60% de toutes les luxations périlunaires sont associées à une fracture déplacée du scaphoïde, et touche généralement le tiers moyen (II, III, IV de Shernberg) [6,31], dans notre série, une fracture du scaphoïde a été retrouvée dans 63% des cas. Le plus souvent, le fragment proximal reste relié au lunatum, même si celui-ci a subi une luxation palmaire. Les exceptions sont les rares cas où il y a une dissociation scapho–lunaire SL concomitante, le scaphoïde proximal étant déplacé dorsalement [85].

➤ **Les fractures du triquétrum :**

Lorsque la rangée distale se luxe en arrière, les ligaments triquétro–hamatien TqH et triquétro–capital TqC deviennent extrêmement tendus, générant un vecteur d'extension/translation dorsale vers le triquétrum. Cela peut entraîner soit une dissociation triquétrum du lunatum, en raison de la rupture des ligaments luno–triquétraux LTq, soit une fracture sagittale du triquétrum [12].

➤ **Fracture du capitatum :**

Cette lésion est rare, elle suit le trajet d'une dissociation selon le grand arc. Elle doit cependant être bien connue car elle peut passer inaperçue. Le fragment fracturé peut tourner de 90° ou 180° [86,87], suivant un axe transversal. L'association de la fracture déplacée à une fracture du scaphoïde constitue le syndrome scapho–capital appelé également le syndrome de Fenton [47].

Bien qu'elle ne soit pas entièrement comprise, la fracture du capitatum semble être le résultat d'un impact direct de l'os contre la paroi dorsale du radius lorsque le poignet est en hyperextension et en inclinaison ulnaire. La rotation du fragment proximal semble se produire secondairement, forcée par le fragment distal lorsqu'il revient en position neutre.

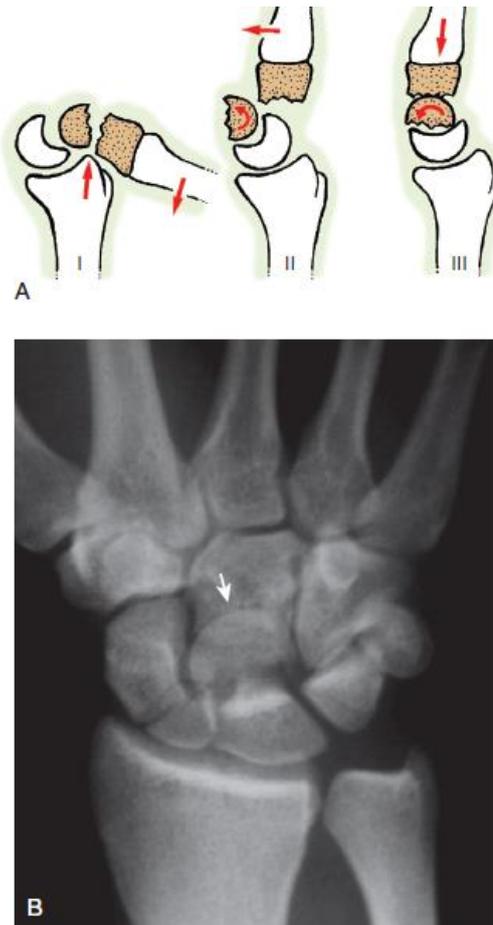


Figure 66 :

A/ Mécanisme probable de fracture du capitatum dans le cadre du syndrome scaphocapital, connu sous le nom de syndrome de Fenton. Une hyperextension importante du poignet peut entraîner l'impaction du col du capitatum contre la paroi dorsale du radius, provoquant sa fracture (I). Lorsque le poignet est ramené en position neutre, la surface irrégulière de la fracture peut contribuer à déplacer davantage le pôle proximal libre du capitatum de manière rotatoire (II). Dans certains cas, la compression axiale qui s'ensuit peut déplacer davantage le fragment proximal, qui apparaît maintenant complètement retourné (180 degrés) (III).

B/ Vue postéro-antérieure d'un poignet présentant un syndrome de Fenton, avec le fragment proximal du capitatum complètement pivoté, sa surface articulaire étant orientée vers le côté distal (flèche).

➤ Les fractures des extrémités inférieures du radius et du cubitus :

Les arrachements osseux des styloïdes radiale et ulnaire sont fréquentes. Les plus intéressantes sont les fractures de la base de la styloïde radiale, et les fractures cunéennes externes du radius, le scaphoïde n'est plus fracturé et c'est lui qui, sous la poussée du grand os, fracture la partie externe du radius [10].

c. L'énucléation du lunatum :

Qu'il soit énucléé en dorsal ou en palmaire, la dévascularisation est totale si aucune attache capsulo–ligamentaire ne persiste. Une résection des os de la première rangée s'impose souvent, en urgence, pour assurer un pronostic fonctionnel acceptable [10].

d. Les Lésions cartilagineuses :

Elles concernent essentiellement la tête du capitatum, avec exposition de l'os sous–chondral sur une surface plus ou moins grande. Ces lésions grèvent lourdement le pronostic fonctionnel. Néanmoins, elles ne justifient pas la réalisation d'une arthrodèse capito–lunaire en urgence. Les autres lésions cartilagineuses sont plus rares. Lorsqu'elles réalisent une perte de substance importante au niveau d'un ou des os de la rangée proximale, une résection de la première rangée est indiquée en urgence à condition que la tête du capitatum et la facette lunaire du radius soient préservées [10].

e. Les lésions nerveuses :

Il s'agit surtout d'un syndrome d'irritation ou de compression du nerf médian par le déplacement fracturaire, l'œdème, l'hématome ou l'étirement qui en résulte, et responsable d'un syndrome du canal carpien. Le syndrome de compression se voit surtout dans les formes vues tardivement et les formes anciennes. L'embrochage ou la section du nerf par un fragment osseux est rare [10].

f. Les lésions cutanées :

Elles sont rares, pouvant se produire soit de dedans en dehors, soit de dehors en dedans. Après parage cutané, le traitement des lésions osseuses et capsulo–ligamentaires est identique. La ou les vois d’abord devront éventuellement être adaptés en fonction du siège des lésions [10].

6. En conclusion :

Dans la majorité des cas, ces incidences sont suffisantes pour permettre un bilan lésionnel précis. Cependant, certaines fractures peuvent demeurer occultes au terme de ce bilan initial, et ce pour deux raisons, soit parce qu’elles sont sous–exploitées en raison de la méconnaissance de repères fondamentaux, soit ces incidences « classiques » sont insuffisantes et nécessitent la réalisation d’incidences radiographiques complémentaires telles que la TDM ou l’IRM qui sont plus coûteuses et moins accessibles.

Tous les cas de la série ont bénéficié d’un bilan radiologique standard comportant une radiographie du poignet en incidence de face et de profil strict. Elles ont permis de :

- Préciser le type de la luxation
- Identifier les fractures associées
- Faire une classification

La TDM du poignet a été réalisée en complément chez tous les cas de notre série.

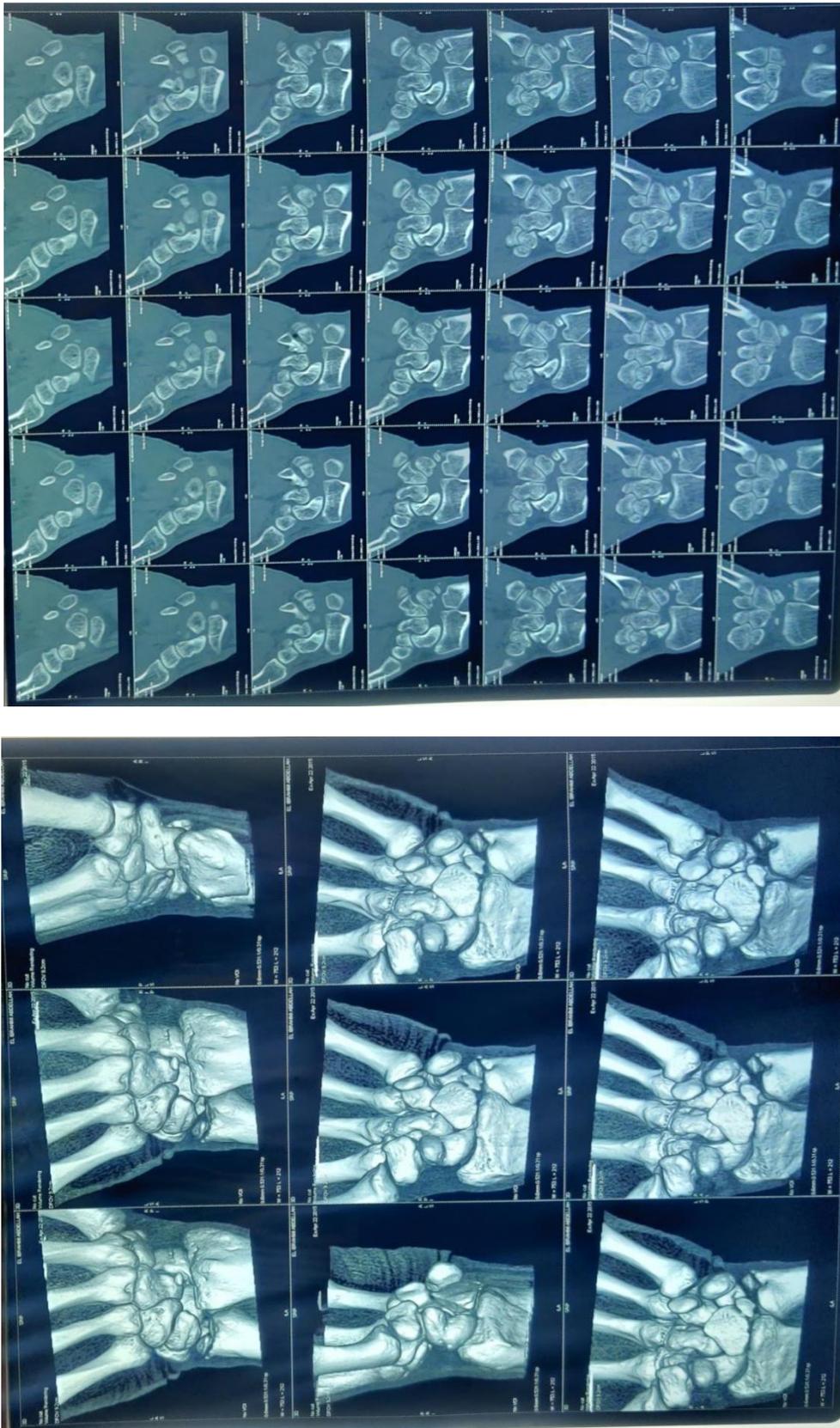


Figure 67 : TDM du poignet gauche chez l'un de nos patients montrant une luxation trans-scapho-périlunaire

VIII. Les formes cliniques :

1. La luxation rétro–lunaire pure :

Dans le cadre des luxations périlunaires à déplacement dorsal, il existe diverses formes de lésions carpiennes, toutes situées dans une zone relativement vulnérable autour du lunatum. Il peut s'agir de lésions ligamentaires pures ou en combinaison avec des fractures des os périlunaires. Johnson [64] a suggéré d'utiliser le terme "lésions du petit arc" pour désigner les luxations périlunaires pures, par opposition aux lésions du grand arc, qui touchent dans leur passage un ou plusieurs os du carpe engendrant une fracture associée. Bain et al [111] ont encore élargi ce concept en incluant l'arc translunaire, un type particulier de luxation périlunaire où le lunatum subi une fracture coronale ; la partie dorsale de celui-ci déplace ensemble la rangée distale [111].

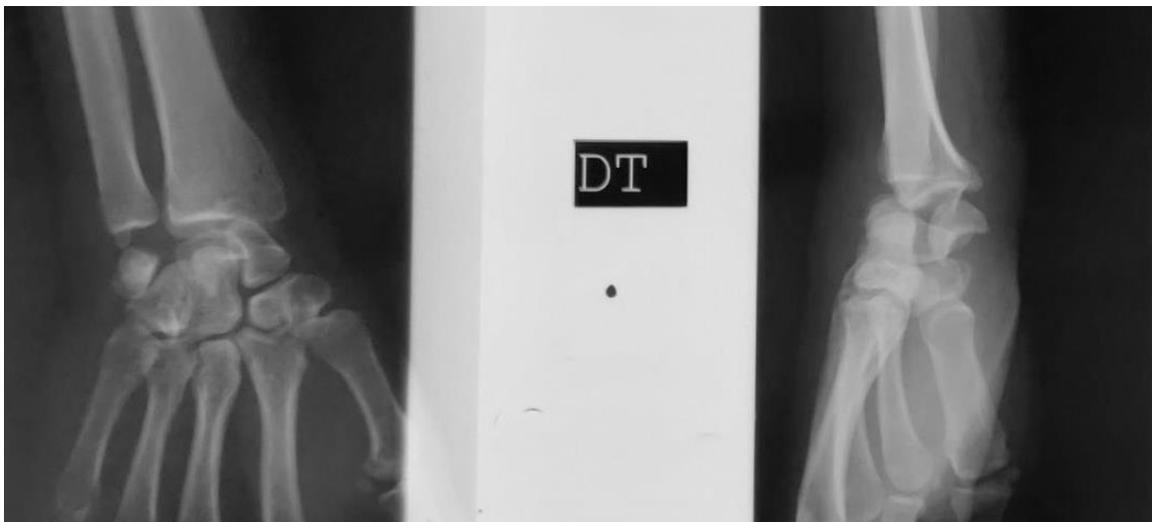


Figure 68 : Luxation rétro–lunaire pure du carpe chez l'un de nos patients

Dans la littérature, trois grandes méthodes de traitement des luxations carpiennes ont été proposées : la réduction par manœuvre externe et l'immobilisation plâtrée, la réduction par manœuvre externe et l'immobilisation par brochage percutané sous contrôle arthroscopique, et la réduction à ciel ouvert et la fixation interne [74,31].

2. Fracture trans-scapho-périlunaire du carpe :

Selon la plupart des études, environ 60% de toutes les luxations périlunaires sont associées à une fracture déplacée du scaphoïde, siégeant généralement dans le tiers moyen [6,31]. Le plus souvent, le fragment proximal reste relié au lunatum, même si celui-ci a subi une luxation palmaire. Les exceptions sont les rares cas où il y a une rupture du ligament SL concomitante, le scaphoïde proximal étant déplacé dorsalement [85].



Figure 69 : Fracture trans-scapho-périlunaire du carpe chez l'un de nos patients

La prise en charge initiale des fractures trans-scapho-périlunaires est identique à celle décrite pour les luxations périlunaires pures, y compris la nécessité d'une anesthésie adéquate et d'une réduction fermée préalable.

L'abord dorsal permet une ostéosynthèse satisfaisante du scaphoïde de proximal en distal. Dans les autres cas, l'abord antérieur permet une meilleure stabilisation, avec fixation de distal en proximal.

La durée de l'immobilisation dépend de la stabilité de la fixation du scaphoïde. Si une ostéosynthèse solide par vis a pu être faite, le matériel pourra être retiré à la sixième semaine. Dans les autres cas, il faudra attendre le délai habituel de consolidation du scaphoïde : au moins 2 mois et demi.

3. Fracture-luxation trans-scapho-capitale périlunaire du carpe:

Le syndrome scapho-capital ou syndrome de Fenton consiste en une variation de la dislocation selon le grand arc dans laquelle le scaphoïde et le capitatum sont fracturés, en effectuant une rotation de 90° ou 180° [86,87]. Bien qu'il ne soit pas entièrement compris, la fracture du capitatum semble être due à l'impact direct de l'os contre la marge dorsale du radius lorsque le poignet est hyperextension en inclinaison ulnaire. La rotation du fragment proximal semble se produire secondairement, mobilisé par le fragment distal lorsque la main revient à la position neutre [86,87].



Figure 70 : Vue de face d'un poignet présentant un syndrome scaphocapital, avec la tête du capitatum complètement retournée, sa partie articulaire orientée vers le côté distal (flèche)

Comme l'interprétation radiographique de cette lésion peut prêter à confusion, beaucoup de ces fractures ne sont pas reconnues initialement. Fenton [86] a préconisé l'excision du pôle proximal du capitatum comme traitement primaire parce qu'il pensait que la nécrose avasculaire et la non-consolidation étaient inévitables. Il est rare que le fragment proximal du capitatum guérisse dans sa position non anatomique, mais il s'agit d'une exception notable, et de nombreux cas de non-consolidation et de nécrose ont été signalés chez des patients traités orthopédiquement [86]. En revanche, la plupart des cas traités par réduction à ciel ouvert par un abord dorsal et une fixation interne par broches ou des vis ont guéri sans problème 2 à 6 mois après l'opération [87]. Aucun de nos patients n'avait ce type de lésion.

4. Luxation ou fracture–luxation anté–lunaire du carpe :

Le déplacement palmaire du capitatum par rapport au lunatum est un événement très rare, représentant moins de 3 % de toutes les luxations périlunaires [31]. Elles peuvent survenir en association avec une fracture du lunatum dans le plan frontal [111] ou à la suite d'une instabilité périlunaire progressive induite par une combinaison d'hyperflexion forcée et de supination du poignet par rapport au radius [112]. Dans ces circonstances, la réduction par manœuvre externe est rarement efficace, en raison de l'instabilité inhérente de la fracture. La réduction à ciel ouvert avec un double abord palmaire et dorsal et une fixation interne de la fracture du lunatum à l'aide de broches ou de vis est la méthode de choix.

Les radios du patient de notre série qui a été victime de cette lésion étaient inexploitable.



Figure 71 : Exemple d'une luxation anté-lunaire du carpe

IX. Le traitement :

1. But :

Le traitement vise la meilleure réduction possible des structures anatomiques osseuses et ligamentaires avec une fixation stable, afin d'assurer des résultats radiologiques et fonctionnels adéquates pour une réinsertion socioprofessionnelle normale et éviter les complications notamment l'instabilité secondaire, la pseudarthrose et l'arthrose du carpe [10].

Plusieurs auteurs se sont accordés sur le fait qu'une prise en charge précoce fournit de meilleurs résultats fonctionnels [3,6,78,113,114,115].

Les meilleurs résultats proviennent d'un traitement chirurgical durant la première semaine. Le traitement d'urgence consiste en une réduction, une stabilisation et une immobilisation. Le traitement des fractures carpiennes seules est insuffisant [10].

2. Moyens :

a. La réduction par manœuvres externes et l'immobilisation :

Une relaxation musculaire complète est essentielle pour une réduction non traumatique d'une luxation du carpe. L'anesthésie générale ou le bloc plexique assurent tous une relaxation musculaire satisfaisante. L'opérateur exerce une traction axiale progressive au niveau de la main, alors que l'assistant assure une contretraction de l'avant-bras. Le poignet est porté en flexion puis en extension [12].

Quelle que soit la technique utilisée, il faudra s'attacher à reconstruire parfaitement l'architecture de la première rangée des os du carpe, la réduction doit donc impérativement être suivie d'une imagerie de contrôle consistant en une radiographie du poignet de face et de profil strict afin de préciser les lésions et rechercher les défauts de réduction [12].

Les critères de réduction radiologique satisfaisante sont [200] :

- De face :
 - Espace scapho–lunaire inférieur à 2 mm.
 - Espace triquéto–lunaire inférieur à 2 mm, sans fracture déplacée du triquétrum.
 - Scaphoïde non horizontalisé (pas de signe de l'anneau),
 - Bonne réduction de la fracture du scaphoïde.
- De profil :
 - Angle radio–lunaire entre 10° palmaire et 25° dorsal.
 - Angle scapho–lunaire entre 30° et 60° (bonne correction du DISI).
 - Scaphoïde non horizontalisé.
 - Bonne réduction d'une fracture du scaphoïde.

Toutes les études comparant le traitement conservateur ont démontré que les résultats étaient meilleurs avec le traitement chirurgical à ciel ouvert concernant les mobilités et le score de Mayo [116,118]. Certains ont montré que la luxation récidivait dans 59 % cas avec le traitement conservateur [117].

Le poignet peut être initialement immobilisé à l'aide d'un plâtre brachio–anté–brachio–palmaire ou d'une manchette plâtrée, le poignet étant en position neutre. À moins qu'un traitement chirurgical ne soit médicalement contre–indiqué, l'opération doit être effectuée rapidement.

Dans les rares cas où seule la réduction fermée est indiquée, la plupart des auteurs recommandent au moins 12 semaines d'immobilisation, avec un contrôle radiographique hebdomadaire de la réduction pendant les 3 premières semaines au moins [118]. Le traitement fermé ne doit être poursuivi que lorsque des raisons médicales contre–indiquent une intervention chirurgicale [118].

Tous les patients de la série ont bénéficié d'une réduction en urgence dès leur admission sous sédation, avec un succès dans 4 cas soit 36% et un échec chez le reste, avec une immobilisation plâtrée.

L'immobilisation dans notre série était en moyenne de 54 jours pour les LPLC pures et aussi ceux associées à une fracture. Martinage [90] conseille une immobilisation de 45 jours pour les formes sans fractures et de 90 jours pour les atteintes scaphoïdiennes. Forli [120] conseille les mêmes durées, mais réduit l'immobilisation à 45 jours en cas de fracture du scaphoïde traitée par vis. Pour ces derniers cas, Knoll [121] préconise un plâtre brachio anté–brachio–palmaire pour 2 semaines, relayé par une manchette simple pour 4 semaines supplémentaires.

b. Les techniques de réduction et de fixation percutanée sous arthroscopie :

Si les ligaments intrinsèques tels que le ligament scapho–lunaire interosseux ont un rôle majeur dans la dynamique du poignet, les ligaments extrinsèques jouent un rôle de stabilisateur secondaire non négligeable [52]. Actuellement, la plupart des auteurs semblent s'accorder pour dire que les ligaments palmaires et en particulier le Ligament radioscapnocapital, mais également les ligaments dorsaux doivent être lésés en même temps que le ligament scapholunaire pour expliquer une instabilité scapholunaire [122,34,52]. Or, ces ligaments sont également les lames porte–vaisseaux des os du carpe. L'abord chirurgical risque de les endommager. Il peut donc sembler logique d'utiliser une technique percutanée qui va permettre de les respecter [12].

Raff [124] obtient de moins bons résultats en cas de réduction fermée avec des mobilités et une force diminuées mais des poignets moins douloureux, les clés du succès pour lui passent par une réduction adéquate, une restauration des angles, une stabilité du carpe, une cicatrisation ligamentaire et un abord systématique [124]. Herzberg [6] obtient de meilleurs résultats radiologiques avec une réduction à ciel ouvert et une fixation interne [6]. Il conclut sinon au risque de désaxation du carpe. De plus, en n'abordant pas l'articulation, il est impossible de connaître avec précision les lésions ligamentaires et ostéochondrales. Pour ne prendre qu'un exemple, il est impossible de voir la rupture du ligament scapho–lunaire associé à la fracture du scaphoïde. Pourtant, cette configuration se retrouve dans 16% des cas [73,107].

Pour remédier à ces problèmes, il peut être intéressant de réaliser la réduction en percutané, puis de contrôler les lésions et leur réduction sous arthroscopie avec des résultats intéressants [109,110,125]. La technique permet d'avoir une réduction des os par ligamentotaxis grâce à la traction. Les ligaments intrinsèques, mais également extrinsèques peuvent être visualisés et testés. Mais actuellement, une

suture simple de ceux-ci ne peut se faire sous arthroscopie et seule une arthrodèse provisoire est réalisée. Les résultats semblent néanmoins prometteurs avec un score de Cooney à 79/100 à 31,2 mois de recul [125].

c. Traitement chirurgical :

En général, la chirurgie à ciel ouvert d'une luxation périlunaire du carpe est susceptible d'obtenir de meilleurs résultats que le traitement orthopédique seul, car elle permet [12] :

- Une évaluation complète de toutes les lésions osseuses et des tissus mous,
- L'élimination des tissus mous intercalaires,
- L'élimination des fragments ostéochondraux instables,
- Une réduction précise du déplacement osseux et
- La suture et la réinsertion des ligaments réparables [12].

De nombreuses études de suivi à long terme ont montré la supériorité de la réduction à ciel ouvert, par rapport à toute autre moyen dans le traitement des luxations périlunaires [6,126,127]. Bien que certains auteurs préfèrent encore utiliser uniquement un abord dorsal [31] l'alternative consistant à combiner un abord dorsal et palmaire pour permettre la réparation du ligament LTq palmaire, tout en évaluant la réduction et la réparation du ligament SL dorsal à partir du dos du poignet, est de plus en plus reconnue [126].

d. Les voies d'abord :

La chirurgie du poignet est caractérisée par la multiplicité des voies d'abord et par la difficulté à exposer les os du carpe, ce qui obligera à choisir la voie la plus adaptée aux structures à exposer [201].

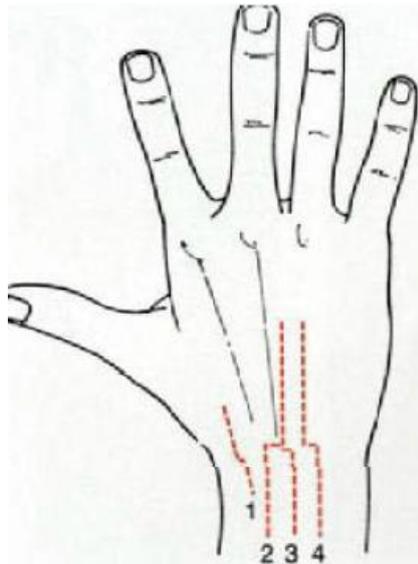


Figure 72 : Voies d'abord postérieures.

1. Voie externe.
2. Voie postéro-externe.
3. Voie médiane.
4. Voie postéro-interne.

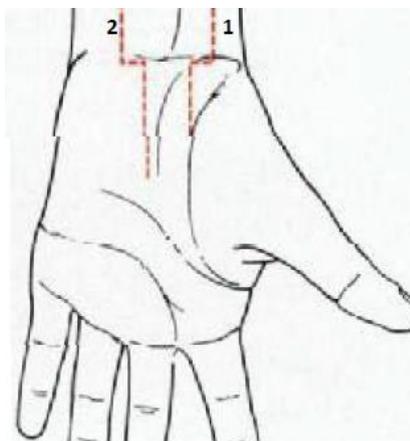


Figure 73 : Voies d'abord antérieures

1. Voie d'abord antéro-externe anté-brachio-palmaire.
2. Voie d'abord antéro-interne anté-brachio-palmaire.

e. Le choix de la voie d'abord et modalités chirurgicales :

Pour la plupart des auteurs [2,128,120,121,124,118,129,130], la réduction doit toujours être faite à ciel ouvert, pour permettre la réduction anatomique, le bilan lésionnel complet ligamentaire et ostéochondral, l'extraction des éventuels corps étrangers, la réparation ligamentaire et ostéochondrale. Dans notre série, la voie d'abord était postérieure dans 8 cas, et combinée dans 3 cas.

Dans la littérature, les auteurs se partagent sur le choix de la voie d'abord. Viegas [131] propose de traiter toutes les lésions par voie antérieure dans les formes trans–scapholunaires [131]. Fikry [80] conseille la même voie pour pouvoir réparer les ligaments antérieurs plus résistants. Mais Sotereanos [132] rapporte des cas d'adhérence sur les fléchisseurs en cas de voie d'abord palmaire couplée à une voie dorsale. Cette voie reste toutefois intéressante pour suturer le ligament radio–scapho–capital s'il est rompu [132].

La voie postérieure est plus simple à utiliser pour Césari [129] et Knoll [121]. La réparation de toutes les lésions est faisable en dorsal avec un bon contrôle du déplacement rotatoire du scaphoïde, et ils ne conseillent l'abord palmaire qu'en cas de plaie antérieure, de réduction impossible ou de nécessité de neurolyse du nerf médian. La réparation du ligament scapho–lunaire est également plus efficace en dorsal, puisqu'elle permet de réparer la portion dorsale qui est la plus solide [122]. La synthèse du scaphoïde par voie postérieure est possible grâce aux vis à compression sans tête type Herbert ou Autofix®, enfouies dans le cartilage. Mais une courte voie antérieure peut toujours être pratiquée pour la réaliser. Cette voie postérieure permet également la réalisation d'une capsulodèse [133]. La voie dorsale, dans la littérature, elle varie énormément : longitudinale légèrement en dedans du tubercule de Lister [121], en V [90], en Z comme le préfère Herzberg [2] ou en T.

Dans les luxations antérieures, la plupart des auteurs [134,135,136,137] conseillent un abord antérieur, surtout en cas de fracture du scaphoïde associée.

Amar [136] émet l'hypothèse que la voie postérieure est plus facile dans les cas de luxation pure [136]. Nous adoptons aussi la voie dorsale en cas de luxation pure.

La synthèse du scaphoïde par une vis à compression semble diminuer le risque de pseudarthrose [121,63,131,138]. La greffe spongieuse peut être nécessaire en urgence selon Knoll avec un taux de consolidation s'élevant à 100% [121]. Il faut s'attacher à restituer l'anatomie du scaphoïde et à corriger la dissociation rotatoire.

Saffar [139] et Adkison [117] considèrent qu'une arthrodèse provisoire n'est pas suffisante et qu'elle ne prévient pas la désaxation du carpe après ablation des broches. De ce fait, la réparation ligamentaire doit être réalisée chaque fois qu'elle est possible [128,88,7,118,3,140]. Pour augmenter la solidité de la réparation, Trumble [126] a même proposé de réaliser un cerclage scapholunaire. De nombreux auteurs conseillent également de réparer le ligament triquéto–lunaire chaque fois que c'est possible [121,126,141], Knoll [121] le répare systématiquement par ancrage. Il faut retenir que la portion palmaire est la plus importante [54]. La réparation ligamentaire est habituellement protégée par une broche scapho–lunaire et luno–triquétrale. Forli et Knoll conseillent d'en mettre deux par articulation [120,121]. Souer [142] propose d'utiliser une vis à la place des broches, permettant de conserver le matériel plus longtemps, et de diminuer le risque de déplacement secondaire. Le résultat serait meilleur en termes de mobilité, de force et d'évolution vers l'arthrose [142].

L'ordre habituel des réparations est très variable d'un opérateur à l'autre, Martinage [90] commence par la synthèse du scaphoïde, puis place ses broches en va–et–vient avant de réduire la luxation et de la brocher. Knoll [121] réduit la luxation avant et la maintient en place avec une broche joystick pour pouvoir faire sa synthèse

du scaphoïde. En fait, s'il faut ostéosynthésier le scaphoïde, il faut une certaine liberté de mouvement des os du carpe pour pouvoir mettre le poignet en hyperflexion et passer les broches de proximal en distal. Cette manœuvre n'est donc pas possible en cas de broche radiolunaire introduite après manoeuvre de Linscheild. Pour d'autres auteurs, il peut être intéressant de réduire et brocher toutes les lésions et de finir par le scaphoïde. Son pôle distal sera ainsi réduit par brochage scaphocapital, et son pôle proximal lié au lunatum sera correctement positionné. La synthèse pourra alors se faire sans difficulté, l'os étant réduit. La suture ligamentaire directe ou par ancre se fera en dernier [12].

Une électroréssection du nerf interosseux postérieur peut être réalisée dans le but d'une dénervation partielle. Elle est souvent suffisante pour Dellon [143]. Martinage [90] la réalise systématiquement.

Tableau 9 : Voie d'abord utilisée

Auteurs	Voie d'abord		
	dorsale	Palmaire	Combinée
HERZBERG et AL [6] (13/1993)	11	0	3
Fikry [80] (39/1993)	6	13	7
Trumble et Verheyden [126] (22/2004)	0	0	22
Hildebrand et al [7] (23/2000)	0	0	23
Sotereanos et al [132] (11/1997)	0	0	11
Inoue et kuwahata [88] (08/1997)	8	0	0
Zine filali N [89] (6/2006)	3	2	0
Martinage A [90] (14/2008)	13	0	1
Laporte [91] (17/2012)	12	1	0
D. Israel et al [92] (65/2016)	42	7	6
Notre série (11/2020)	3	8	0

3. Indications :

Toutes les luxations doivent être réduites en urgence. Cette réduction devrait être vérifiée et évaluée par un contrôle radiologique afin de préciser les lésions et les imperfections. Le traitement chirurgical à ciel ouvert doit être le seul à considérer puisque il est le seul capable d'assurer une réduction et une restauration anatomique ainsi qu'une réparation ligamentaire garante de résultats satisfaisants à long terme [12].

a. Luxation rétro–lunaire du carpe :

Même avec une réduction fermée qui s'est avérée anatomiquement parfaite, un traitement chirurgical est souhaitable avec une voie d'abord postérieure, permettant une fixation complémentaire par brochages scapho–lunaires et triquéto–lunaires, et des réparations ligamentaires [12].

b. Luxation trans–scapho–rétrrolunaire :

L'indication opératoire est formelle. La synthèse scaphoïdienne par vissage est effectuée de préférence par voie élective antéro–externe[12].

Un nouveau bilan radiologique peropératoire est réalisé, comme l'a préconisé Herzberg [73]. Il doit rechercher des défauts de réduction par instabilité scapho–lunaire associée ou par instabilité triquéto–lunaire (déplacement triquéto–lunaire, fracture du triquétrum).

Si cette recherche est négative, la synthèse du scaphoïde est suffisante. Sinon, un abord postérieur complémentaire pour réduction, brochages et sutures est indispensable. Cet abord peut être limité à un abord postéro–interne s'il ne persiste qu'une lésion triquéto–lunaire.

Dans le cas particulier de fracture polaire supérieure du scaphoïde, l'abord est d'emblée et uniquement postérieur, avec ostéosynthèse scaphoïdienne de proximal en distal.

En cas de fracture instable et comminutive du scaphoïde, une greffe osseuse prélevée au niveau du radius doit toujours être envisagée. En absence de comminution, un vissage de proximal en distal par vis d'Herbert est préférable.

La durée d'immobilisation plâtrée post opératoire dépend de la qualité de la synthèse du scaphoïde et des contrôles radiologiques itératifs, elle ne dépasse pas 6 semaines en cas de synthèse solide du scaphoïde par vis de Herbert. Elle peut aller jusqu'à 12 à 16 semaines dans certaines fractures complexes traités par embrochage [12].

c. Luxation trans–capitale :

La fracture associée de la tête du capitatum (pseudo–syndrome de Fenton) décrite par Jones relève d'une synthèse élective, plus aisée par voie dorsale, avec des bons résultats rapportés plutôt qu'une résection [144,145,146].

d. Luxation trans–triquétrale :

La lésion est soit une avulsion osseuse nécessitant une réinsertion afin d'obtenir une bonne stabilité lunotriquétrale [102], soit une fracture sagittale qui doit être synthésée par mini–vis ou broches [12].

e. Luxation anté–lunaire du carpe :

Entité est très rare, elle représente moins de 3% de toutes les luxations périlunaires du carpe [31], et ce sont des luxations très instables. Une fracture du lunatum dans le plan frontal peut être associée [111].

Après une réduction fermée en urgence, le traitement spécifique se fait par voie palmaire pour réduction, synthèse et réparations ligamentaires. Dans certains cas, un abord dorsal complémentaire peut être nécessaire [12].

4. Pour les lésions anciennes et alternatives à distance :

La prise en charge tardive s'avère plus compliquée et donc les résultats semblent moins bons pour tous les auteurs [200]. Les lésions ligamentaires doivent être traitées en fonction des possibilités de cicatrisation. Nous nous retrouvons alors dans le cas des disjonctions scapho–lunaires. Pour Larsen [147], il existe une possibilité de cicatrisation primaire jusqu'à 6 semaines. Laulan [122] et Pilny [148] semblent dire que cette période serait en fait de 4 semaines. Au-delà se pose le problème des désaxations osseuses et de l'arthrose chronique du poignet. Cette pathologie a été étudiée lors de la table ronde de la SOO en 2010 [149,150]. En 1999, Inoue [151] a comparé plusieurs techniques dans le cas de luxations prises en charge tardivement à plus de 6 semaines. Il conclue que la réduction/brochage donne de bons résultats jusqu'à deux mois. Au-delà, il conseille la résection de première rangée. Le choix de la technique sera toujours faite avec concertation du patient en fonction de sa mobilité et de sa force préopératoire [200].

a. L'arthrodèse partielle du carpe :

Le principe fondamental consiste à fusionner l'articulation dégénérée et stabiliser le poignet après une ablation d'un os carpien. Bien qu'une perte de mouvement soit à prévoir avec chaque type de fusion [152,153], des études fonctionnelles ont placé le degré de dysfonctionnement dû à la mobilité réduite en perspective. Toutefois, la fusion partielle du poignet peut augmenter la charge sur les autres espaces articulaires [154], ce qui pourrait entraîner une dégénérescence ultérieure.

L'arthrodèse partielle du poignet peut être regroupée selon le niveau en question : entre le radius et la première rangée (fusion radio–scapho–lunaire et radio–lunaire), au sein de la première rangée (scapho–lunaire, triquéto–lunaire), au niveau médiocarpien (scapho–trapézo–trapézoïdien, scapho–capital, scapho–luno–capital, capito–lunaire, triquéto–hamatien ou capito–hamatien) ou carpo–métacarpien.

Parmi toutes les options de fusion partielle du poignet, la procédure de Watson [155] a été étudiée plus en profondeur par Yann Saint–Cast (données non publiées : rapport des travaux en cours). Partant du constat que l'espace articulaire radio–lunaire reste intact même dans les SNAC et SLAC les plus sévères, Watson [155] a combiné l'excision du scaphoïde avec une fusion "stabilisante" du reste du poignet en fusionnant les quatre os médiaux (lunatum, capitatum, triquétrum et hamatum) sous réserve d'un bon cartilage articulaire radio–lunaire.

b. La Résection de la Première Rangée des os du carpe (RPR) :

Cette technique consiste à réséquer les trois os de la rangée proximale à l'exception du pisiforme, plaçant ainsi toute la charge articulaire du couple capitatum–hamatum sous le radius.

Tang et al [156] ont montré que la PRC augmente la charge de 3,8 fois et induit la translation du capitatum, ce dernier remplit désormais la fonction du lunatum. La déviation radiale est limitée par empiètement entre le trapèze et la styloïde radiale [157].

Quels résultats sont donc attendus d'une RPC ? Dans la série de Julien Richou [158], 35 patients ont été évalués après un recul moyen de 92 mois, l'arc moyen de flexion/extension était de 75°, l'arc d'inclinaison radiale/ulnaire moyen était de 40°, la force de serrage était de 77% par rapport au côté sain, la douleur moyenne sur l'échelle EVA était de 1,75, le taux de satisfaction était de 90% et le QUICK–DASH moyen était de 32/100. La limite d'indication reste l'absence d'arthrose de la fosse

lunaire du radius et de la tête du capitatum, bien que Jebson [159] n'a pas retrouvé de différence au long terme selon la présence ou non d'arthrose minime en préopératoire, mais la plupart des auteurs s'opposent à cette idée [122,160,161].

Il faut donc toujours prévenir le patient, lorsque cette intervention est décidée, de la possibilité de réaliser une arthrodèse totale en fonction de l'inventaire des lésions en per-opératoire. Il semble également qu'un ligament radio-scapho-capital antérieur intact soit un critère nécessaire [160,161], limitant les indications après abord antérieur ou obligeant à réparer le ligament.

Utilisée de première intention en urgence en cas d'énucléation du lunatum, cette technique semble donner de meilleurs résultats en termes de satisfaction et de force comparée aux RPR faites secondairement, il s'agit donc d'une technique de sauvetage valable [160].

c. La Dénervation Totale du Poignet :

Décrite par Wilhelm [162], elle permet de supprimer les douleurs tout en conservant la force et la mobilité car il n'y a pas de geste articulaire. Simon [163,164] démontre dans sa thèse que même la mobilité et la force s'améliorent un peu par rapport à la période pré-opératoire. Mais pour lui, les poignets SLAC 3 semblent donner de moins bons résultats. Pour Rothe [165], les résultats sont bons, même sur les SLAC 3 et cette intervention doit toujours être proposée en première intention si les mobilités sont bonnes [200].

d. L'Arthrodèse Totale du Poignet :

Avec cette procédure, le soulagement de la douleur se fait au prix de la mobilité [200]. Généralement suggérée après l'échec de procédures citées ci-dessus. Elle peut également être proposée d'emblée en cas d'atteinte moins sévère chez des patients travailleurs de force présentant peu de mobilités [200].

Les résultats sont bons pour Bazelli [166], à condition d'être réalisée en première intention et non en reprise d'une arthrodèse intracarpienne. La dénervation totale du poignet réalisée avant ne semble pas diminuer ses résultats [122].

e. Solutions innovantes :

La résection pure et simple du lunatum préconisé autrefois ne donne pas de bons résultats [151]. Mais il peut se discuter de le remplacer par un greffon de cartilage costal [167]. De même, la nécrose du pôle proximal du scaphoïde peut être remplacé par un greffon ostéochondral costal [168].

La prothèse totale de poignet peut également être envisagée en cas de reprise sur arthrose. Mais le recul de ce type d'implant reste encore trop juste. Un implant type Amandys® en pyrocarbone peut être intéressant [169], mais là encore, le recul est limité.

X. La rééducation :

La rééducation après une luxation du poignet doit être systématique afin de récupérer le maximum des amplitudes et la force du poignet. Elle dépend à la fois du type de fracture associée, du traitement réalisé et du patient.

La rééducation a été débutée chez tous nos malades dès l'ablation de matériel d'ostéosynthèse, 6–8 semaines pour les embrochages et 3 mois pour les fractures du scaphoïde (vissage ou embrochage).

XI. Évolution et complications :

1. l'Évolution :

Dans les cas traités correctement et sans attardement, l'évolution se fait vers une récupération d'une dynamique normale du carpe avec des os en bonne position aussi bien en statique qu'en dynamique, avec une bonne cicatrisation des ligaments ainsi qu'une bonne consolidation des éventuelles fractures associées.

Les amplitudes articulaires du poignet étaient mesurées en degrés (°), à l'aide d'un goniomètre de façon bilatérale et comparative en flexion, extension, pronation, supination, inclinaison radiale et ulnaire. Un test de Kirk–Watson [170] et un ballotement SL ou LT étaient recherchés systématiquement. Les complications telles qu'un syndrome douloureux régional complexe de type 1 (SDRC ou algodystrophie) ou un syndrome du canal carpien ont été recherchées aussi.

La force musculaire de serrage était mesurée en kilogramme (kg), de façon bilatérale et comparative à l'aide d'un dynamomètre de Jamar®. Quant à l'intensité de la douleur, elle était quantifiée par l'Echelle Visuelle Analogique (EVA).

Les résultats fonctionnels ont été évalués sur des critères cliniques selon le score de Cooney (annexe 2), PRWE (annexe 4) et Quick–DASH (annexe 3).

Tableau 10 : Les résultats fonctionnels des principales études :

	Nombre de patients	Recul moyen en mois	Arc flexion/Extension moyen (% par rapport au côté sain)	Force de Serrage moyenne (% par rapport au côté sain)	Cooney moyen/100	Quick-DASH moyen	PRWE moyen
Garcia-Elias et al. (1986) [4]	61	42	-	-	- 23 satisfaisants - 28 non satisfaisants	-	-
Cooney et al. (1987) [1]	21	50	76°	-	65	-	-
Viegas et al. (1987) [131]	8	19		68%		-	-
Herzberg (1993) et al [6]	166	75	-		63	-	-
Apergis et al. (1997) [118]	28	72	-		77	-	-
Inoue et Imaeda (1997) [3]	14	29	106° (80%)	85%		-	-
Sotereanos et al. (1997) [132]	11	30	(71%)	77%	65	-	-
Hildebrand et al. (2000) [7]	23	37	82°	73%	66	-	-
Herzberg et Forissier (2002) [74]	14	103	112°	79%	79	-	-
Trumble et Verheyden (2004) [126]	22	49	106° (80%)	77%	15	-	-
Knoll et al. (2005) [121]	25	44	113° (83%)	80%	-	-	-
Souer et al. (2007) [142]	18	44	73_79°	67 (74%)	-	-	-
Martinage et al. (2008) [90]	14	25	91° (74%)	77%	72	-	-
Lutz et al. (2009) [171]	25	60	66%	80%	82	11_14	

Luxations et fractures–luxations périlunaires du carpe

Forli et al. (2010) [120]	18	156	95° (75%)	87%	76	–	–
Kremer et al. (2010) [130]	39	65,5	77° (63%)	71%	70	23	
M.F. Amar et al. (2010) [172]	12	27	89°	77%	70	–	–
Capo et al. (2012) [173]	25	24	82°	59%	–	40	
Laporte et al. (2012)[91]	17	26	101° (77%)	69%	63	24	41
Chou et al. (2012) [174]	24	45	144° (90%)	84%	83		
D. Israel, S. Delclaux (2016) [92]	65	96	96° [69%]	79%	66	21	28
Notre série (2020)	16	24	118° (78%)	45 (77%)	73	18	15/100

Si on compare les résultats de notre étude à ceux publiés dans la littérature, nous allons trouver que notre recul moyen figure parmi les plus bas (24 mois), or dans la plupart des études, le recul moyen dépasse les 40 mois.

Notre score de Cooney moyen était de 73/100, qui se trouve en harmonie avec les résultats des autres études.

Concernant les scores de Quick–DASH et PRWE : les études basées sur ces deux scores restent peu nombreuses. Notre Quick–DASH était de 18 qui est un résultat proche de ceux des autres études. Notre PRWE était de 15 mais il s'est avéré que la comparaison avec les autres études était difficile par manque de données concernant celui-ci.

Les arcs extension/flexion varient largement entre les études allant de 76° à 144°, notre série a résulté d'un arc moyen de 118°.

La force de serrage moyenne dans notre étude était de 45kg soit 77% par rapport au côté sain et concorde très bien les données de la littérature avec des extrêmes entre 59% et 87%.

2. Les complications :

a. Complications mineures :

Les complications immédiates propres à la luxation du carpe sont en fait rares.

Dans notre série on a observé :

- 2 cas d'infection superficielle du site d'introduction de broche due à une mauvaise asepsie.
- 1 cas de migration de broche triquéto–lunaire.
- 2 de nos patients ont présenté une souffrance du nerf médian résolu après la réduction.

b. Complications majeurs :

➤ **La pseudarthrose du scaphoïde :**

D'après les publications de Green [175,176], Cooney [1] et Witvoët [76], la pseudarthrose du scaphoïde était très fréquente dans les fracture luxations traitées orthopédiquement seulement. Avec le traitement chirurgical, cette fréquence a nettement diminué mais elle n'a pas disparu quand même. La pseudarthrose du scaphoïde peut passer inaperçue pendant plusieurs mois voire des années. Ce n'est parfois qu'après un nouveau traumatisme, souvent bénin, que la pseudarthrose devient douloureuse et donc fonctionnellement gênante. C'est l'apparition de l'arthrose qui marque le terme de l'évolution de cette pathologie. L'arthrose post-traumatique du poignet après une fracture de scaphoïde non consolidée va évoluer en plusieurs stades : c'est le SNAC (scaphoid non–union acute collapse) qui nécessite un traitement spécifique [175,176].

➤ **La nécrose aseptique du pôle proximal du scaphoïde et la nécrose du lunatum :**

L'étude anatomique a montré l'importance et la complexité de la vascularisation du lunatum et surtout du pôle proximal du scaphoïde. La première description de l'ostéonécrose aseptique du lunatum a été faite en 1910 par un radiologue autrichien, Robert Kienböck [177]. C'est une maladie rare et mystérieuse, caractérisée par une nécrose avasculaire du lunatum de causes multiples, dans notre cas, la cause traumatique est évidente. Elle aboutit à une importante gêne fonctionnelle et handicap de la main [178]. Le tableau clinique est peu spécifique, d'où l'intérêt incontesté de l'imagerie qui va permettre un diagnostic précoce et un suivi adéquat [179].

La nécrose avasculaire du scaphoïde [180] est une séquelle fréquente d'une fracture de l'os scaphoïde, Un aspect opaque de son pôle proximal peut exister sur

des fractures hautes. Cela ne doit pas faire affirmer une nécrose définitive mais témoigne simplement de la mauvaise vascularisation du fragment proximal. Cet aspect persiste jusqu'à la consolidation [180].

➤ **L'instabilité scapho–lunaire :**

Bien que cette affection ait été reconnue au début du XXe siècle [47], ce n'est qu'en 1972 que les caractéristiques cliniques de l'instabilité scapho–lunaire (SL) ont été décrites par Linscheid et associés [34]. L'entorse SL est l'instabilité carpienne la plus fréquente [181,182] et peut apparaître soit comme une lésion isolée, soit en association avec d'autres lésions locales (les fractures de l'extrémité distale du radius, lésions périlunaires ou les fractures déplacées du scaphoïde par exemple) [12].

Le terme "scapho–lunate advanced collapse" (SLAC) a été proposé par Watson et associés [111,183] pour définir les modifications dégénératives secondaires à l'instabilité scapho–lunaire.

Bien que seuls trois stades aient été proposés au départ, une enquête récente de Lluch [184] a identifié cinq stades :

- Stade I : radio–scaphoïde ;
- Stade II : scapho–capital ;
- Stade III : luno–capital ;
- Stade IV : triquéto–hamatien ; et
- Stade V : radio–lunaire [184].

Au stade I, les premiers changements ostéoarthritiques seront différents entre les SLAC et les SNAC. Dans les premiers, l'arthrose comprend le scaphoïde proximal et le bord dorsal du radius. Dans les SNAC, l'arthrose se développe entre le scaphoïde distal et la styloïde radiale, tandis que le fragment proximal du scaphoïde reste intact.

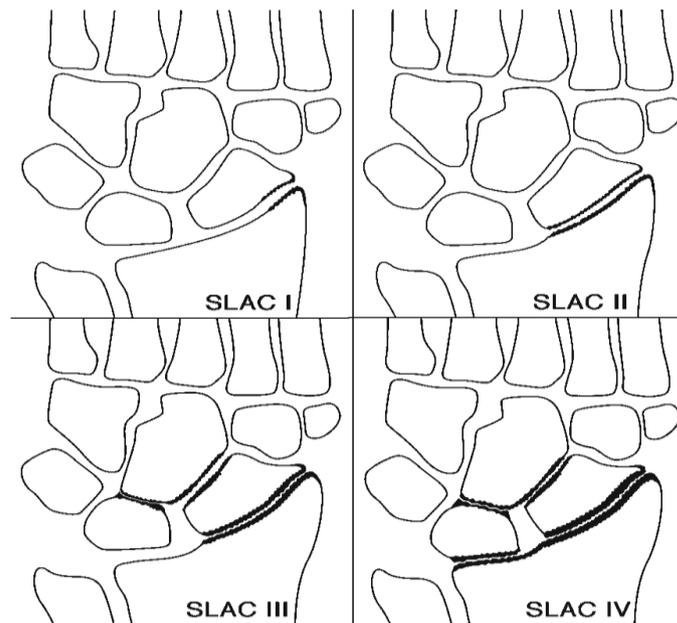


Figure 74 : Les stades du SLAC wrist

La mobilisation passive d'une articulation SL instable est utile non seulement pour déterminer la présence d'une subluxation du scaphoïde, mais aussi pour reproduire la douleur du patient. Un test de décalage du scaphoïde positif, tel que décrit par Watson et ses collègues [170], est considéré comme étant le diagnostic révélateur d'une instabilité SL.

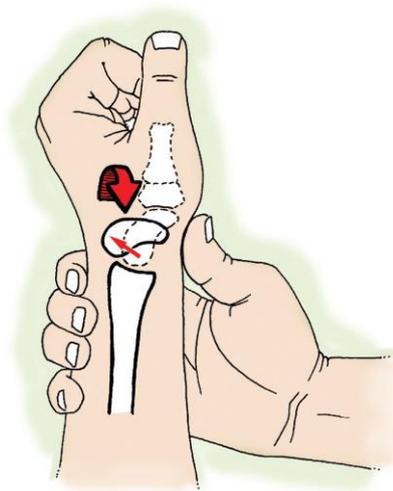


Figure 75 : Test de décalage du scaphoïde ou test de Watson [12]

Watson et ses collègues [170] ont décrit le test de décalage du scaphoïde par l'application d'une pression ferme à la tubérosité palmaire du scaphoïde pendant que le poignet passe de l'inclinaison cubitale à l'inclinaison radiale (flèche courbée). Dans

les poignets normaux, le scaphoïde ne peut pas basculer en flexion du fait de la pression externe exercée par le pouce de l'examineur. Cela peut produire une douleur sur la face dorsale de l'intervalle scapho–lunaire (SL) en raison d'une irritation synoviale. Un test "positif" est observé chez un patient présentant une déchirure du ligament SL ou chez un patient dont le poignet est luxé ; le scaphoïde n'est plus contraint en proximal et se subluxé en dehors de la fosse scaphoïdienne (flèche droite). Lorsque la pression sur le scaphoïde est supprimée, il se remet en place et on assiste typiquement à un bruit de craquement ou d'un ressaut [12].

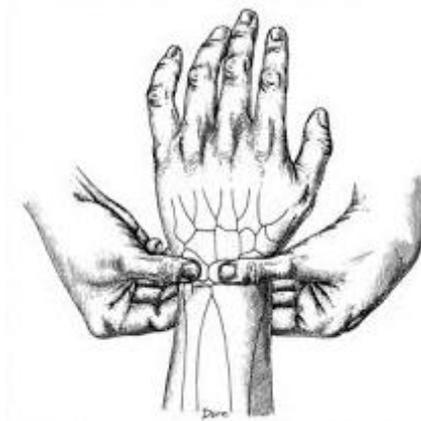


Figure 76 : Test de ballotement SL

Un ballotement scapho–lunaire doit aussi être recherché par l'examen clinique, il témoigne également d'une instabilité SL. Le lunatum est fermement stabilisé avec le pouce et l'index d'une main, tandis que le scaphoïde, tenu par l'autre main (c'est-à-dire le pouce sur la tubérosité palmaire et l'index sur le pôle proximal dorsal) est mobilisé dorsalement et ventralement. Le test est dit positif en cas de douleur, de crépitation et de mobilité excessive du scaphoïde [12].

Sur la radiographie standard, l'entorse SL est suspectée en présence d'une ou plusieurs des caractéristiques décrites suivantes :

- Un diastasis scapho–lunaire: c'est l'augmentation de l'espace articulaire SL, est considéré comme positif lorsque l'espace entre le scaphoïde et le lunatum semble anormalement large par rapport au côté controlatéral [12].

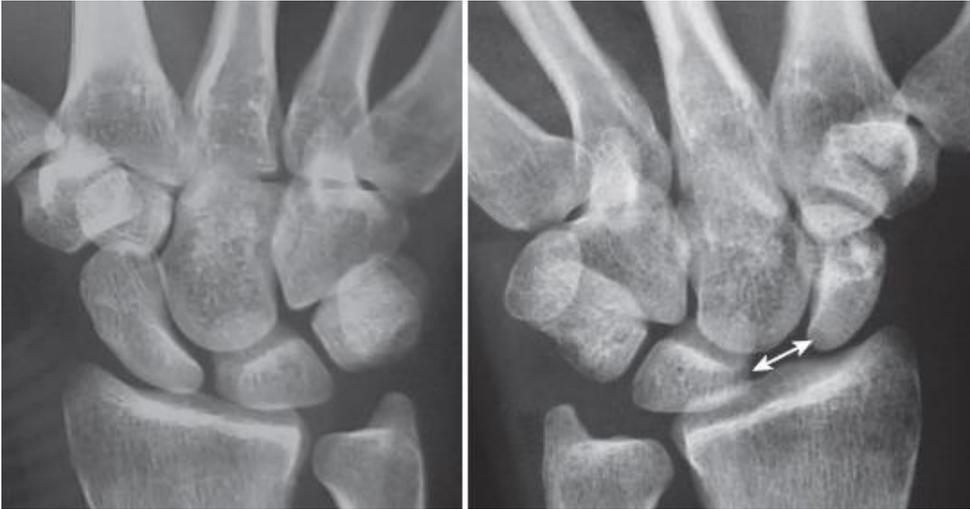


Figure 77 : Radiographies bilatérales montrant un diastasis scapho-lunaire

- Le signe de l'anneau scaphoïdien : lorsque le scaphoïde bascule en flexion, il a un aspect raccourci en incidence antéro-postérieure [185]. Dans ce cas, la tubérosité du scaphoïde est représentée sous forme d'un cercle ou d'un anneau radiodense au niveau des deux tiers distaux du scaphoïde [185].



Figure 78 : Radiographie de face montrant le signe de l'anneau scaphoïdien [12]

- Un DISI : de profil, si le scaphoïde est plus perpendiculaire au long axe long du radius et que le lunatum semble normalement aligné ou anormalement étendu, une dissociation du SL doit être suspectée [12].

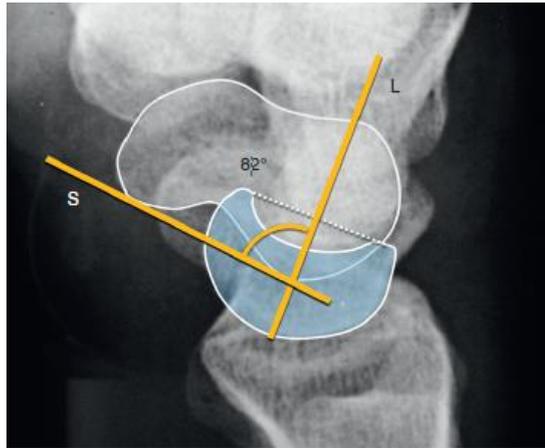


Figure 79 : Radiographie de profil montrant un DISI [12]

Les lésions du ligament SL non traitées entraînent une altération de la cinétique du carpe et une dégradation du cartilage radio–scaphoïdien puis médio–carpien puis global. Ce phénomène a été décrit par Watson et Ballet [186] sous le nom de « Scapholunate Advanced Collapse » (SLAC). Les pseudarthroses du scaphoïde non traitées évoluent selon la même pathogénie vers une arthrose nommée « Scaphoid Non–union Advanced Collapse » (SNAC).

Les trois facteurs principaux entraînant l'arthrose post–traumatique (radio et/ou médiocarpienne) sont : la fracture du scaphoïde, les lésions ostéochondrales (véritables lésions de passage, notamment du dôme du capitatum), les lésions ligamentaires (SL et/ou LT) [12].

➤ **L'instabilité luno–triquétrale :**

Les dissociations post–traumatiques ou dégénératives du ligament LTq ne sont pas rares. Le premier cas de dissociation luno–triquétrale a été identifié au début du XXe siècle [47], mais ce n'est que dans les années 1970, à la suite des travaux de Reagan et de ses associés [67], que la lésion a été plus largement reconnue. Dès lors, ce problème a été mieux compris et les résultats des traitements se sont améliorés. Pourtant, le risque que cette affection soit méconnue ou confondue avec d'autres problèmes du poignet du côté ulnaire (les instabilités médiocarpiennes ou lésions du

complexe fibrocartilagineux triangulaire TFCC par exemple) reste élevé [187,188].

La plupart des lésions isolées des ligaments LTq sont secondaires à une chute en arrière sur la main en extension, avec le bras en rotation externe, l'avant-bras en supination et le poignet en extension et en inclinaison radiale. Dans de telles circonstances, l'impact se concentre sur la zone hypothéнар, et en particulier sur le pisiforme, qui exerce un effet de coup de poing contre le triquétrum étendu [189].

Les lésions des ligaments LTq sont souvent associées à des lésions périphériques du complexe fibrocartilagineux triangulaire (TFCC) et à une avulsion distale du ligament ulno–triquétral [189].

La dissociation LTq se manifeste par un éventail de signes cliniques, allant des ruptures partielles asymptomatiques à une rupture complète douloureuse avec effondrement statique du carpe [12].

Le signe pathognomonique est un test de ballottement positif, tel que décrit par Reagan et ses collègues [67] : Le lunatum est fermement stabilisé avec le pouce et l'index d'une main, tandis que le triquétrum et le pisiforme sont déplacés dorsalement et ventralement avec l'autre main. Le test est positif quand il provoque des douleurs, des crépitations et un déplacement anormal de l'articulation [12].

Le Shear Test ou "test de cisaillement" décrit par Kleinman [188] est une variante du test de ballottement qui peut être effectué d'une seule main : En stabilisant la face dorsale du lunatum avec l'index, le pisiforme est sollicité par le pouce dans une direction dorsale, créant une force de cisaillement au niveau de l'articulation LTq entraînant une douleur [12].

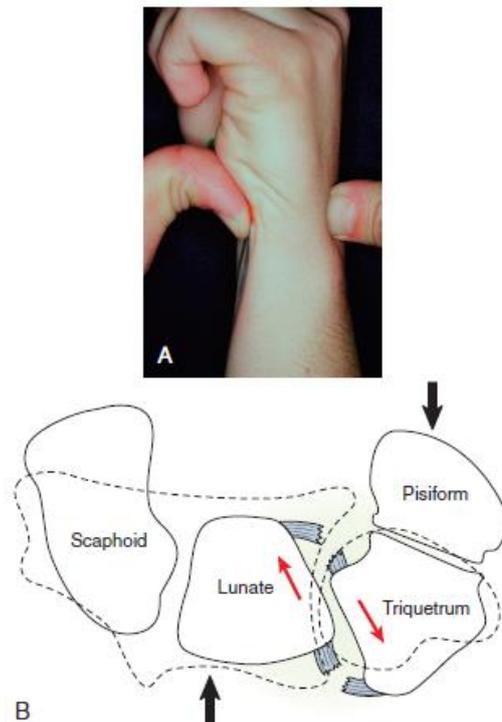


Figure 80 : Test de cisaillement décrit par Kleinman [12]

Une force opposée (flèches noires) est appliquée pour induire un déplacement anormal (flèches rouges) à l'articulation luno–triquétrale (LTq) soupçonnée de lésion ligamentaire. Ce test est douloureux pour un patient souffrant d'une entorse ou d'une instabilité de l'articulation LTq [12].

Le test de Derby rapporté par Christodoulou et Bainbridge est également utile pour l'entorse LTq réductible sans déformation de type VISI [188]. Ce test commence par le réalignement du lunatum et du scaphoïde par rapport au radius. Pour y arriver, on place le poignet en extension et avec une légère inclinaison ulnaire. Si, dans cette position, on parvient à réduire l'articulation LTq en poussant le pisiforme dorsalement, la sensation d'instabilité disparaît immédiatement, et la force de préhension augmente tant que la pression sur le pisiforme est maintenue [12].

La plupart de ces manœuvres provocatrices sont d'une sensibilité raisonnable mais d'une faible spécificité [12].

Le diagnostic radiographique est évident lorsqu'il y a un désalignement en VISI secondaire à une rupture complète des ligaments LTq intrinsèques et extrinsèques. La rupture de l'arc convexe normal de la rangée proximale du carpe (l'arc de Gilula) dans l'incidence de face est la plus caractéristique. Un lunatum "en forme de lune" faisant face à un scaphoïde raccourci est également typique dans cette situation. Dans ce cas, le pôle dorsal du lunatum se superpose à la partie distale du capitatum, ce qui implique une flexion anormale de l'os. Ce problème est également pathognomonique, c'est le "signe de la mouette", les contours distaux du lunatum et du triquétrum adoptent la forme d'une mouette volante [12].

La radiographie du poignet de profil objective une perte de l'alignement colinéaire du radius, du lunatum et du troisième métacarpien en plus du VISI.

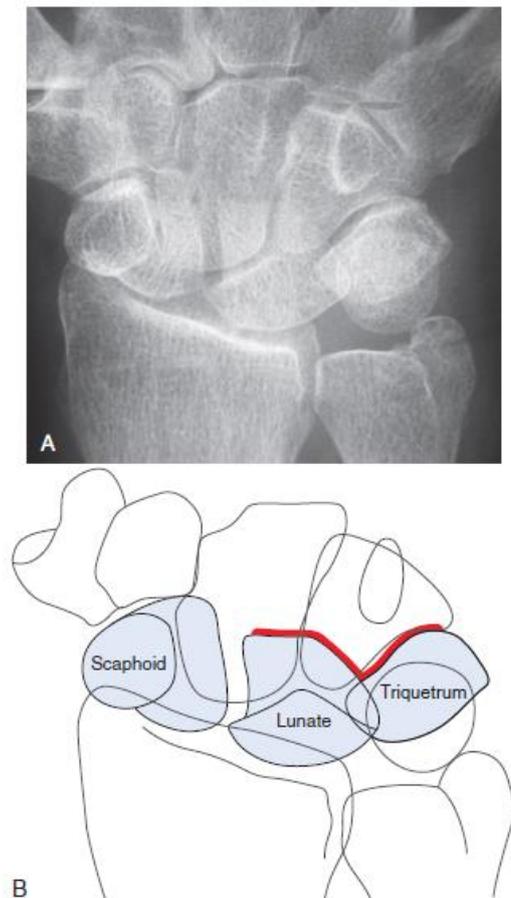


Figure 81 : Radiographie d'un poignet de face montrant une instabilité luno-triquétrale [12]

A : Incidence de face d'une dissociation luno-triquétrale statique (LTq) chez un homme de 44 ans victime d'une chute de hauteur 2 ans auparavant, sans conséquences apparentes. Six mois après l'accident, il rapportait un claquement douloureux lors des inclinaisons latérales.

B : Notez la configuration lunaire du lunatum en VISI et le contour en "mouette" de la bordure distale lunatum et du triquetrum (ligne rouge). L'articulation scapho-lunaire était légèrement élargie, probablement du fait que les fibres palmaires de cette articulation étaient plus longues que les fibres dorsales.

➤ Les désaxations carpiennes d'adaptation :

Cette entité nosologique comprend les désaxations carpiennes de cause osseuse secondaires à l'altération de la cohérence spatiale des os du carpe du fait de variations de forme ou de volume des os du carpe. Les auteurs y intègrent aussi les désaxations carpiennes d'adaptation secondaires aux altérations de l'arc–boutant radial. Ils étudient les désaxations secondaires aux atteintes du lunatum, du scaphoïde, et celles sous–jacentes aux cals vicieux de l'extrémité inférieure du radius [10].

Suite aux lésions des ligaments carpiens dans le cadre des luxations périlunaires, Les carpes adaptatifs sont le résultat des déformations du scaphoïde principalement ou du capitatum dans les syndromes de Fenton [10].

➤ L'arthrose du carpe:

Jusqu'à présent il n'y a pas de statistiques exactes concernant la fréquence de l'arthrose. Celle–ci a plusieurs étiologies : tout d'abord les lésions cartilagineuses contemporaines du traumatisme qui sont souvent méconnues, l'arthrose secondaire aux instabilités résiduelles, l'arthrose secondaire aux carpes adaptatifs ou celle secondaire à un exceptionnel sepsis. Il est à noter également que peu de données concernant le sepsis apparaissent dans la littérature. Dans une étude multicentrique, Herzberg [6] cite brièvement quelques cas de sepsis consécutifs à l'abord chirurgical et jamais à une lésion ouverte [6].

Le taux d'arthrose faible dans notre série calculé à 18% (2 cas seulement) peut être expliqué par le recul moyen assez bas. L'articulation luno–capitale est la plus congruente du médiocarpe, cela explique que lors du traumatisme, il se développe fréquemment des lésions articulaires et cartilagineux responsables de dégénérescence arthrosique de l'articulation médiocarpienne à long terme. En effet, les études avec un recul de moins de 3 ans rapportent un taux d'arthrose moyen de

23,6%. Tandis que dans celles avec un recul de plus de 3 ans, le taux d'arthrose moyen passe à 50,3%.

Tableau 11 : Taux d'arthrose dans les différentes études

Auteurs	Nombre de patients	Recul (mois)	% d'arthrose
Garcia–Elias et al. (1986) [4]	61	42	36%
Cooney et al. (1987) [1]	21	50	–
Viegas et al. (1987) [131]	8	19	0%
Herzberg (1993) et al [6]	166	75	56%
Apergis et al. (1997) [118]	28	72	–
Inoue et Imaeda (1997) [3]	14	29	–
Sotereanos et al. (1997) [132]	11	30	18%
Hildebrand et al. (2000) [7]	23	37	50%
Herzberg et Forissier (2002) [74]	14	103	86%
Bellot et al. [2003] (190)	25	–	–
Trumble et Verheyden (2004) [126]	22	49	–
Knoll et al. (2005) [121]	25	44	0%
Souer et al. (2007) [142]	18	44	50%
Martinage et al. (2008) [90]	14	25	0%
Lutz et al. (2009) [171]	25	60	–
Forli et al. (2010) [120]	18	156	66%
Kremer et al. [2010] [130]	39	65,5	51%
Capo et al. (2012) [173]	25	24	52%
Laporte et al. (2012) [91]	17	26	47%
Chou et al. (2012) [174]	24	45	–
D. Israel, S. Delclaux (2016) [92]	65	96	58,5%
Notre série (2020)	16	24	18%

XII. Pronostic :

Bien que la luxation périlunaire du carpe soit un sujet de discussion depuis plusieurs années, quelques confusions existent encore sur les facteurs qui déterminent le pronostic.

McAusland [191] insiste sur l'importance d'une réduction rapide. Russell [192] a observé que de nombreux cas dans sa série n'avaient pas été diagnostiqués précocement, suggérant que le délai dans la réduction avait été trop souvent responsable du mauvais résultat. Wagner toutefois, prétend que le facteur pronostique le plus important est la présence de fractures associées. Il reconnaît pourtant l'importance d'une réduction précoce, correcte et précise. Par contre, Campbell [193] fait remarquer qu'il ne semblait y avoir aucune relation entre le type de dislocation ou la méthode de traitement choisie et les résultats obtenus. Vergues [194] estime que le pronostic n'est pas influencé par le délai du traitement, mais plutôt par l'atteinte du nerf médian.

Rawlings [195] rapporte qu'il existe une étroite corrélation entre l'angle scapho–lunaire après réduction et le résultat fonctionnel, ajoutant que ni les lésions associées, ni le type de luxation n'affectent réellement le pronostic. Panting [196] pense que la présence d'une fracture du scaphoïde associée, peut produire une instabilité de la réduction et entraîner un mauvais résultat.

Nos résultats montrent que le facteur le plus important, déterminant le résultat d'une LPL ou d'une FLPL est le délai entre l'accident et la prise en charge thérapeutique. Ceci vient du fait que ces lésions passent encore très souvent inaperçues d'emblée (29,5 % selon Russell [192]; 39 % selon Prignacchi [197], ou 43 % selon Rawlings [195]) et en conséquent, elles sont malheureusement mal traitées. Il est également évident de dire que la précision de la réduction est un facteur

important, quelle que soit la méthode utilisée (sanglante ou fermée). La perte ou l'échec de la réduction est par ailleurs fréquente selon Adkinson et Chapman [117].

D'autres facteurs peuvent influencer le pronostic selon notre étude :

- L'ouverture cutanée ;
- Un traitement orthopédique ne tenant pas compte du type de la luxation ;
- Solution de continuité au niveau du complexe formé par le radius, le fragment proximal du scaphoïde, le lunatum, et leurs attaches ligamentaires respectives ;
- Absence de compression d'une fracture du scaphoïde pourrait menacer le pronostic au long cours.

Les avis des différents divergent concernant ce sujet, ceci peut être expliqué par l'insuffisance et la variation du recul entre les différentes études et le nombre limité des séries. Cependant les études insistent de plus en plus sur la qualité et la rapidité de la réduction comme facteur pronostic majeur.

CONCLUSION

La luxation périlunaire du carpe reste une pathologie rare et complexe par son mécanisme non encore pleinement élucidé et ses lésions induites. Elle survient dans un contexte de traumatisme à très haute énergie expliquant les lésions ligamentaires et ostéochondrales intracarpiennes, et touche principalement l'homme. Les radiographies initiales ne sont pas évidentes à la première lecture et demandent une démarche diagnostique pour le devenir, c'est pour cela qu'une sensibilisation des urgentistes, radiologues et traumatologues est nécessaire.

Une série prospective multicentrique avec un nombre de cas et un recul importants, permettrait d'apporter des éléments de réponse aux questions soulevées au cours de cette étude avec des statistiques plus significatives.

La meilleure stratégie thérapeutique semble être :

- Une réduction fermée immédiate puis une chirurgie à ciel ouvert afin de réaliser le bilan lésionnel complet, par un abord dorsal;
- Puis, stabilisation par la mise en place de broches intra–carpiennes afin d'assurer la meilleure fixation anatomique possible ;
- Une immobilisation adéquate selon la lésion, afin d'éviter la raideur, tout en garantissant une consolidation ligamentaire.

Le but du traitement est double : restaurer la fonction (mobilité, douleur) et prévenir l'apparition d'une arthrose post–traumatique. La hantise est l'évolution spontanée et inéluctable vers l'arthrose (SLAC wrist, SNAC wrist), car même après un traitement bien conduit, la raideur, expliquée par une arthrose presque inévitable, est la principale complication.

RESUMES

RÉSUMÉ

Titre : Luxations et fractures–luxations périlunaires du carpe

Auteur : Dr. Mohammed Hajjioui

Directeur du mémoire : Pr. Larbi Amhajji

Mots clés : Fracture – Luxation – Périlunaire – Carpe

Les luxations périlunaires et fractures–luxation périlunaires du carpe présentent un haut risque de séquelles et d'arthrose post-traumatique.

L'objectif de notre travail était d'établir un profil épidémiologique et d'étudier les résultats cliniques, fonctionnels et radiologiques de ces lésions tout en soulignant l'intérêt de la précocité de prise en charge.

Nous rapportons une série rétrospective, monocentrique et multiopérateurs de 16 patients. Il y avait 4 luxations pures et 12 fractures–luxations trans-scaphoïdiennes avec 15 formes à déplacement dorsal et une seule forme à déplacement ventral. L'évaluation clinique et fonctionnelle était basée sur les mobilités, la force, la douleur, le Score de Cooney, le Score Quick–DASH, et le Score PRWE. Les anomalies radiologiques étaient analysées selon la classification de Herzberg.

Une nette prédominance masculine est remarquée. 50% des patients étaient des travailleurs manuels. Les accidents de la voie publique occupaient la première place des circonstances traumatiques avec 56%, et les chutes d'un lieu élevé lors du travail en deuxième position avec 31%. Dans 37,5% des cas la lésion siégeait au niveau du côté dominant. Tous les patients étaient traités chirurgicalement après une réduction fermée ou à foyer ouvert, avec prédominance de la voie palmaire.

Le recul moyen était de 36 mois. Les moyennes des arcs flexion–extension, inclinaison radiale–inclinaison ulnaire et pronation–supination étaient respectivement de 78%, 75% et 83% par rapport au côté sain. La force de serrage moyenne était de

77% par rapport au côté sain. Les moyennes des scores de Cooney, Quick–DASH et PRWE étaient respectivement de 73/100, 18/100 et de 15/100.

Le diagnostic précoce et la prise en charge chirurgicale urgente en vue d'une réduction anatomique suivie d'une rééducation postopératoire adaptée sont les seuls garants d'un résultat fonctionnel satisfaisant et sans complications.

ABSTRACT

Key words: Fracture – Dislocation – perilunate – carpus

Perilunate dislocations (PLD) and perilunate fracture–dislocations (PLFD) of the carpus present a high risk of after–effects and post–traumatic osteoarthritis.

The aim of this study is to establish an epidemiological profile and to study the clinical, functional and radiological outcomes of carpal perilunate dislocations and perilunate fracture dislocations, while emphasizing the importance of early management.

We report a retrospective, monocentric and multioperator series of 16 patients. There were 4 pure PLDs and 12 trans–scaphoid PLFDs with 15 dorsally displaced forms and one ventrally displaced one. Clinical and functional assessment were based on mobility, strength, pain, Mayo Clinic Score (Cooney Score), Quick–Disabilities of the Arm Shoulder and Hand score (Quick–DASH), and Patient–Rated Wrist Evaluation (PRWE). Radiological abnormalities were analyzed using the Herzberg classification.

A clear male dominance was noted (all cases were male). 46% of the patients were manual workers. Falls from a high place at work ranked first in traumatic circumstances with 46% of cases, MVAs come second with 36% of cases. In 46% of cases the injury was on the dominant side.

All patients were treated with open surgery and internal fixation after a closed reduction, with a dorsal approach in 8 cases, and a combined (dorsal + volar) approach in 3 patients.

The mean follow–up time was 36months. The mean flexion–extension, radial–ulnar inclination and pronation–supination angles were 78%, 75% and 83%, respectively, compared to the healthy side. The mean gripping force was 77% compared to the healthy side. The mean Mayo Clinic, Quick–DASH and PRWE scores were 73/100, 18/100 and 15/100, respectively.

Early diagnosis and anatomical reduction provide a satisfactory functional result in order to avoid complications such as wrist osteoarthritis. This involves emergency open surgical treatment, close follow–up and prompt post–operative rehabilitation.

ملخص

الكلمات الأساسية: الخلع - الكسر - حول الهلالي - الرسغ

يخلف الخلع حول الهلالي و الكسر مع الخلع حول الهلالي لعظام الرسغ مضاعفات خطيرة أهمها الفصال العظمي التالي للرضخ. و تهدف هذه الدراسة إلى تقييم البيانات الوبائية و دراسة النتائج السريرية و الوظيفية و الإشعاعية لهذه الآفة مع التثمين و التأكيد على أهمية التشخيص و العلاج المبكرين.

نقدم في هذه الأطروحة تقريراً عن سلسلة استعادية، وحيدة المركز و متعددة الجراحين متكونة من 16 مريضاً تم تتبعهم . و قد تضمنت هذه السلسلة 4 أشكال للخلع حول الهلالي المحض و 12 أشكال للكسر مع الخلع حول الهلالي همت العظم القاربي للرسغ، مع 15 حالات انتقال ظهري و حالة واحدة للانتقال الراجي. اعتمد التقييم السريري والوظيفي على الحركة والقوة و قياس درجات الألم وحرز Clinic Mayo (سلم Cooney) و سلم Quick-DASH وكذا حرز PRWE. كما تم تحليل الصور الإشعاعية باستخدام تصنيف Herzberg.

و قد لوحظ هيمنة واضحة للذكور حيث أن جميع الحالات كانت من الذكور. 46% من المرضى هم عمال يدويون. تتصدر يخلف الخلع أبلغنا عن سلسلة بأثر رجعي ، أحادية المركز و متعددة المشغلين من 16 مريضاً. كانت هناك 4 حالات خلع نقيه و 12 خلعا للكسور الزورقية مع 15 شكلاً مع إزاحة ظهريّة وشكل واحد فقط مع إزاحة بطنية. استند التقييم السريري والوظيفي إلى التنقل والقوة والألم ونقاط Cooney و Quick-DASH Score و PRWE Score. تم تحليل الشدوذ الإشعاعي وفقاً لتصنيف هيرزبرج.

لوحظ غلبة واضحة للذكور. كان 50% من المرضى عمال يدويين. وجاءت حوادث الطرق في المرتبة الأولى بنسبة 56%، و حوادث السقوط من الأماكن المرتفعة أثناء العمل في المرتبة الثانية بنسبة 31%. في 37.5% من الحالات كانت الآفة في الجانب السائد. عولج جميع المرضى جراحياً بعد التخفيض المغلق أو المفتوح ، مع غلبة النهج الراجي.

متوسط المتابعة 36 شهراً و متوسطات امتداد الانحناء والميل الشعاعي والميل الزندي والكب والاستطالة هيعلى التوالي 78% و 75% و 83%. متوسط قوة الملزمة 77%. متوسط درجات Cooney و Quick-DASH PRWE: 73/100 و 100/18 و 100/15 على التوالي.

التشخيص المبكر والعلاج الجراحي العاجل بهدف التخفيض التشريحي متبوعاً بإعادة التأهيل المناسب بعد الجراحة هما الضمانات الوحيدة للحصول على نتيجة وظيفية مرضية دون مضاعفات.

ANNEXES

Annexe 1: Fiche d'exploitation :

IDENTITE:

Nom et prénom:

N° dossier :

GSM :

Sexe : H / F

Age :

Main dominante : Droite/Gauche

Profession :

Durée d'hospitalisation : Du :

au :

Antécédents : Médicaux :

Chirurgicaux :

Habitudes toxiques :

HDM :

Horaire du traumatisme et délai de la consultation:

Mécanisme : Poignet en hyper extension

Poignet en hyper flexion

Bord radial

Bord ulnaire

Circonstances du traumatisme: Chute Agression AVP Accident de travail

Accident de sport

Autres

Côté lésé : Membre dominant : oui non

Signes fonctionnels: Impotence fonctionnelle Douleur

EXAMEN CLINIQUE INITIAL:

Local :

Attitude du traumatisé du membre supérieur

Œdème Déformation points douloureux

Mobilité : flexion/extension :

inclinaison ulnaire/ radiale :

pronosupination :

Locorégional :

- Cutanés : fermée ouverte (Duparc et Gauchoix)
- Vasculaires : - Nerveuses : Osseuses

Général : Lésions associées : oui non

Polytraumatisé Neurochirurgicales Viscérales Thoracique

RADIOLOGIE INITIALE:

- **Radiographie standard :**

Incidences : Face Profil 3 /4 Autres

Résultats : ° Classification de HERZBERG :

Cliché face:

Luxation périlunaire pure:

Fracture luxation périlunaire : Trans-scapho-lunaire pure Fracture extrémité

inférieure radius:

Cliché profil:

Déplacement postérieur : Stade I Stade II a b

Déplacement antérieur : Stade I Stade II a b

° lésions associées :

- **TDM :**

Traitement

- Délai de prise en charge/ Diagnostique
- Réduction par manœuvre externe
- Traitement chirurgicale à ciel ouvert:

Type d'anesthésie : générale locale

Installation :

Voies d'abord : dorsale palmaire combinée

- Types d'ostéosynthèse : Broches : Vis :

- Lésions ligamentaire type :

Réparation Non oui : suture directe points Trans osseux mini-ancre

- Traitement des lésions associées :

- Suites post opératoires :

Immobilisation plâtrée : type Durée : Jrs

Antibioprophylaxie :

Rééducation : délai/intervention Auto rééducation rééducation

assistée

- Délai d'ablation du matériel : Jrs

EVOLUTION POST- OPERATOIRE :

Complications : OUI NON

Infection sur broches Raideur Algodystrophie Pseudarthrose

Sd du canal carpien Ostéonécrose : scaphoïde lunatum. Arthrose

Autres

Résultats fonctionnels :

Arc flexion-extension moyen du poignet :

Arc Inclinaison ulnaire / radiale :

Pronosupination :

Force de serrage moyenne :

Soulèvement de kilos :

Score de cooney : excellent Bon Moyen Mauvais

Score PRWE :

Score Quick-Dash :

Reprise de travail : nombre de jour

Reclassement professionnel :

Perte de travail :

Douleur : Au repos : A l'effort : EVA :

Résultats radiologiques :

Diastasis scapho-lunaire :

Hauteur du carpe :

Angle scapho-lunaire :

Transition ulnaire du carpe :

Arthrose : SLAC /SNAC

Modification de la densité osseuse : L /S

Nécrose : S/L

Annexe 2 : Score de Cooney

Critères	Résultats	Points
Douleur sur 25 points	Aucune	25
	Faible, occasionnelle	20
	Modérée, tolérable	15
	Sévère, intolérable	0
Fonction sur 25 points	Travail normal	25
	Travail aménagé	20
	Pourrait travailler, chômage	15
	Ne peut travailler (douleur)	0
Mobilité (arc flexion-extension en pourcentage par rapport au côté sain, en degré) sur 25 points	100 %, > 120°	25
	75-100 %, 90-120°	15
	50-75 %, 60-90°	10
	25-50 %, 30-60°	5
	< 25 %, < 30°	0
Force par rapport au côté sain sur 25 points	100 %	25
	75-100 %	15
	50-75 %	10
	25-50 %	5
	< 25 %	0
Résultat global sur 100 points	Excellent	90-100
	Bon	80-90
	Moyen	65-80
	Mauvais	< 65

Annexe 3 : Quick–Dash score

QuickDASH-9

INSTRUCTIONS: This questionnaire asks about your symptoms as well as your ability to perform certain activities. Please answer *every question*, based on your condition in the last week, by circling the appropriate number. If you did not have the opportunity to perform an activity in the past week, please make your *best estimate* of which response would be the most accurate. It doesn't matter which hand or arm you use to perform the activity; please answer based on your ability regardless of how you perform the task.

Rate your ability to do the following activities in the last week by circling the number below the appropriate response.

	NO DIFFICULTY	MILD DIFFICULTY	MODERATE DIFFICULTY	SEVERE DIFFICULTY	UNABLE
1. Open a tight or new jar.	0	1	2	3	4
2. Do heavy household chores (e.g., wash walls, floors).	0	1	2	3	4
3. Carry a shopping bag or briefcase.	0	1	2	3	4
4. Wash your back.	0	1	2	3	4
5. Use a knife to cut food.	0	1	2	3	4
6. Recreational activities in which you take some force or impact through your arm, shoulder or hand (e.g., golf, hammering, tennis, etc.).	0	1	2	3	4

	NOT AT ALL	SLIGHTLY	MODERATELY	QUITE A BIT	EXTREMELY
7. During the past week, <i>to what extent</i> has your arm, shoulder or hand problem interfered with your normal social activities with family, friends, neighbours or groups?	0	1	2	3	4

	NOT AT ALL	SLIGHTLY LIMITED	MODERATELY LIMITED	VERY LIMITED	UNABLE
8. During the past week, were you limited in your work or other regular daily activities as a result of your arm, shoulder or hand problem?	0	1	2	3	

	NONE	MILD	MODERATE	SEVERE	EXTREME
9. Arm, shoulder or hand pain.	0	1	2	3	4

A QuickDASH-9 score may not be calculated if there is greater than 1 missing item.

QuickDASH-9 SCORE = $[(\text{sum}) \times 1.1] \times 5/2$, a missing response is added as the average of the remaining.

Annexe 4 : Score PRWE

Name: _____ Date: _____

PATIENT RATED WRIST EVALUATION

The questions below will help us understand how much difficulty you have had with your wrist in the past week. You will be describing your **average** wrist symptoms **over the past week** on a scale of 0-10. Please provide an answer for ALL questions. If you did not perform an activity, please **ESTIMATE** the pain or difficulty you would expect. If you have **never** performed the activity, you may leave it blank.

1. PAIN												
Rate the average amount of pain in your wrist over the past week by circling the number that best describes your pain on a scale from 0-10. A zero (0) means that you did not have any pain and a ten (10) means that you had the worst pain you have ever experienced or that you could not do the activity because of pain.												
RATE YOUR PAIN: Sample Scale ⇄												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		No Pain										Worst Ever
At rest		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
When doing a task with a repeated wrist movement		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
When lifting a heavy object		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
When it is at its worst		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
How often do you have pain?		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Never										Always
2. FUNCTION												
A. SPECIFIC ACTIVITIES												
Rate the amount of difficulty you experienced performing each of the items listed below - over the past week, by circling the number that describes your difficulty on a scale of 0-10. A zero (0) means you did not experience any difficulty and a ten (10) means it was so difficult you were unable to do it at all.												
Sample scale →												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		No Difficulty										Unable To Do
Turn a door knob using my affected hand		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cut meat using a knife in my affected hand		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fasten buttons on my shirt		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Use my affected hand to push up from a chair		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carry a 10lb object in my affected hand		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Use bathroom tissue with my affected hand		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B. USUAL ACTIVITIES												
Rate the amount of difficulty you experienced performing your usual activities in each of the areas listed below, over the past week, by circling the number that best describes your difficulty on a scale of 0-10. By "usual activities", we mean the activities you performed before you started having a problem with your wrist. A zero (0) means that you did not experience any difficulty and a ten (10) means it was so difficult you were unable to do any of your usual activities.												
Personal care activities (dressing, washing)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Household work (cleaning, maintenance)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Work (your job or usual everyday work)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recreational activities		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL. Difficult wrist fractures. Perilunate fracture–dislocations of the wrist. *Clin Orthop Relat Res* 1987;214:136–47.
- [2] Herzberg G. Perilunate and axial carpal dislocations and fracture–dislocations. *J Hand Surg [Am]* 2008 ; 33(9):1659–68.
- [3] Inoue G, Imaeda T. Management of trans–scaphoid perilunate dislocations. Herbert screw fixation, ligamentous repair and early wrist mobilization. *Arch Orthop Trauma Surg* 1997;116 (6–7):338–40.
- [4] Garcia–Elias M, Irisarri C, Henriquez A, Abanco J, Fores J, Lluch A, et al. Perilunate dislocation of the carpus. A diagnosis still often missed. *Ann Chir Main* 1986;5:281–7.
- [5] Bathala EA, Murray PM. Long–term follow–up of an undiagnosed transscaphoid perilunate dislocation demonstrating articular remodeling and functional adaptation. *J Hand Surg [Am]* 2007; 32(7):1020–3.
- [6] Herzberg G, Comtet JJ, Linscheid RL, Amadio PC, Cooney WP, Stalder J. Perilunate dislocations and fracture–dislocations: a multicenter study. *J Hand Surg [Am]* 1993; 18(5):768–79.
- [7] Hildebrand KA, Ross DC, Patterson SD, Roth JH, MacDermid JC, King GJ. Dorsalperilunate dislocations and fracture–dislocations: questionnaire, clinical, and radiographic evaluation. *J Hand Surg Am* 2000;25:1069–79.
- [8] Kardashian G, Christoforou DC, Lee SK. Perilunate dislocations. *Bull NYU HospJt Dis* 2011;69:87–96.
- [9] Berger RA: The ligaments of the wrist: a current overview of anatomy with considerations of their potential functions. *Hand Clin* 13:63–82, 1997.

- [10] M. Merle, G. Dautel, LA MAIN TRAUMATIQUE. TOME 2. CHIRURGIE SECONDAIRE, LE POIGNET TRAUMATIQUE, Chapitre 19 : Instabilités et lésions ligamentaires post-traumatiques du carpe ; France : Masson ; 1994 ; 488p.
- [11] Chabas J.-F., Legré R. Entorses et luxations du carpe. EMC ; Elsevier Masson SAS :Paris ; Appareil locomoteur, 14-046-C-10, 2011.
- [12] Marc Garcia-Elias, Alberto L. Lluch; Wrist Instabilities, Misalignments, and Dislocations; Green's Operative Hand Surgery by Elsevier 2017, 13, 418–478
- [13] DREWNIANY J.J., PALMER A.K., FLATT A.E. The scaphotrapezial ligament complex: an anatomic and biomechanical study. J. Hand Surg., 1985, 10A, 493–497.
- [14] Kapandji A. Biomécanique du carpe et du poignet. Ann Chir Main 1987;6:147–69.
- [15] Berger RA: The ligaments of the wrist: a current overview of anatomy with considerations of their potential functions. Hand Clin 13:63–82, 1997.
- [16] Feipel V, Rooze M: The capsular ligaments of the wrist: morphology, morphometry and clinical applications. Surg Radiol Anat 21:175–180, 1999.
- [17] Renoux J, Zeitoun-Eiss D, Brasseur JL: Ultrasonographic study of wrist ligaments: review and new perspectives. Semin Musculoskelet Radiol 13:55–65, 2009.
- [18] Ringler MD: MRI of wrist ligaments. J Hand Surg [Am] 38:2034–2046, 2013.
- [19] Hagert E: Proprioception of the wrist joint: a review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. J Hand Ther 23:2–16, 2010.
- [20] Salva-Coll G, Garcia-Elias M, Hagert E: Scapholunate instability: proprioception and neuromuscular control. J Wrist Surg 2:136–140, 2013.
- [21] BERGER R.A. Update, Scapholunate ligament. European Medical Bibliography (Hand Surg.), 1992, 2, 19–23.

- [22] BERGER, AMADIO, P.C., IMAEDA, T.C., CAHILL, D.R., COONEY, W.P. a An evaluation of the histology and material properties of the subregions of the scapholunate ligament, 7th international wrist inves–tigator workshop, Florida, oct 1 1991.
- [23] Bour C. Les instabilités post–traumatiques du carpe : Contribution au traitement de l'instabilité interne du carpe. Thèse Méd., Nancy, 1986.
- [24] HORII E., GARCIA–ELIAS M., AN K.N. et al. A kinematic study of lunotriquetral dissociations. *J Hand Surg.*, 1991, 16A, 355–362.
- [25] LICHTMAN D.M., SCHNEIDER J.R., SWAFFORD A.R. Ulnar midcarpal instability, clinical and laboratory analysis. *J. Hand Surg.*, 1981, 9, 350–357.
- [26] VIEGAS SF., PATTERSON R.M., HOKANSON J.A., DAVIS J.D., Wrist anatomy: Incidence, distribution, and correlation of anatomic variations, tears, and arthrosis. *J. Hand Surg.*, 1993, 18A, 463–475.
- [27] WRIGHT T.W., DEL CHARCO M., WHEELER D. — Incidence of ligament lesions and associated degenerative changes in the elderly wrist. *J. Hand Surg.*, 1994, 19A, 313–318.
- [28] Kuhlmann JN, Fahrer M, Kapandji IA, Tubiana R. Stabilité du poignet normal. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*, 2. Paris: Masson; 1984. p. 808–21.
- [29] Viegas SF. The dorsal ligaments of the wrist. *Hand Clin* 2001;17:65–75.
- [30] León–Lopez MM, Salvá–Coll G, Garcia–Elias M, et al: Role of the extensor carpi ulnaris in the stabilization of the lunotriquetral joint. An experimental study. *J Hand Ther* 26:312–317, 2013.
- [31] Scalcione LR, Gimber LH, Ho AM, et al: Spectrum of carpal dislocations and fracture–dislocations: imaging and management. *AJR Am J Roentgenol* 203:541–550, 2014.

- [32] Mestdagh H (1982) The dorsal arterial network of the wrist with reference to the blood supply of the carpal bones. *Acta Morph Neerl Scand* 17: 73–80.
- [33] Kauer JM: Functional anatomy of the wrist. *Clin Orthop Relat Res* 149:9–20, 1980.
- [34] Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout J, Bryan R. Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification and pathomechanics. *J Bone Joint Surg* 1972;54A:1612–32.
- [35] Riemann BL, Lephart SM: The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train* 37:71–79, 2002.
- [36] Crisco JJ, Heard WM, Rich RR, et al: The mechanical axes of the wrist are oriented obliquely to the anatomical axes. *J Bone Joint Surg Am* 93:169–177, 2011.
- [37] Rainbow MJ, Crisco JJ, Moore DC, et al: Elongation of the dorsal carpal ligaments: a computational study of in vivo carpal kinematics. *J Hand Surg [Am]* 37:1393–1399, 2012.
- [38] Short WH, Werner FW: The biomechanics of the scapholunate joint. In Shin AY, Day CS, editors: *Epub–Advances in scapholunate ligament treatment*, Chicago IL, 2014, American Society for Surgery of the Hand, pp 21–33.
- [39] Garcia–Elias M, Lluch L, Ferreres A, et al: Treatment of radiocarpal degenerative osteoarthritis by radioscapolunate arthrodesis and distal scaphoidectomy. *J Hand Surg [Am]* 30:8–15, 2005.
- [40] Moojen TM, Snel JG, Ritt MJPF, et al: In vivo analysis of carpal kinematics and comparative review of the literature. *J Hand Surg [Am]* 28:81–87, 2003.
- [41] Gupta A: Factors affecting the sagittal alignment of the lunate. *J Hand Surg Eur* Vol 32:155–159, 2007.

- [42] Sulkers GS, Schep NW, Maas M, et al: The diagnostic accuracy of wrist cineradiography in diagnosing scapholunate dissociation. *J Hand Surg Eur Vol* 39:263–271, 2014.
- [43] Lluch A, Hooper G, Kapandji A, et al: Terminology for hand surgery. Nomenclature Committee of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand. London: Hartcourt Health Sciences, 2011.
- [44] Brigstocke GH, Hearnden A, Holt C, et al: In-vivo confirmation of the use of the dart thrower's motion during activities of daily living. *J Hand Surg Eur Vol* 39:373–378, 2014.
- [45] Moritomo H, Murase T, Arimitsu S, et al: Change in the length of the ulnocarpal ligaments during radiocarpal motion: possible impact on triangular fibrocartilage complex foveal tears. *J Hand Surg [Am]* 33:1278–1286, 2008.
- [46] Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK: Three–ligament tenodesis for the treatment of SL dissociation: indications and surgical technique. *J Hand Surg [Am]* 31:125–134, 2006.
- [47] Dobyns JH, Linscheid RL: A short history of the wrist joint. *Hand Clin* 13:1–12, 1997.
- [48] Salva-Coll G, Garcia-Elias M, Leon-Lopez MT, et al: Effects of forearm muscles on carpal stability. *J Hand Surg Eur Vol* 36:553–559, 2011.
- [49] Anatomy and Biomechanics Committee of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand: Definition of carpal instability. *J Hand Surg [Am]* 24:866–867, 1999.
- [50] Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate. *J Hand Surg [Am]* 2002;27:991–1002.

- [51] Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: Part II. *J Hand Surg [Am]* 2005;**30**:24–34.
- [52] Short WH, Werner FW, Green JK, Sutton LG, Brutus JP. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: part III. *J Hand Surg [Am]* 2007;**32**:297–309.
- [53] Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NL, Patterson RM. The dorsal ligaments of the wrist: anatomy, mechanical properties, and function. *J Hand Surg [Am]* 1999;**24**:456–68.
- [54] Ritt MJPF, Linscheid RL, Cooney WP, Berger RA, An K–N. The lunotriquetral joint: Kinematic effects of sequential ligament sectioning, ligament repair, and arthrodesis. *J Hand Surg* 1998;**23**:432–45.
- [55] Wahegaonkar AL, Mathoulin CL: Arthroscopic dorsal capsulo–ligamentous repair in the treatment of chronic scapho–lunate ligament tears. *J Wrist Surg* 2:141–148, 2013.
- [56] Garcia–Elias M: The non–dissociative clunking wrist: a personal view. *J Hand Surg Eur Vol* 33:698–711, 2008.
- [57] Wolfe SW, Garcia–Elias M, Kitay A: Carpal instability nondissociative. *J Am Acad Orthop Surg* 20:575–585, 2012.
- [58] Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD. Ulnar–sided perilunate instability: An anatomic and biomechanic study. *J Hand Surg [Am]* 1990;**15**:268–78.
- [59] Majima M, Horii E, Matsuki H, et al: Load transmission through the wrist in the extended position. *J Hand Surg [Am]* 33:182–188, 2008.
- [60] Viegas SF, Patterson RM, Todd PD, et al: Load mechanics of the midcarpal joint. *J Hand Surg [Am]* 18:14–18, 1993.

- [61] Taleisnik, Perilunate dislocations of the wrist. New York, Churchill–Livingstone, 1985, 195–228.
- [62] MAYFIELD J.K. Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop., 1980 Jun; (149): 45–54.
- [63] Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RK. Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunar instability. J Hand Surg Am 1980;5:226–41.
- [64] Johnson R. The acutely injured wrist and its reduals. Clin Orthop 1980;149:33–44.
- [65] Aitken A, Nalebuff E. Volar transnavicular perilunar dislocation of the carpus. J Bone Joint Surg 1960;42A:1051–7.
- [66] LINSCHIED R.L. Scapholunate ligamentous instabilities (dissociations, subdislocations, dislocations). Ann Chir Main., 1984,3(4): 323–30
- [67] REAGAN D.S., LINSCHIED R.L., DOBYNS J.H. Luno–triquetral sprains. J Hand Surg., 1984,(9) A: 502–5/4.
- [68] LABBE J.L., VACHAUD M., ROUGE D., FICAT T P. Trans–scapho perilunar dislocations with internal instability of the carpal bones. Rev chir orthop Reparatrice Appar Mot., 1986, 72(1): 53–62.
- [69] MATHOULIN C., SAFFAR P., ROUKOZ S. Les instabilités luno–triquétrales. Ann chir Main et Mb sup., 1990, 9, 1: 22–28.
- [70] LAULAN J., AMSALLEM G.,GUEDEGBE F., BURDIN P. Mécanisme des luxations rétro–lunaires du carpe, A propos d'un cas démonstratif. Communication,28° congrès de la s.F.C.M(GEM)., 1992.
- [71] CLEMENT P. Contribution à l'étude des lésions ligamentaires médiales dans les traumatismes du carpe. Thèse de médecine, 1995, Tours.
- [72] HERZBERG G, JOUDET T (1999) Entorses, subluxations et luxations du carpe. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14–046–C–10, 13 p.

- [73] Herzberg G. Acute Dorsal Trans–scaphoid Perilunate Dislocations: Open Reduction and Internal Fixation. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2000;4:2–13.
- [74] Herzberg G, Forissier D: Acute dorsal trans–scaphoid perilunate fracture–dislocations: medium–term results. *J Hand Surg [Br]* 27:498–502, 2002.
- [75] HERZBERG, STADLER, NARAKAS, ALNOT, DUNAUD, ALLIEU, COMTET. Les luxations péri–lunaires du carpe: classification et indications thérapeutiques dans les cas frais et anciens. Etude multicentrique. Communication GEM. 1986.
- [76] Witvoet J, Allieu Y. Lésions traumatiques fraîches du semi–lunaire. *Rev Chir Orthop* 1973;59:98–125.
- [77] STANIFORTH P. Scaphoid fractures and wristpain–time for new thinking *Injury*, 1999;22:435–6.
- [78] LACOUR.C, DE PERETTI.F, BARRAUD.O, GIBOIN.P, PEQUIGNOT.J.P, ARGENSON.C. Luxations péri–lunaires du carpe. Intérêt du traitement chirurgical. *Revue de chirurgie orthopédique*, 1993, 79, 114–123.
- [79] FAHID.I, KUHLIVIANN.JN, DEMA Y. Ph, BAUX.S Fracture luxation trans–scapho–triquéto–rétrolunaire : à propos d’un cas *Ann. Chir Main*, 1993, 12, n03, 224–229.
- [80] FIKRY.T, LAMINE.A, I–IRFAOUI.A, DKHISSI.M, ESSADKI.B, ZRYOUIL.B, TRAFEH.M. Luxations péri–lunaires du carpe. Etude clinique(à propos de 39 cas) *Acta Orthopaedica Belgica*, vol 59, 3, 1993.
- [81] HERZBERG.G, COMTET.J.J, Intérêt de la voie postérieure dans le traitement des luxations trans–scaphorétrolunaires du carpe. Etude prospective à propos de 11 cas. Communication GEM. 1989.
- [82] LUKASIEWICZ.M, VOCHE.Ph, DUPUY.M, DAUTEL.G, MERE.M, Luxations et fractures luxations péri–lunaires du carpe : conduite thérapeutique d’après une série de 16 cas. SOFCOT.68ème réunion annuelle, 1993, 159–160.

- [83] RAFFOUL.W, PAGES.J–C, EGLOFF.D.V Etude rétrospective de 18 cas de luxation trans–scapho–lunaire du carpe ; Swiss Meeting. 1997.
- [84] SCHERENBERG.F. Etude anatomo–radiologique des fractures du scaphoïde. Rev. Chir. Orthop. 1984, 70(supp 2) : 55–63.
- [85] Cheng CY, Hsu KY, Tseng IC, et al: Concurrent scaphoid fracture with scapholunate ligament rupture. Acta Orthop Belg 70:485–491, 2004.
- [86] Apergis E Garcia–Elias M, Mathoulin C, Scaphocapitate fracture–dislocation. In editors: Articular injury of the wrist, Stuttgart, 2014, Thieme, pp 61–65.
- [87] Van den Abbeele KLS, Loh YC, Stanley JK, et al: Early results of a modified Brunelli procedure for SL instability. J Hand Surg [Br] 23:258–261, 1998.
- [88] Inoue G, Kuwahata Y. Management of acute perilunate dislocations without fracture of the scaphoid. The Journal of Hand Surgery 1997;22(Br):647–52.
- [89] Zine Filali. N. Les luxations péri–lunaires du carpe (A propos de 6 cas). Thèse de médecine, Rabat, n°61, 2006.
- [90] Martinage A, Balaguer T, Chignon–Sicard B, Monteil M–C, Dréant N, Lebreton E. Luxations et fractures–luxations périlunaires du carpe, étude rétrospective d'une série de 14 cas. Chir Main 2008;27:31–9.
- [91] Laporte M, Michot A, Choughri H, Abi–Chahla M–L, Pelissier P., Perilunate dislocations and fracture–dislocations of the wrist, a review of 17 cases. Chir Main 2012;31:62–70.
- [92] D. Israel et al. Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 102 (2016) 256–261.
- [93] F.Boutayeb, A.Marzouki : Luxations et fractures–luxations perilunaires du carpe (à propos de 14 cas). Chirurgie de la Main. Volume 30, Issue 6, December 2011, Page 472.

- [94] Blum A, Walter F, Payafar A, Witte Y, Ludig T, Roland J. Radiography of the upper limb revisited: the shoulder and the wrist. *J Radiol* 2001;82:355–69; quiz 371–372.
- [95] Greenspan A. *Orthopedic imaging: a practical approach*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
- [96] Zeitoun F, Dubert T, Frot B, Laredo JD. Imaging of the wrist and of the hand: what is the best modality? *J Radiol* 2001; 82:335–52; quiz 353–354.
- [97] Bianchi S, Abdelwahab IF, Federici E. Unilateral os hamuli proprium simulating a fracture of the hook of the hamate: a case report. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst*.1990 Fall; 50:205–8.
- [98] Gilula LA. Carpal injuries: analytic approach and case exercises. *AJR Am J Roentgenol* 1979;133:503–17.
- [99] Drapé JL, Leblevec G, Godefroy D, Pessis E, Moutounet L, Chevrot A. Imagerie normale du poignet et de la main. Radiographies, arthrographie, échographie. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Radiodiagnostic. Squelette normal*, 30–320–A–10, 1999, 1–23.
- [100] Yang Z, Mann FA, Gilula LA, Haerr C, Larsen CF. Scaphopisocapitate alignment: criterion to establish a neutral lateral view of the wrist. *Radiology* 1997;205:865–9.
- [101] Smith DK, Gilula LA, Amadio PC. Dorsal lunate tilt (DISI configuration): sign of scaphoid fracture displacement. *Radiology* 1990; 176:497–9.
- [102] Glaude EL, Bacqueville E, Fontaine C, Cotten A. Traumatismes du membre supérieur. in : *Imagerie musculosquelettique. Pathologies générales*. A Cotten éditeur. Masson 2005:587–655.
- [103] Tiel–van Buul MM, van Beek EJ. Value of MR imaging in the detection of occult scaphoid fractures. *Radiology* 1998;206:291–2.

- [104] Fischer M, Sennwald G. Value of arthroscopy in diagnosis of carpal instability. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1993;25:39–41.
- [105] Whipple TL. The role of arthroscopy in the treatment of scapholunate instability. *Hand Clin* 1995;11:37–40.
- [106] Chen YC. Arthroscopy of the wrist and finger joints. *Orthop Clin North Am* 1979;10:723–33.
- [107] Schädel–Höpfner M, Junge A, Böhringer G. Scapholunate ligament injury occurring with scaphoid fracture, a rare coincidence? *J Hand Surg Br* 2005;30:137–42.
- [108] Mathoulin C. Apport de l'arthroscopie du poignet dans la prise en charge des lésions du ligament scapho–lunaire. *J Traumatol Sport* 2013;30:129–40.
- [109] Park MJ, Ahn JH. Arthroscopically assisted reduction and percutaneous fixation of dorsal perilunate dislocations and fracture–dislocations. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 2005;21:1153.e1–1153.e9.
- [110] Henry M. Arthroscopic treatment of acute scapholunate and lunotriquetral ligament injuries. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2003;13:48–55.
- [111] Bain GI, McGuire DT: Decision making for partial carpal fusions. *J Wrist Surg* 1:103–104, 2012.
- [112] Jones DB, Jr, Kakar S: Perilunate dislocations and fracture dislocations. *J Hand Surg [Am]* 37:2168–2173, 2012.
- [113] SAFAR.PH. Les luxations péri–lunaires du carpe. Communication GEM. 1986.
- [114] SCOTT.H, KOZIN. MD. Perilunate injuries : Diagnosis and treatment American academy of orthop. Surg. 1998, March/April. Vol: 6, n°2.
- [115] SUCJ, CHANG. MC., LIU. Y., LO. WH. Lunate and perilunate dislocation. *Chung Hua. 1. Hsueh Tsa Chih (Taipei)* 1996 nov., 58(5) : 348–354.

- [116] Bagheri F, Taraz–Jamshidi MH, Birjandinejad A, Sharifi–Daloei SR, MirkazemiM, Choghadeh MF, et al. Trans–scaphoid perilunate fracture–dislocation and isolated perilunate dislocations; surgical versus nonsurgical treatment. *Arch Bone Jt Surg* 2013;1:74–7.
- [117] Adkison JW, Chapman MW. Treatment of acute lunate and perilunate dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 1982;164:199–207.
- [118] Apergis E, Maris J, Theodoratos G, Pavlakis D, Antoniou N. Perilunate dislocations and fracture–dislocations. Closed and early open reduction compared in 28 cases. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1997;275:55e59.
- [119] Martinage A, Balaguer T, Chignon–Sicard B, Monteil M–C, Dréant N, Lebreton E. Luxations et fractures–luxations périlunaires du carpe, étude rétrospective d’une série de 14 cas. *Chir Main* 2008;27:31–9.
- [120] Forli A, Courvoisier A, Wimsey S, Corcella D, Moutet F. Perilunate Dislocations and Transscaphoid Perilunate Fracture–Dislocations: A Retrospective Study With Minimum Ten–Year Follow–Up. *J Hand Surg* 2010;35:62–8.
- [121] Knoll VD, Allan C, Trumble TE. Trans–Scaphoid Perilunate Fracture Dislocations: Results of Screw Fixation of the Scaphoid and Lunotriquetral Repair With a Dorsal Approach. *J Hand Surg* 2005;30:1145.e1–1145.e11.
- [122] Laulan J. Désaxation scapholunaire : physiopathologie et orientations thérapeutiques. *Chirurgie de la Main* 2009;28:192–206.
- [123] Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout J, Bryan R. Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification and pathomechanics. *J Bone Joint Surg* 1972;54A:1612–32.
- [124] Raff T, Hornung G, Germann G. Perilunate dislocations and fracture–dislocations: a review of 42 patients. *J Hand Surg* 1996;21B:34–34.

- [125] Kim JP, Lee JS, Park MJ. Arthroscopic Reduction and Percutaneous Fixation of Perilunate Dislocations and Fracture–Dislocations. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 2012;28:196–203.e2.
- [126] Trumble T, Verheyden J. Treatment of isolated perilunate and lunate dislocations with combined dorsal and volar approach and intraosseous cerclage wire. *J Hand Surg [Am]* 29:412–417, 2004.
- [127] Weil WM, Slade JF, 3rd, Trumble TE: Open and arthroscopic treatment of perilunate injuries. *Clin Orthop Relat Res* 445:120–132, 2006.
- [128] Masméjean E, Delpit X. Luxation intracarpienne. *Cours Européen de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la main, s. d., p. 225–9.*
- [129] Cesari B, Alnot J, Oberlin C. Perilunar dislocations of the carpus. Interest of an exclusive dorsal approach. *J Hand Surg* 1996;21Br:34–5.
- [130] Kremer T, Wendt M, Riedel K, Sauerbier M, Germann G, Bickert B. Open Reduction for Perilunate Injuries—Clinical Outcome and Patient Satisfaction. *J Hand Surg* 2010;35:1599–606.
- [131] Viegas S, Bean J, Schram P. Transscaphoid fracture/dislocations treated with open reduction and Herbert screw internal fixation. *J Hand Surg* 1987;12A:992–9.
- [132] Sotereanos DG, Mitsionis GJ, Giannakopoulos PN, Tomaino MM, Herndon JH. Perilunate dislocation and fracture dislocation: A critical analysis of the volar–dorsal approach. *J Hand Surg* 1997;22:49–56.
- [133] Szabo RM. Scapholunate Ligament Repair With Capsulodesis Reinforcement. *J Hand Surg* 2008;33:1645–54.
- [134] Bahri H, Maalla R, Baccari S, Daghfous M, Tarhouni L. Les luxations transscaphopérilunaires du carpe. Traitement en deux temps. *Chir Main* 2000;19:181–6.

- [135] Wodecki P, Guigui P, Masméjean E. Luxation transscaphocapitale antélunaire du carpe": une nouvelle variété, une nouvelle approche. *Chir Main* 2002;21:143–7.
- [136] Amar MF, Loudyi D, Chbani B, Bennani A, Boutayeb F. Luxation transscapholunaire antérieure du carpe. À propos d'un cas. *Chir Main* 2009;28:374–7.
- [137] Masméjean E, Romano S, Saffar P. Palmar perilunate fracture–dislocation of the carpus. *J Hand Surg* 1998;23(Br):264–5.
- [138] Inoue G, Tanaka Y, Nakamura R. Treatment of trans–scaphoid perilunate dislocations by internal fixation with the Herbert screw. *J Hand Surg* 1990;15B:449–54.
- [139] Saffar P. Luxation du carpe et instabilité résiduelle. *Ann Chir Main* 1984;3:349–52.
- [140] Minami A, Kaneda K. Repair and/or reconstruction of scapholunate interosseous ligament in lunate and perilunate dislocations. *J Hand Surg* 1993;18:1099–106.
- [141] Budoff JE. Treatment of Acute Lunate and Perilunate Dislocations. *J Hand Surg* 2008;1424–32.
- [142] Souer JS, Rutgers M, Andermahr J, Jupiter JB, Ring D. Perilunate Fracture–Dislocations of the Wrist: Comparison of Temporary Screw Versus K–Wire Fixation. *J Hand Surg* 2007;32:318–25.
- [143] Dellon A. Partial dorsal wrist denervation: resection of the distal posterior interosseous nerve. *J Hand Surg* 1985;10A:527–33.
- [144] FENTON RL., The naviculo–capitate fracture syndrome, 1956; *J Bone Joint Surg Am* 38: 681–684.
- [145] L. Ameziane , A. Marzouki, S.–M. Souhail, A. Daoudi, O. Agoumi ; Le syndrome de Fenton ou fracture scaphocapitale (à propos d'un cas) ; Fenton's syndrome (a case report)

- [146] JONES GB., An unusual fracture–dislocation of the carpus. *J Bone Joint Surg [Br]*; 1955 ; 37:146–147.
- [147] Larsen CF, Amadio PC, Gilula LA, Hodge JC. Analysis of carpal instability: I. Description of the scheme. *J Hand Surg* 1995;20:757–64.
- [148] Pilny J, Kubes J, Cizmar I, Visna P. Our experience with repair of the scapholunate ligament using the Mitek bone anchor. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2005;72:381–6.
- [149] Le Nen D, Richou J, Simon E, Le Bourg M, Najihi N, De Bodman C, Bacle G, Saint–Cast Y, Obert L, Saraux A, Bellemère P, Dréano T, Laulan J. Poignet arthrosique. I – Le poignet dégénératif : méthodes thérapeutiques chirurgicales. *Rev Chir Orthop et Trauma* 2011; 97:S108–S113.
- [150] Laulan J, Bacle G, de Bodman C, Najihi N, Richou J, Simon E, Saint–Cast Y, Obert L, Saraux A, Bellemère P, Dréano T, Le Bourg M, Le Nen D. Poignet arthrosique. II – Le poignet dégénératif : indications des différents traitements chirurgicaux. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* 2011;97:S114–S119.
- [151] Inoue G. late treatment of unreduced perilunate dislocations. *J Hand Surg Br*; 1999; 24:221–5.
- [152] Pervaiz K, Bowers WH, Isaacs JE, Owen JR, Wayne JS. Range of motion effects of distal pole scaphoid excision and triquetral excision after radioscapholunate fusion: a cadaver study. *J Hand Surg Am* 2009;34:832–7.
- [153] Scobercea RG, Budoff JE, Hipp JA. Biomechanical effect of triquetral and scaphoid excision on simulated midcarpal arthrodesis in cadavers. *J Hand Surg Am* 2009;34:381–6.
- [154] Iwasaki N, Genda E, Barrance PJ, Minami A, Kaneda K, Chao EY. Biomechanical analysis of limited intercarpal fusion for the treatment of Kienböck’s disease: a three–dimensional theoretical study. *J Orthop Res* 1998;16:256–63.

- [155] Ashmead D, Watson H, Damon C, Herber S, Paly W. Scapholunate advanced collapse wrist salvage. *J Hand Surg* 1994;19A:741–50.
- [156] Tang P, Wei D, Ueba U, Gardner T, Strauch, RJ, Rosenwasser MP. Congrès annuel de l'ASSH San Francisco, Septembre 2009.
- [157] Blankenhorn BD, Pfaeffle HJ, Tang P, Robertson D, Imbriglia J, Goitz RJ. Carpal kinematics after proximal row carpectomy. *J Hand Surg Am* 2007;32:37–46.
- [158] Richou J, Moineau G, Gérard R, Lecourgrandmaison F, Louboutin H, Hu W, et al. Résection de la première rangée des os du carpe: revue de 45 cas à moyen et long termes. *Rev Chir Orthop* 2009;95:S139–45.
- [159] Jebson PJ., Hayes EP, Engber WD. Proximal row carpectomy: a minimum 10-year follow-up study. *J Hand Surg* 2003;28:561–9.
- [160] Della Santa DR, Sennwald GR, Mathys L, Glauser T, Fusetti C, Beaulieu J-Y. Proximal row carpectomy in emergency. *Chir Main* 2010;29:224–30.
- [161] Van Kooten EO, Coster E, Segers MJM, Ritt MJPF. Early proximal row carpectomy after severe carpal trauma. *Injury* 2005;36:1226–32.
- [162] Wilhelm A. Articular denervation and its anatomical foundation. A new therapeutic principle in hand surgery. On the treatment of the later stages of lunatomalacia and navicular pseudarthrosis [in german]. *Helfe Unfallheilkd* 1966;86:1–109.
- [163] Simon E. La dénervation totale du poignet dans la prise en charge du poignet douloureux chronique. Thèse de Doctorat en Médecine. Université de Bretagne Occidentale, 2009.
- [164] Simon E, Zemirline A, Richou J, Hu W, Le Nen D. La dénervation totale du poignet : une étude rétrospective de 27 cas au recul moyen de 77 mois. *Chir Main* 2012.

- [165] Rothe M, Rudolf K, Partecke B. Long-term results following denervation of the wrist in patients with stages II and III SLAC-/SNAC-wrist. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2006;38:261–6.
- [166] Bazelli R, Lascar T, Laulan J. Arthrodèses du poignet": partielles ou totales"? *Chir Main* 2000;19:331.
- [167] Huard S, Rochet S, Lepage D, Garbuio P, Obert L. Nouveau traitement de la maladie de Kienböck avancée : remplacement du semi-lunaire par greffon cartilagineux costal. *Chir Main* 2011;30:211–7.
- [168] Gindraux F, Rochet S, Garbuio P, Tropet Y, Lepage D, Obert L. Post traumatic arthritis of radio carpal joint treated by chondro costal graft: preliminary evaluation of 22 patients. *Bone* 2010;47:S74.
- [169] Pierrart J, Rousselon T, Masméjean E. Nouvelles perspectives devant une arthrose globale post-traumatique du poignet : interposition d'un implant en pyrocarbone (Amandys) : revue d'une série de 8 cas. *Rev Chir Orthop et Trauma* 2011;97:S269.
- [170] Watson HK, Ashmead D 4th, Makhlouf MV. Examination of the scaphoid. *J Hand Surg Am* 1988;13:657–60.
- [171] Lutz M., Arora R., Kammerlander C., Gabl M., Pechlaner S. [Stabilization of perilunate and transscaphoid perilunate fracture–dislocations via a combined palmar and dorsal approach] *Oper Orthop Traumatol* 2009 ; 21 : 442–458.
- [172] M.F.Amar, S.Almoubaker, B.Chbani, A.Marzouki, F.Boutayeb. Mémoire : Traitement chirurgical des luxations et fractures–luxations périlunaires du carpe. Étude rétrospective d'une série de 12 cas. *Journal de Traumatologie du Sport*, Volume 27, Issue 2, Juin 2010, Pages 52–57.

- [173] Capo JT, Corti SJ, Shamian B, Nourbakhsh A, Tan V, Kaushal N, et al. Treatment of dorsal perilunate dislocations and fracture–dislocations using a standardized protocol. *Hand* 2012;7:380–7.
- [174] Chou YC, Hsu YH, Cheng CY, Wu CC. Percutaneous screw and axial Kirschner wire fixation for acute transscaphoid perilunate fracture dislocation. *J Hand Surg Am* 2012;37:715–20.
- [175] GREEN DP., O'BRIENT ET. Classification and management of carpal dislocations. *Clin Orthop* 1980 Jun, (149): 55–72.
- [176] GREEN DP., O'BRIENT ET. Open reduction of carpal dislocations: Indication and operative techniques. *J Hand Surg.*, 1978 May. 3(3) / 250–265
- [177] Lichtman DM, Mack GR, MacDonald RI, Gunther SF, Wilson JN. Kienbock´s disease : the role of silicone replacement arthroplasty. *J Bone Jt Surg Am.* 1977; 59(7):899–908.
- [178] Fontaine C., Kienböck´s disease; *Chirurgie de la Main.* 2015; 34(1):4–17.
- [179] Rhee PC, Jones DB, Moran SL. The Effect of lunate morphology in Kienböck disease. *The Journal of Hand Surgery.* 2015. 40(4): 738–744.
- [180] Steven D. Waldman MD, JD; *Atlas of Uncommon Pain Syndromes: Avascular Necrosis of the Scaphoid*, Elsevier 2020; p 206–208.
- [181] Kitay A, Wolfe SW: Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. *J Hand Surg [Am]* 37:2175–2196, 2012.
- [182] Rohman EM, Agel J, Putnam MD, et al: Scapholunate interosseous ligament injuries: a retrospective review of treatment and outcomes in 82 wrists. *J Hand Surg [Am]* 39:2020–2026, 2014.
- [183] Watson HK, Weinzweig J, Zeppieri J: The natural progression of scaphoid instability. *Hand Clin* 13:39–49, 1997.

- [184] Lluch A: Osteoarthritis of the wrist and DRUJ. In Trail IA, Fleming ANM, editors: Disorders of the hand, Volume 3: Inflammation, arthritis and contractures, London, 2015, Springer–Verlag, pp 41–69.
- [185] Sauvé PS, Rhee PC, Shin AY, et al: Examination of the wrist: radial–sided wrist pain. J Hand Surg [Am] 39:2089–2092, 2014.
- [186] Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. J Hand Surg Am 1984;9:358–65.
- [187] Christodoulou L, Bainbridge LC: Clinical diagnosis of triquetrolunate ligament injuries. J Hand Surg [Br] 24:598–600, 1999.
- [188] Rhee PC, Sauvé PS, Lindau T, et al: Examination of the wrist: ulnar–sided wrist pain due to ligamentous injury. J Hand Surg [Am] 39:1859–1862, 2014.
- [189] Murray PM, Palmer CG, Shin AY: The mechanism of ulnar–sided perilunate instability of the wrist: a cadaveric study and 6 clinical cases. J Hand Surg [Am] 37:721–728, 2012.
- [190] Bellot F, Tran Van F, Leroy N, Blejwas D, Mertl P.[Peri–lunate wrist dislocation: long–term outcome].Rev Chir Orthop 2003;89:320–32.
- [191] McAUSLAND W.R. Perilunate dislocations of the carpal bones and dislocation of the lunate bone, 1944, 79, 256–266.
- [192] Russel T.B. Intercarpal dislocations and fracture–dislocations 1949, 4, 524–531.
- [193] CAMPBELL. RD. LANE (Lunate and perilunate dislocations. J Bone .Joint Surg (Br). 1964.46, 55–72.
- [194] VERGUES M M.J. Les luxations peri lunaires des os du carpe : devenir et traitement. Montpellier Chir, 1970.16. 181–199.
- [195] RAWLINGS. The management of dislocations of the carpal lunate. Injurs, 1981. 12. 319–331.

- [196] Panting A, Lamb D, Noble J et al. Dislocations of the lunate with and without fracture of the scaphoid. *J Bone J Surg* 1984 ; 66B : 391–5.
- [197] PRIGNACCHI V. ZAPPOLIS. Contributo allo studio della lussazione retrolunare del carpo associata a frattura dello scafoide ,1953. 308–326.
- [198] X Demondion, N Boutry, C Khalil et A Cotten ; *Les radiographies simples du poignet et de la main ; Éditions Françaises de Radiologie ;Elsevier Masson ; J Radiol* 2008;89:640–53.
- [199] N. Zee et J.–L. Drapé ; *IRM en pratique clinique : Chapitre 15 :IRM du poignet et de la main ; Elsevier Masson* 2017 ; p215–233.
- [200] Damien Cheval. Étude rétrospective de 59 luxations et fractures–luxations périlunaires du carpe opérées depuis 18 ans dans le Finistère. *Chirurgie*. 2012. Dumas–00833727.
- [201] F. Dubrana, D. Le Nen, F.–X. Gunepin et C. Lefèvre ; *Manuel des voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique, Chapitre 5 : Le poignet ; Elsevier Masson, 2^{ème} édition* 2014 ; 39–50