



**Université Lille 2**  
**Droit et Santé**

UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE  
**FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année : 2017

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Comparaison des voies supéro-latérales classique et mini-invasive  
dans les ostéosynthèses par plaque verrouillée des fractures de  
l'Extrémité Supérieure de l'Humérus. A propos de 43 cas.**

Présentée et soutenue publiquement le 17 novembre 2017 à 18h00  
Au Pôle Recherche  
**Par Louis Hustin**

---

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur CHANTELOT**

**Assesseurs :**

**Monsieur le Professeur MAYNOU**

**Monsieur le Professeur DEMONDION**

**Directeur de Thèse :**

**Madame le Docteur GUERRE**

---

## **Avertissement**

**La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.**

## Liste des abréviations

AO	Arbeitsgemeinschaft Für Osteosynthesefragen (Association pour l'étude de l'Ostéosynthèse)
CSA	Conflit sous-acromial
DP	Delto-pectorale
EAA	Elévation antérieure active
EMG	Electromyogramme
ESH	Extrémité supérieure de l'humérus
MI	Mini-Invasive
MIPO	Minimally-invasive plate osteosynthesis (ostéosynthèse par plaque mini-invasive)
ONATH	Ostéonécrose aseptique de la tête humérale
SDRC 1	Syndrome douloureux régional complexe de type 1.
TDM	Tomodensitométrie.
VC	Voie Classique

## Table des matières

<b>Résumé .....</b>	<b>1</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>Généralités .....</b>	<b>5</b>
I. Anatomie.....	5
A. Ostéologie .....	5
B. Complexe articulaire de l'épaule .....	5
C. Myologie .....	6
D. Vascularisation .....	6
E. Anatomie Nerveuse.....	6
II. Physiopathologie .....	7
A. Fracture de l'extrémité proximale de l'humérus .....	7
B. Lésions associées.....	8
1. Lésions nerveuses .....	8
2. Lésions vasculaires.....	9
III. Diagnostic clinique et paraclinique .....	9
A. Clinique .....	9
B. Paraclinique.....	10
IV. Classifications.....	13
A. La classification de Neer .....	13
B. La classification de l'AO (Arbeitsgemeinschaft Für Osteosynthesefragen).....	14
C. Autres classifications.....	15
V. Eléments de thérapeutique.....	16
A. Différents types de traitements.....	16
1. Traitement non chirurgical.....	16
2. Ostéosynthèses .....	16
a) Ostéosynthèses percutanées :.....	16
b) Enclouage centro-médullaire.....	16
c) Ostéosynthèse par plaque .....	17
<i>i. Plaques non verrouillées :</i> .....	17
<i>ii. Plaques verrouillées :</i> .....	17
3. Arthroplasties .....	17
B. Voies d'abord.....	17
1. Delto-pectorale.....	17
2. Supéro-latérale classique.....	18
3. Supéro-latérale mini-invasive.....	18
<b>Matériels et méthodes.....</b>	<b>20</b>
I. Patients.....	20
II. Technique opératoire .....	20
A. Voie supéro-latérale classique .....	20
1. Incision cutanée .....	20
2. Exposition.....	20
3. Réduction .....	23
4. Pose du matériel et fixation .....	23
5. Fermeture.....	25

B.	Voie d'abord mini-invasive (45).....	25
1.	Incision cutanée.....	25
2.	Exposition et Réduction.....	25
3.	Pose du matériel et fixation.....	25
4.	Vissage distal.....	25
a)	Technique utilisant l'ancillaire spécifique.....	25
b)	Technique sans ancillaire.....	26
5.	Fermeture.....	27
	Soins post-opératoires.....	27
III.	Type d'étude et protocole.....	28
IV.	Variables étudiées.....	28
A.	Caractéristiques.....	28
1.	Démographiques.....	28
2.	De la fracture.....	28
a)	Cliniques.....	28
b)	Radiologiques.....	28
V.	Critères de jugement.....	29
A.	Scores fonctionnels.....	29
1.	Score de Constant.....	29
2.	DASH.....	29
3.	SSV.....	29
B.	Complications.....	29
1.	Liées au matériel.....	29
2.	Autres.....	30
C.	Reproductibilité des critères radiographiques.....	32
1.	Complications.....	32
2.	Autres critères : valeur pronostique.....	32
D.	Taux de réintervention.....	35
VI.	Recueil des données.....	35
VII.	Analyses statistiques.....	37
	<b>Résultats.....</b>	<b>39</b>
I.	Descriptif global.....	39
	Comparabilité des groupes.....	40
	Scores fonctionnels.....	40
	Complications.....	40
II.	Comparaison des groupes sur les critères de jugement.....	43
A.	Scores Fonctionnels.....	43
	Items du score de Constant :.....	43
B.	Complications.....	46
	Omarthrose.....	46
	Cal vicieux.....	46
	Conflit sous-acromial.....	46
	Effraction articulaire.....	46
	Complications toutes confondues.....	47
	Corrélation entre complications et score fonctionnel (Corrélation de Spearman).....	50
III.	Etude de Concordance des mesures Radiographiques.....	51
A.	Concordance Intra-Observateurs.....	51
B.	Concordance Inter-Observateurs.....	52
	Lien entre facteurs radiologiques et scores fonctionnels :.....	52
IV.	Reprises.....	53
	<b>Discussion.....</b>	<b>55</b>
I.	Résultats fonctionnels.....	55

---

A.	Comparaison des voies.....	55
B.	Résultats Globaux.....	56
1.	Constant.....	56
2.	DASH.....	57
II.	Complications.....	59
A.	Comparaison des voies.....	59
B.	Résultats globaux.....	60
1.	Taux global de complications.....	60
2.	Cal Vicieux.....	61
3.	Conflit sous-acromial.....	61
4.	Effraction articulaire.....	61
5.	Lyse tubérositaire.....	62
6.	Taux de reprise.....	62
7.	ONATH.....	62
	Lésions du Nerf axillaire.....	65
III.	Facteurs radiographiques :.....	69
	Classifications.....	72
	Limites.....	73
	Points forts.....	74
	<b>Conclusion.....</b>	<b>75</b>
	<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>76</b>
	<b>Annexes.....</b>	<b>80</b>
	Annexe 1 : Classification de l'AO.....	81
	Annexe 2 : Classification selon Codman.....	82
	Annexe 3 : Score de Constant-Murley.....	83
	Annexe 4 : DASH.....	86

## RESUME

**Contexte :** Les techniques mini-invasives (MI) peuvent présenter des avantages dans les ostéosynthèses par plaque de fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus (ESH) par rapport aux voies d'abord classiques. L'objectif de l'étude était de comparer les résultats à moyen terme chez les patients opérés par voie supéro-latérale MI et classique. L'objectif secondaire était d'évaluer les résultats globaux de ce type d'ostéosynthèse, ainsi que la reproductibilité de facteurs radiographiques pronostiques.

**Méthode :** Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique, analytique, comparative. 43 patients ont été revus, dont 18 opérés par voie MI et 25 par voie classique. Les scores de Constant-Murley, DASH et SSV étaient établis et les complications classiques recherchées. 3 observateurs effectuaient la lecture de 10 critères radiographiques sur les clichés pré- et post-opératoires afin d'évaluer leurs reproductibilités.

**Résultats :** Aucune différence significative n'a été retrouvée sur les scores fonctionnels et les complications entre les 2 groupes. Seule la douleur était significativement moins importante dans le groupe MI. Le taux global de reprise était de 18,3%. Le constant pondéré moyen sur l'ensemble de la population était de  $80,1 \pm 20,2$ , le DASH de  $17,8 \pm 15,9$  et le SSV de  $73,2 \pm 19,5$ . La mesure de l'éperon métaphysaire possède de bonnes reproductibilités intra- et inter-observateurs. La concordance inter-observateur est en revanche moyenne à très faible pour tous les autres facteurs. La mesure de l'écart, de la comminution du calcar, le diagnostic d'une nécrose et d'une lyse tubérositaire possèdent une reproductibilité intra-observateur bonne à très bonne ; elle est en revanche moyenne à faible pour tous les autres facteurs étudiés.

**Conclusion :** Cette étude n'a pas démontré la supériorité d'une voie d'abord par rapport à l'autre. Ces résultats suggèrent que la voie MI est au moins égale à la voie classique. Cependant, étant donné le faible effectif de notre série, il peut exister une supériorité de la voie MI qui n'aurait pas été mise en évidence, comme le

suggère la littérature. Par ailleurs, les résultats des mesures radiographiques appuient l'intérêt de réaliser un TDM dans le bilan lésionnel initial.



## INTRODUCTION

Les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus représentent 5% de toutes les fractures chez l'adulte (1).

L'incidence de ces fractures est de 40 pour 100 000 patients de plus de 60 ans (2). Elles concernent volontiers les femmes, en période post-ménopausique (3).

Le taux des fractures de l'ESH pourrait tripler d'ici 2030 (4).

Il n'existe pas de consensus sur la prise en charge thérapeutique ; l'ostéosynthèse par plaque constitue un traitement validé, offrant de bons résultats cliniques, mais pouvant se solder de complications (5,6).

Certains auteurs comme Gardner et al. supposent que les mauvais résultats après ostéosynthèse par plaque sont dus à la dévascularisation des fragments ou à la lésion des vaisseaux irrigant la tête humérale lors de la dissection (7). Ceci va dans le sens d'un intérêt grandissant pour les aspects biologiques plus que mécaniques (4).

En outre, la voie supéro-latérale classique serait moins pourvoyeuse d'ostéonécrose aseptique de la tête humérale (ONATH) que la voie delto-pectorale, et ce notamment grâce à une moindre dissection (4). On peut alors supposer que les plus petites voies d'abord-telles que la voie supéro-latérale mini-invasive-, au cours desquelles une dissection moins étendue est réalisée, seraient encore moins pourvoyeuses d'ONATH. De plus, Sturzenegger et al. rapportent plus d'ONATH (jusqu'à trois fois plus) dans les techniques d'ostéosynthèse par plaque classique que dans les techniques mini-invasives (8).

Par ailleurs il existe des études comparant la voie delto-pectorale à la voie supéro-latérale mini-invasive (9) mais, à notre connaissance aucune série comparant les voies supéro-latérales classique et mini-invasive.

L'objectif principal de l'étude était de comparer les voies d'abord supéro-latérale classique et mini-invasive pratiquées pour l'ostéosynthèse par plaque verrouillée des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus en termes de résultats fonctionnels et de complications.

Notre hypothèse était que les résultats dans le groupe MI étaient au moins équivalents à ceux du groupe voie classique (VC).

Les objectifs secondaires de l'étude étaient d'évaluer la reproductibilité de l'interprétation des clichés radiographiques pré- et post-opératoires, ainsi que d'évaluer les résultats globaux à moyen terme des plaques Philos posées par voie supéro-latérales toutes confondues.

## GENERALITES

### I. Anatomie

#### A. Ostéologie

L'humérus est un os long dont l'épiphyse proximale est constituée d'une tête (représentant un tiers de sphère) et des tubérosités (ou tubercules), au nombre de 2 : majeure et mineure.

On décrit à l'extrémité proximale de l'humérus un col anatomique et un col chirurgical.

Le premier sépare la tête des tubérosités et le second sépare la diaphyse de l'ensemble tête-tubérosités (10).

#### B. Complexe articulaire de l'épaule

L'épaule est une articulation complexe composée de quatre éléments principaux :

- L'articulation sterno-claviculaire : articulation en selle, autorisant des mouvements de rotation autour de son axe, d'angulation dans le plan axial ainsi que dans le plan frontal.
- L'articulation gléno-humérale : il s'agit d'une articulation sphérique.

La tête humérale représente le tiers d'une sphère. La glène quant à elle présente une concavité dont le rayon de courbure est nettement supérieur à celui de la tête. Ces éléments sont responsables d'une faible congruence articulaire, gage d'amplitudes articulaires importantes mais pourvoyeuse d'instabilité.

- L'espace de glissement scapulo-thoracique.

- L'articulation acromio-claviculaire : de type plane, elle possède un disque. Elle est le siège de mouvements de glissements de faibles amplitudes (10).

### C. Myologie

Le muscle deltoïde s'insère proximale sur l'acromion en arrière et la clavicule en avant. Son insertion distale se fait sur la face latérale de la diaphyse humérale, au niveau de la tubérosité deltoïdienne de l'humérus.

Son innervation provient du nerf axillaire qui chemine à sa face profonde d'arrière en avant.

Il s'agit d'un muscle abducteur, rotateur médial (chef antérieur), rotateur latéral et élévateur antérieur du bras (10).

### D. Vascularisation

La vascularisation de la tête humérale est assurée par les vaisseaux circonflexes :

- L'artère circonflexe antérieure naît de l'artère axillaire, 1 cm en dessous du tendon du grand pectoral et chemine latéralement sous le tendon du subscapulaire ; sa position la rend particulièrement vulnérable dans les fractures de l'ESH et dans les interventions par voie delto-pectorale (7,10).
- L'artère circonflexe postérieure naît également de l'artère axillaire et possède un diamètre supérieur à celui de l'artère circonflexe antérieure ; elle chemine avec le nerf axillaire dans l'espace (ou quadrilatère) huméro-tricipital et passe avec lui derrière l'humérus.

Elles assurent la vascularisation de la tête humérale dans des proportions variables selon les sujets (11,12).

### E. Anatomie Nerveuse

Un intérêt particulier est porté sur le nerf axillaire, étant donné la fréquence de ses lésions (13).

Le nerf axillaire est un nerf mixte. Il reçoit des fibres nerveuses des racines cervicales C5 et C6. C'est une branche terminale du faisceau postérieur du plexus brachial.

Il naît dans le creux axillaire en avant du muscle sub-scapulaire et descend latéralement pour traverser l'espace huméro-tricipital, en dessous de la capsule de l'articulation gléno-humérale dont la proximité explique la susceptibilité de ce nerf aux lésions lors des fractures et luxations.

Il cravate la face postérieure du col chirurgical de l'humérus et se termine dans la face profonde du muscle deltoïde (10). La branche antérieure du nerf axillaire croise le raphe du muscle deltoïde 5 à 7 cm distalement par rapport à l'acromion, selon les études et environ 3,5 cm distalement par rapport au sommet du tubercule majeur (7)(14)(15).

Sur le plan moteur, il innerve le muscle deltoïde et le petit rond.

Sur le plan sensitif, il innerve la partie latérale du moignon de l'épaule via le nerf cutané supéro-latéral du bras. Ses branches destinées à la capsule et au ligament gléno-huméral inférieur permettent la proprioception de l'articulation gléno-humérale (16).

## II. Physiopathologie

### A. Fracture de l'extrémité proximale de l'humérus

Les fractures de l'extrémité proximale de l'humérus se produisent lors de traumatismes à haute énergie si l'os présente des caractéristiques mécaniques physiologiques. Par ailleurs, un traumatisme à faible énergie peut être responsable d'une telle fracture en cas d'ostéoporose, notamment chez le sujet âgé, et a fortiori chez la femme ménopausée (1).

Le mécanisme le plus souvent responsable de ces lésions est une chute sur le membre supérieur, en antépulsion/élévation ou abduction de l'épaule, et rotation interne du bras (17,18).

## B. Lésions associées

### 1. Lésions nerveuses

Des lésions du plexus brachial sont fréquemment retrouvées à l'EMG suite à une fracture de l'ESH.

La lésion nerveuse la plus fréquemment rencontrée après une fracture de l'ESH concerne le nerf axillaire : 42% des lésions du plexus brachial (14). Elle concernerait 53% des patients après une fracture de l'ESH d'après Visser et al. (13).

Les lésions du nerf axillaire, lorsqu'elles sont cliniquement parlantes, sont responsables d'une amyotrophie du deltoïde, d'un déficit d'abduction, ainsi que d'une hypoesthésie d'une petite zone du moignon de l'épaule (14).

Le mécanisme des lésions est le plus souvent lié à un étirement par le fragment diaphysaire, fréquemment responsable de lésions nerveuses combinées (cf figure 1).

Ces lésions sont spontanément résolutive dans la très grande majorité des cas (13).

Par ailleurs, le nerf axillaire est le nerf le plus souvent lésé au décours d'une intervention de l'épaule (19).

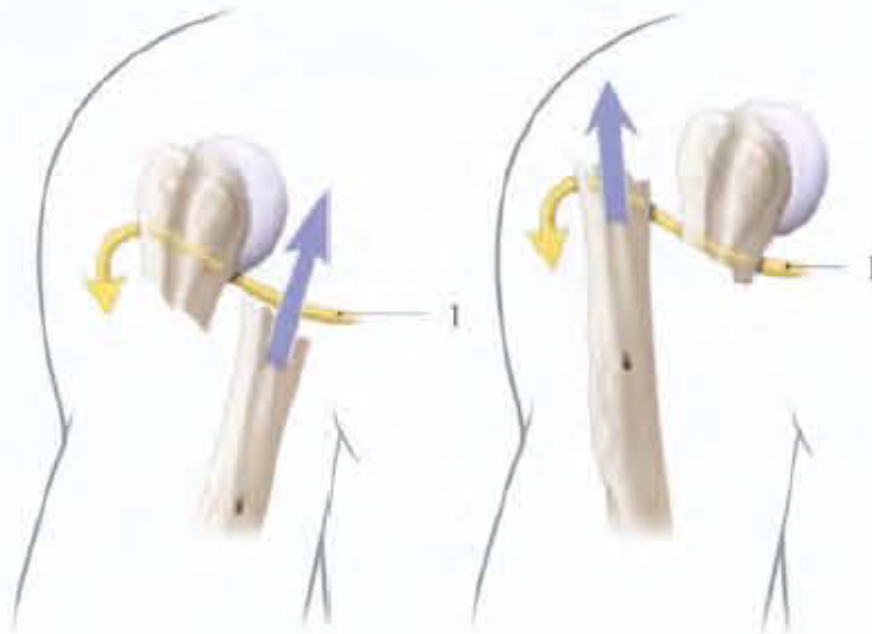


Figure 1 Illustration de mécanisme possible de lésion du nerf axillaire (in Kamina, Anatomie Générale-Membres)

## 2. Lésions vasculaires

Les lésions des vaisseaux circonflexes peuvent être responsables d'une dévascularisation de la tête pouvant conduire à une ostéonécrose aseptique de la tête humérale (ONATH).

Hertel a décrit dans son article de 2004 les principaux facteurs prédictifs de survenue d'une ONATH après une fracture de l'ESH (20):

- Eperon postéro-médial (ou extension métaphysaire) < 8 mm
- Non-respect de la charnière médiale (calcar)
- Type de fracture selon Codman

Les facteurs suivants sont peu ou non prédictifs :

- Existence d'une fracture à quatre fragments
- Déplacement angulaire de la tête
- Déplacement des tubérosités
- Existence d'une luxation concomitante à la fracture
- Existence d'un refend céphalique

## III. Diagnostic clinique et paraclinique

### A. Clinique

Le contexte clinique guide généralement le diagnostic. La situation la plus fréquente est celle d'une femme en période post-ménopausique, ayant présenté une chute récente de sa hauteur, sur le membre supérieur concerné. Le patient se présente alors en attitude des traumatisés du membre supérieur (21).

Il convient de rechercher cliniquement les éventuelles complications, notamment nerveuses. On recherche donc systématiquement une hypoesthésie du moignon de l'épaule évoquant une lésion du nerf axillaire ; ce signe est par ailleurs rarement présent même en cas de lésion ; l'examen sensitif est donc très peu sensible (13). Ainsi, l'absence de déficit sensitif n'écarte pas le diagnostic de lésion du nerf axillaire.

La recherche d'un déficit moteur du deltoïde possède en revanche une meilleure sensibilité (mais une spécificité faible). Mais elle est difficilement réalisable en contexte aigu, en raison des douleurs. Le testing peut ainsi être réalisé dans les jours qui suivent la chirurgie pour améliorer la fiabilité de l'examen (13).

Les autres nerfs du membre supérieur doivent être explorés cliniquement afin d'éliminer une autre atteinte voire une atteinte du plexus brachial : nerfs supra scapulaire, radial, musculo-cutané, médian et ulnaire.

## B. Paraclinique

Des radiographies standards de l'épaule traumatisée de face et de profil sont demandées. Le profil à réaliser en contexte traumatique est volontiers celui de Lamy car les autres nécessitent une mobilisation du membre traumatisé.

En cas de fracture mise en évidence sur les clichés standards, un examen tomodensitométrique doit être réalisé autant que possible.

Il s'agit en effet de l'examen optimal pour poser correctement le diagnostic, déterminer la configuration du (ou des) trait(s) de fracture ainsi que le déplacement des différentes structures anatomiques concernées (22).



Figure 2 Radiographie d'épaule droite de face et profil de Lamy montrant une fracture de l'ESH à deux fragments





*Figure 3 Radiographie d'épaule gauche de face montrant une fracture à 4 fragments impactée en valgus*

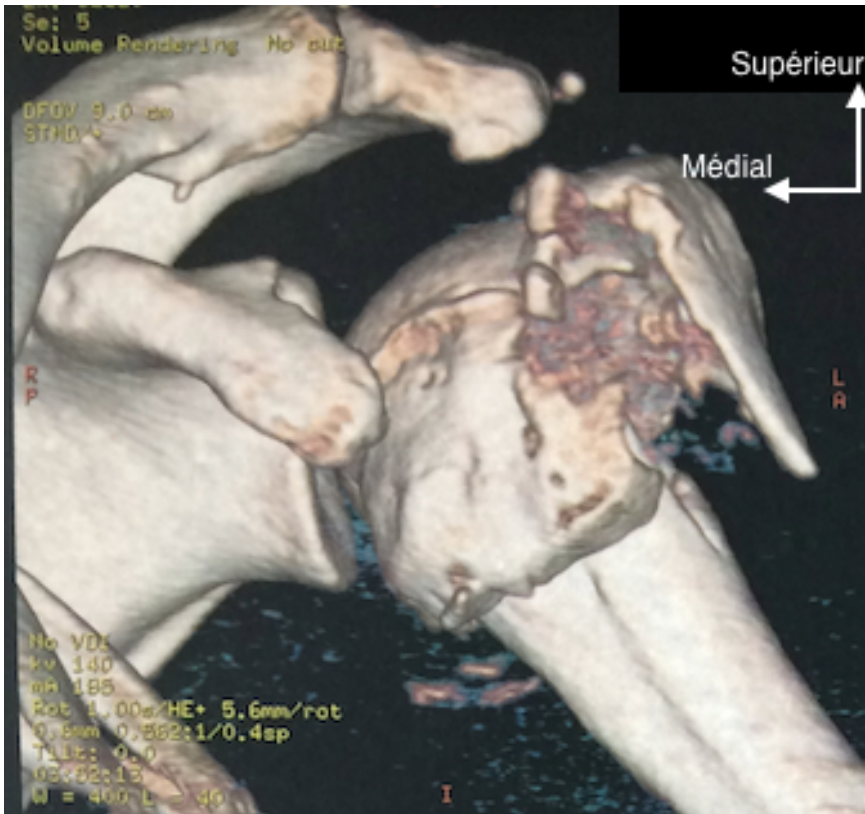


Figure 4 Reconstitutions 3D du TDM, de face chez la même patiente que sur le cliché précédent

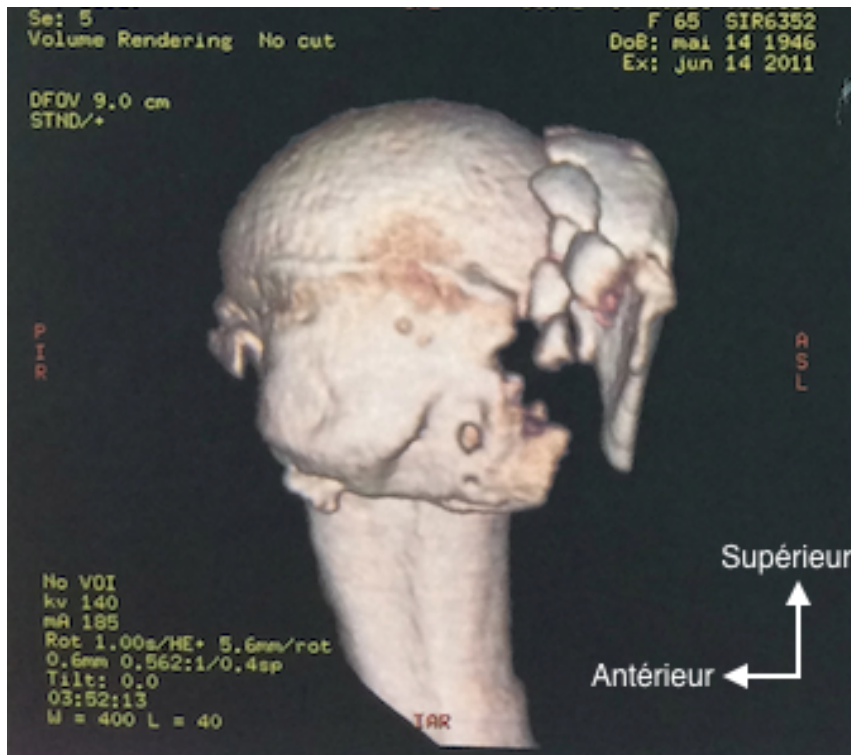


Figure 5 Vue latérale de la reconstruction 3D chez la même patiente que ci-dessus

## IV. Classifications

Différentes classifications ont été décrites afin de guider la prise en charge thérapeutique des fractures de l'ESH.

### A. La classification de Neer

La classification de Neer se base sur le concept des « 4 parties » : la diaphyse, la tête, le tubercule majeur et le tubercule mineur (23).

La classification de Neer à proprement parler comprend 6 stades :

-I: déplacement minime

-II: fracture du col anatomique isolée

-III: fracture du col chirurgical isolée

-IV: fracture concernant le tubercule majeur, seul ou en association avec un autre trait

-V: fracture concernant le tubercule mineur, seul ou en association avec un autre trait

-VI: fracture-luxation

Nous avons utilisé la classification simplifiée, selon laquelle sont comptées les parties concernées par le déplacement fracturaire :

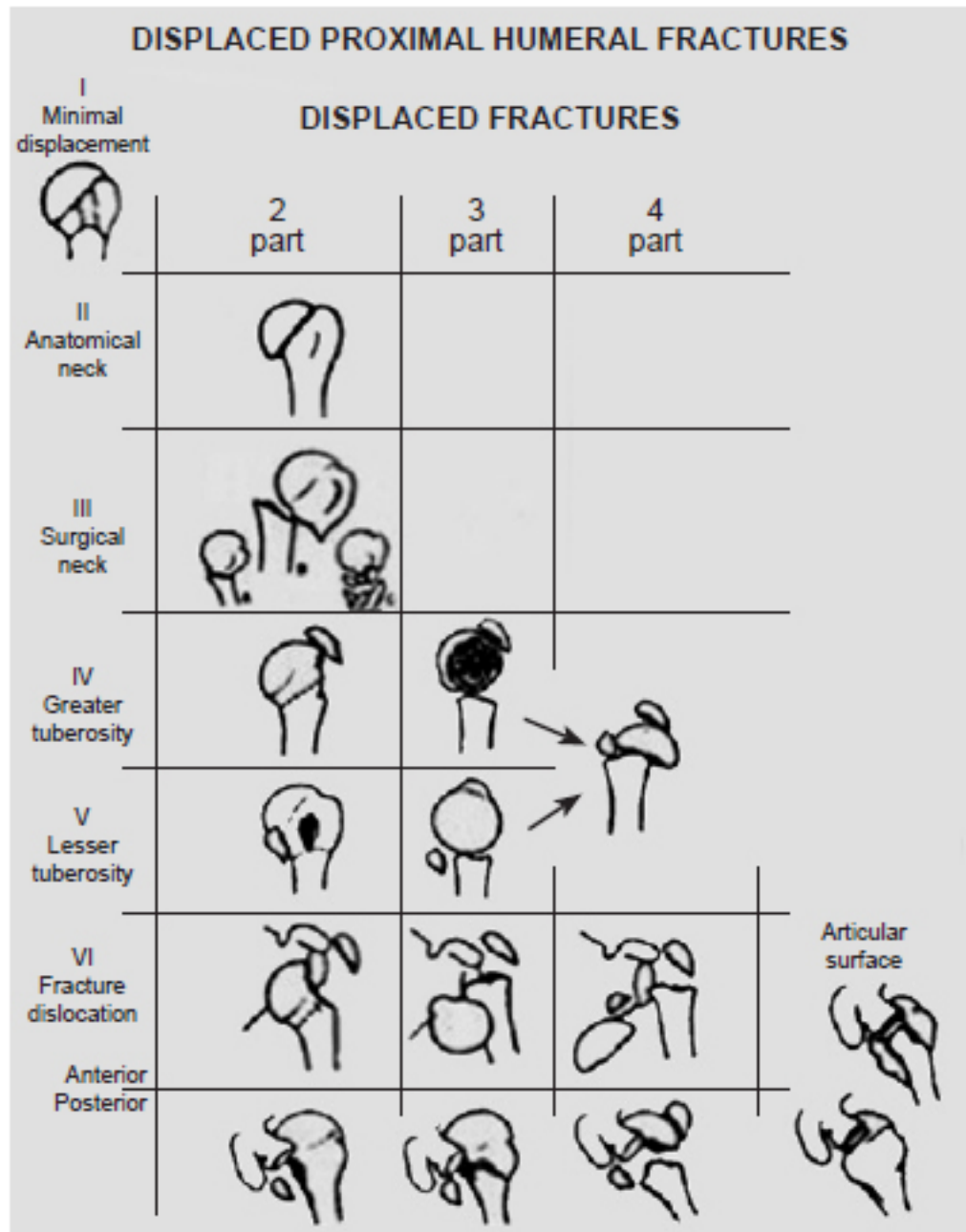
-1 partie : correspond à une fracture pas ou peu déplacée ; selon Neer : angulation < 45° et écart interfragmentaire < 1 cm.

-2 parties ou fragments

-3 parties ou fragments

-4 parties ou fragments.

Cette classification est illustrée en figure 6.



**Figure 1. Neer classification (1970)<sup>3</sup> for fractures of proximal humerus**

Figure 6 Classification de Neer (in Neer CS. Displaced proximal humeral fractures: part I. Classification and evaluation. 1970)

## B. La classification de l'AO (Arbeitsgemeinschaft Für Osteosynthesefragen)

Le principe de cette classification se base sur la description –comme pour toute classification de fracture des os longs selon l'AO- de trois types de fractures , comprenant chacun trois groupes qui comprennent leurs sous-groupes. L'ordre des types et groupes correspond à une sévérité croissante (24) (cf. Annexe 1).

Type A : unifocal extra-articulaire

Type B : bifocal extra-articulaire

Type C : articulaire.

Cette classification possède une fiabilité et une valeur pronostique similaire à celle de la classification de Neer (25)(26)(27) mais elle serait moins reproductible que cette dernière (28,29).

### **C. Autres classifications**

- Classification de J. Duparc (30) : il s'agit d'une classification des fractures céphalo-tubérositaires à 4 fragments, comprenant 4 types, à sévérité croissante. Son usage étant limité aux fractures à 4 fragments, elle n'aurait pu s'appliquer à cette étude.
- Classification Patho-morphologique (31) : il s'agit d'une classification décrite par Resch et al. en 2016 basée sur l'interprétation du TDM avec reconstructions 3D. Elle est très complète mais peu simple d'utilisation et impose la réalisation systématique d'un TDM en reconstruction 3D.
- Classification de Codman (dite des « Lego ») (20) : numérotant toutes les combinaisons possibles de traits de fractures entre les 4 parties (diaphyse, tête, tubercule majeur et mineur) : il existe donc 12 combinaisons (cf. Annexe 2)

## V. Eléments de thérapeutique

### A. Différents types de traitements

#### 1. Traitement non chirurgical

Différents types de traitements non chirurgicaux ont été décrits :

- Immobilisation coude au corps (appareillage de Dujarrier)
- Immobilisation par une attelle en abduction
- Mobilisation d'emblée.

Le temps d'immobilisation varie selon le contexte clinique et les équipes.

Dans les fractures simples, le traitement chirurgical n'a pas montré de résultat fonctionnel supérieur au traitement non chirurgical et engendre plus de recours à une chirurgie secondaire (32)(6)(33). Cependant, l'ostéosynthèse permet d'obtenir un meilleur contrôle de la douleur et de mieux restituer l'anatomie que le traitement non-chirurgical (5). En outre, le traitement non chirurgical impose une immobilisation prolongée et se solde d'une récupération souvent longue (34).

#### 2. Ostéosynthèses

Différents types d'ostéosynthèses ont été développés, certaines d'entre elles ne sont presque plus utilisées en France.

##### a) Ostéosynthèses percutanées :

- L'Humérusblock
- Les Embrochages (fasciculaire, Aprill, Kapandji d'épaule) (33)

D'autres techniques sont plus répandues :

##### b) Enclouage centro-médullaire

### **c) Ostéosynthèse par plaque**

Différents types de plaques existent :

En T, Cloverleaf, anatomiques, lames plaques (35)(36).

#### ***i. Plaques non verrouillées :***

Elles nécessitent une application à l'os et une bonne prise corticale. L'inconvénient des plaques non verrouillées est la dissection qu'elles requièrent, pouvant amener à compromettre la vascularisation céphalique. On peut également leur reprocher leur rigidité et leur tenue parfois insuffisante (37).

#### ***ii. Plaques verrouillées :***

Une bonne stabilité peut être obtenue sans compression, ce qui permet de préserver le périoste et la vascularisation qu'il apporte (38).

Elles offrent une bien meilleure tenue et une résistance mécanique significativement meilleure que les plaques non verrouillées (plus de cycle avant rupture) (37). Moins de vis sont nécessaires à une bonne tenue que pour les plaques non verrouillées (4).

## **3. Arthroplasties**

Plusieurs types d'arthroplasties sont possibles lorsque la tête humérale ne peut être préservée ou que son pronostic vasculaire est compromis, a fortiori chez le sujet âgé (6) :

- Hémiarthroplastie (ou prothèse humérale simple)
- Prothèse totale d'épaule anatomique
- Prothèse inversée d'épaule

## **B. Voies d'abord**

### **1. Delto-pectorale**

La voie d'abord delto-pectorale est antérieure, elle passe, comme son nom l'indique, entre le grand pectoral et le deltoïde. Elle permet une exposition des vaisseaux circonflexes antérieurs. Un de ses avantages est que, dans les fractures de l'ESH, elle permet un contrôle de la réduction dans le plan frontal (39).

Cette voie d'abord offre un moins bon accès aux tubérosités que la voie supéro-latérale (9). Par ailleurs elle serait plus pourvoyeuse d'ONATH car elle conduit à un décollement et une dissection extensifs des tissus mous et une dissociation importante des fragments (7).

## **2. Supéro-latérale classique**

Cette voie permet de repérer de manière prédictible la position du nerf axillaire (7).

Gardner et al. avancent également que cette voie est peu à risque pour le nerf axillaire si une bonne exposition est opérée : aucune lésion du nerf axillaire n'était rapportée dans leur étude décrivant la voie d'abord (7,38).

Elle serait également moins responsable d'ONATH, du fait de sa moindre dissection par rapport à la voie delto-pectorale, en effet, dans la même étude de Gardner, aucun cas d'ONATH n'est rapporté (7).

La technique est détaillée dans la partie « Matériels et Méthodes ».

La voie supéro-latérale –qu'elle soit MI ou classique- semble être de choix pour la pratique des ostéosyntheses par plaque de fractures de l'ESH. Elle est moins invasive que la voie delto-pectorale, comme le décrivent Gardner et al. dans leur article de 2005 décrivant la voie d'abord en question (7). Hepp et al. rapportent quant à eux une meilleure réhabilitation et un résultat esthétique plus satisfaisant après une ostéosynthèse par voie supéro-latérale que par voie delto-pectorale (4).

Par ailleurs, cette voie permet un positionnement facile de la plaque, par rapport à ce que permet la voie delto-pectorale (38).

Certains auteurs en revanche évoquent comme inconvénient de la voie supéro-latérale la désinsertion du muscle deltoïde, qui peut compromettre sa fonction ultérieure, et ce même si la désinsertion ne concerne que le cinquième antérieur du muscle (40).

## **3. Supéro-latérale mini-invasive**

Les intérêts de la technique mini-invasive avancés par les différents auteurs sont les suivants : moins de lésions des tissus mous, de douleurs post-opératoire, et de perte fonctionnelle, meilleur résultat esthétique. Or la technique permet de



visualiser le nerf axillaire (7,9,38), malgré le fait que son environnement soit préservé (car ce dernier n'est pas disséqué à proprement parler, dans cette technique).

La minimisation de la dissection lors d'une ostéosynthèse est un facteur évoqué dans la littérature de meilleurs résultats des ostéosyntheses par plaque de fractures de l'ESH (41).

Certains auteurs évoquent en effet la dissection excessive comme cause d'ONATH (8,42,43) et retrouvent plus de nécroses dans les voies conventionnelles qu'après voie mini-invasive (8).

Ces éléments nous ont conduit à supposer que les résultats des fractures de l'ESH justifiant la pose d'une plaque verrouillée pouvaient être meilleurs lorsque celle-ci est réalisée par voie mini-invasive.

# MATERIELS ET METHODES

## I. Patients

Tous les patients présentant une fracture de l'ESH opérés par une ostéosynthèse par plaque verrouillée entre le 1er janvier 2007 et le 31 décembre 2015 ont été référencés dans un fichier.

On désignait par « groupe MI » les patients opérés par voie mini-invasive et par « groupe VC » les patients opérés par voie classique.

## II. Technique opératoire

Le patient est installé en position semi-assise ou « beach chair ».

Un protocole d'anesthésie adapté au patient est administré.

Un amplificateur de brillance est mis en place avant champage afin d'assister la réduction et la position du matériel.

### A. Voie supéro-latérale classique

#### 1. Incision cutanée

L'incision cutanée est verticale, son sommet se situe à la jonction tiers antérieur-deux tiers postérieurs du bord latéral de l'acromion (cf. figure 7).

Sa longueur distalement varie selon les difficultés opératoires et la corpulence du patient mais avoisine 10 cm.

#### 2. Exposition

La graisse sous-cutanée est incisée, l'hémostase sous-cutanée est réalisée dans le même temps. La graisse est dissociée du fascia musculaire grâce à une dissection aux ciseaux de Metzenbaum.

Plan musculaire : Les chefs antérieur et moyen du Deltoïde sont séparés l'un de l'autre au niveau du sillon (ou raphe, plan avasculaire) qui les distingue (cf. figure

8). Il est important d'effectuer la division des chefs au niveau de ce raphe car il n'existe pas de division nerveuse à moins de 4-5mm de part et d'autre de celui-ci. Ainsi, un seul nerf est à repérer à ce niveau et il n'existe pas d'autres branches à repérer (7).

Cette séparation est effectuée sur toute la hauteur de la voie d'abord. On prend soin de repérer le nerf axillaire ou ses branches (38), à environ 5 à 7 cm du bord latéral de l'acromion, ou 3.5 cm du sommet du tubercule majeur (7) , cheminant à la face profonde du muscle Deltoïde, à sa sortie de l'espace huméro-tricipital (15)(17). Le nerf peut être repéré soit visuellement au cours de la dissection, soit à la palpation digitale (7).

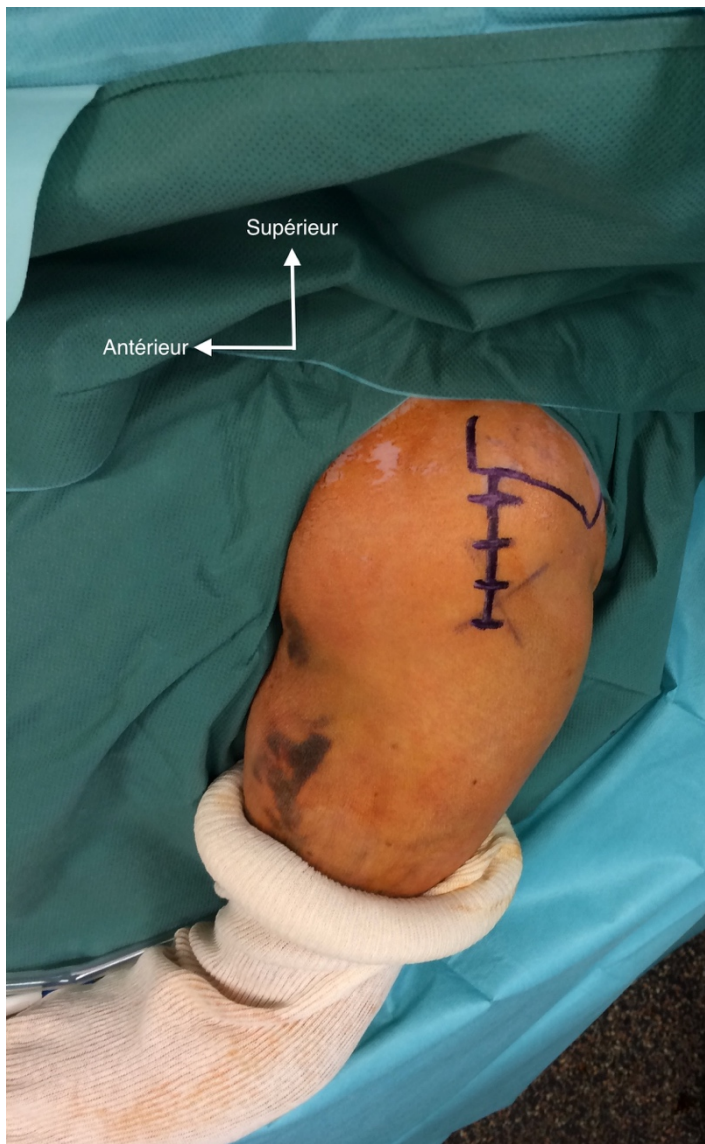


Figure 7 Incision cutanée tracée sur une épaule gauche

Le chef antérieur peut être désinséré de l'acromion au bistouri électrique sur environ 1 cm, ce qui permet d'obtenir une meilleure exposition de l'épiphyse humérale.

Un temps de nettoyage est en général réalisé ensuite : lavage de l'hématome fracturaire et excision de la bourse séreuse sous acromio-deltoïdienne.

Le ou les foyers de fractures peuvent être alors évalués.

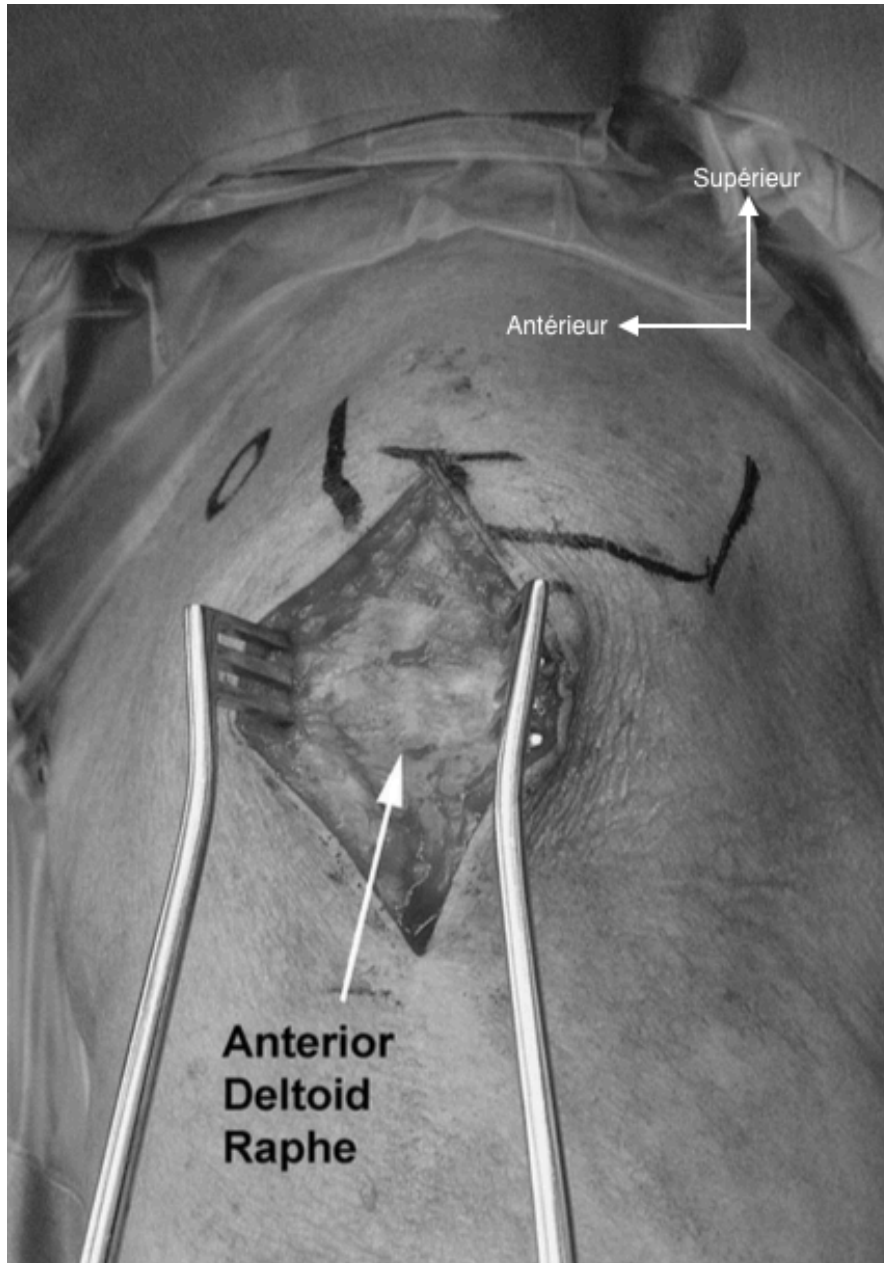


Figure 8 Exposition du raphe (in: "The Anterolateral Acromial Approach for Fractures of The Proximal Humerus", Gardner et al)

### 3. Réduction

La réduction est obtenue par la combinaison de manœuvres externes et instrumentales.

En cas de bascule importante de la tête, la réduction peut être obtenue et maintenue par la mise en place d'une broche traversant la tête et la glène. Celle-ci sera bien entendu ôtée une fois la plaque posée. Des fils-relais peuvent être mis en place à travers les tendons de la coiffe des rotateurs. Ils permettent en effet de réduire les tubérosités le cas échéant et peuvent également être noués sur la plaque (35).

### 4. Pose du matériel et fixation

Une fois la réduction partielle ou totale de la fracture obtenue, on peut mettre en place la plaque Philos (Proximal Humeral Internal Locking System) (Synthes, Stratec Medical Ltd, Mezzovico, Switzerland) 3 trous.

Une attention particulière est donnée au passage de la plaque profondément par rapport au nerf axillaire, ce en exerçant le moins possible de traction sur ce dernier. Une étude anatomique de Gardner et al suggère que le nerf peut être décollé de 1,3 cm de l'humérus sans que cela ne soit responsable d'une traction délétère (7).

La plaque est placée 0,5 à 1 cm distalement par rapport au sommet du tubercule majeur afin d'éviter l'apparition d'un conflit sous-acromial dans les suites. On prend également soin de la placer en arrière de la gouttière bicipitale.

Elle peut être fixée temporairement par des broches dans des orifices prévus à cet effet, afin de maintenir la réduction provisoirement. Une des techniques consiste à fixer temporairement la plaque au fragment diaphysaire au moyen d'une vis bicorticale non verrouillée à travers le trou oblong, permettant un ajustement ultérieur de la hauteur de la plaque.

Un contrôle de la réduction et de la position du matériel sous radioscopie est nécessaire avant vissage. Un contrôle visuel ou instrumental est en général nécessaire afin de maîtriser la position de la plaque dans le plan sagittal ; ce qui n'est pas permis en général par la radioscopie qui n'offre pas toujours de cliché de profil satisfaisant.

Après ajustement si nécessaire, les vis peuvent être mises en place. On pose en général plus volontiers des vis verrouillées au fragment proximal -permettant une

bonne tenue- et au moins une vis corticale non verrouillée au niveau diaphysaire, afin d'obtenir une bonne application de la plaque ; le reste des vis diaphysaires pouvant être verrouillées ou non.

Des trous dédiés au fragment proximal, les deux les plus inférieurs (en E, cf. figure 9) coïncident avec le passage du nerf axillaire, pouvant entraîner des lésions de ce dernier lors de la pose et/ou des irritations dans les suites (14,44) : on évite alors de poser ces vis.

La fixation du tubercule mineur n'étant en général pas possible ou insuffisante par les vis de la plaque, il convient en général de réaliser en plus une ostéo-suture, s'il existe une fracture celui-ci (35).

Un contrôle radioscopique final est ensuite réalisé, suivi, le cas échéant d'ajustements.

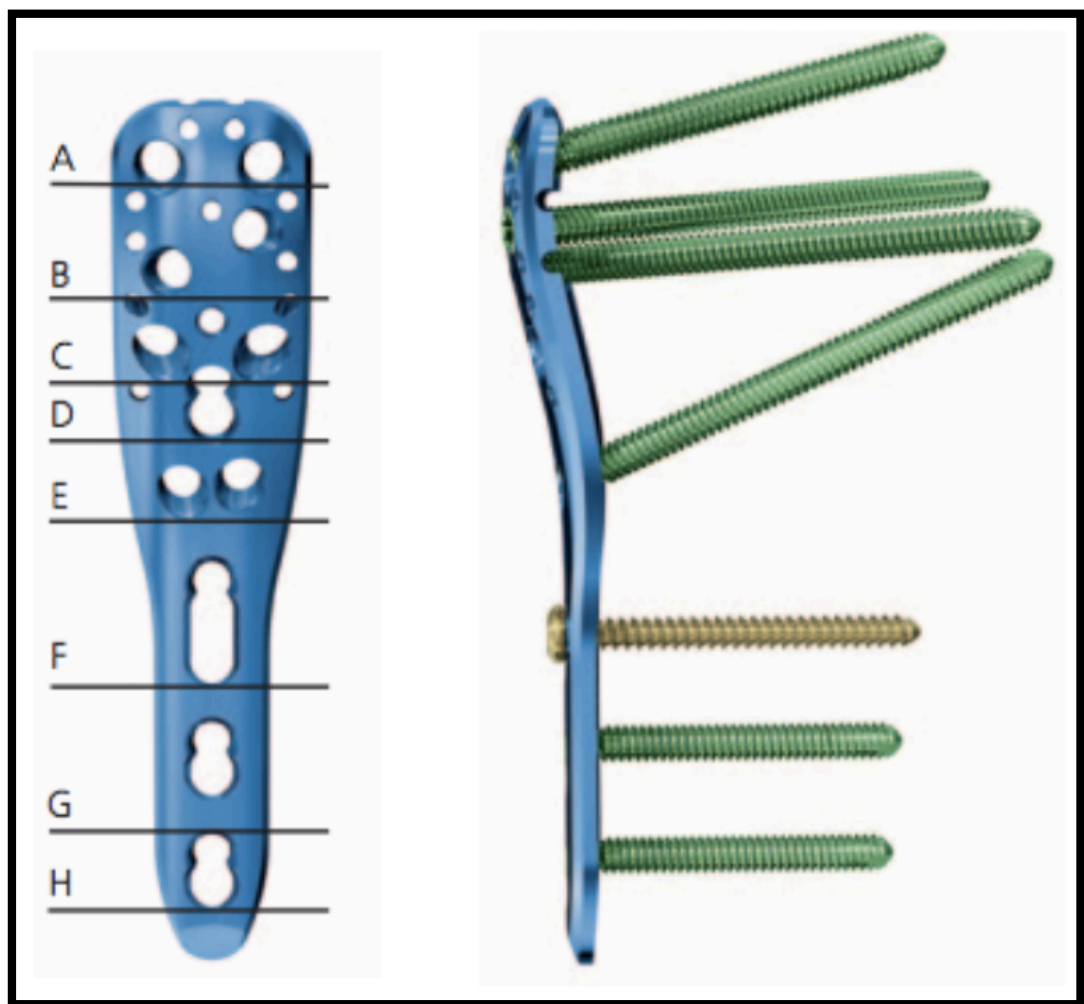


Figure 9 Descriptif du matériel Philos ([www.synthes.com](http://www.synthes.com))

## **5. Fermeture**

L'aponévrose du muscle deltoïde est refermée sur toute la hauteur de l'abord. Une réinsertion trans-osseuse de ses fibres antérieures est opérée dans l'acromion.

Le plan sous-cutané ainsi que la peau sont ensuite refermés.

## **B. Voie d'abord mini-invasive (45).**

### **1. Incision cutanée**

L'incision des plans cutané, sous-cutané et musculaire suit les mêmes règles que dans la technique précédemment décrite, mais elle doit s'arrêter à 4-5 cm distalement par rapport au bord latéral de l'acromion.

### **2. Exposition et Réduction**

Les principes d'exposition et de réduction sont les mêmes que décrits précédemment.

### **3. Pose du matériel et fixation**

Le passage de la plaque diffère de la technique classique : une rugine est utilisée pour décoller la face profonde du deltoïde ainsi que le nerf axillaire de la face latérale de l'humérus. La plaque peut ensuite être glissée sous le deltoïde et le nerf axillaire en prenant soin d'éviter d'étirer celui-ci. La plaque peut être mise en place avec ou sans l'ancillaire de verrouillage distal spécifique à la technique mini-invasive.

Un brochage premier de la plaque peut être réalisé afin de maintenir le matériel et/ou la réduction temporairement.

Une technique consiste à fixer en premier lieu la plaque au(x) fragment(s) proximal(aux) puis à obtenir la réduction secondairement lors de l'application de la plaque en distal sur la face latérale de la diaphyse humérale.

### **4. Vissage distal.**

#### **a) Technique utilisant l'ancillaire spécifique**

Un ancillaire spécifique à la technique mini-invasive existe pour le vissage distal.

Il s'agit d'un bras solide de la plaque sur sa partie proximale, à travers lequel des canons de visée sont passés pour le méchage et la pose des vis distales.

S'il est utilisé, des incisions centimétriques sont pratiquées à la hauteur des canons. Les tissus sous cutanés et musculaires sont réclinés à l'aide d'une pince de Halsted ou une paire de ciseaux à disséquer. Le canon est ensuite introduit et le méchage est réalisé, les vis sont ensuite posées.

L'inconvénient de cette technique est lié à l'encombrement dû au volume du bras de visée.

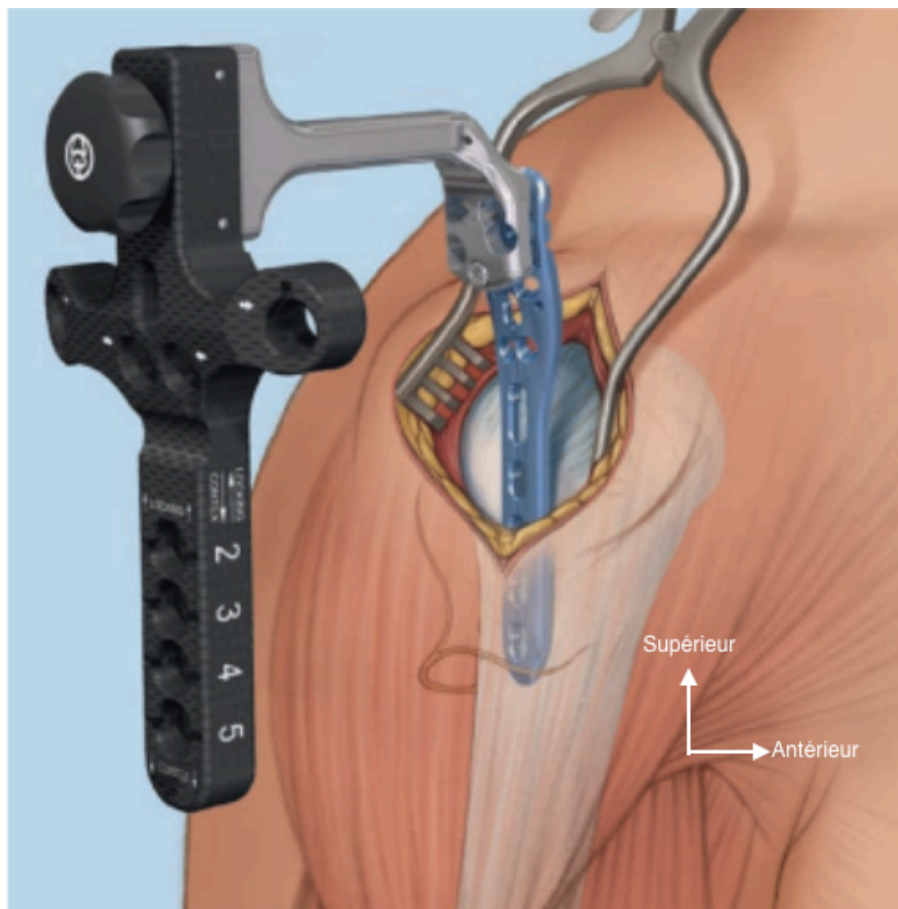


Figure 10 Passage de la plaque de proximal en distal (épaule droite), munie de l'ancillaire spécifique de visée ([www.synthes.com](http://www.synthes.com))

### b) Technique sans ancillaire

Pour réaliser le vissage distal en mini-invasif sans l'ancillaire dédié, on réalise une ou plusieurs incision(s) dont le niveau peut être repéré cliniquement ou sous radioscopie.

- Le repérage clinique est quelque peu approximatif et tient compte de la longueur de la plaque ; une ou plusieurs incisions est (sont) pratiquée(s) au niveau estimé de l'extrémité distale de la plaque.



- Le repérage sous scopie consiste à repérer sous scopie le niveau des trous de vis et leur niveau d'incision cutanée correspondant.

La dissection et le vissage suivent ensuite les principes décrits plus haut.



Figure 11 Voie d'abord mini-invasive, avec contre-incision pour le vissage distal (in "The Surgical Approach for Locking Plate Osteosynthesis of Displaced Proximal Humeral Fractures Influences The Functional Outcome", Hepp et al.)

## 5. Fermeture

La fermeture des différents plans est réalisée de la même manière que dans la technique classique.

## Soins post-opératoires

Les consignes post-opératoires étaient déterminées en fonction des caractéristiques du patient et de la fracture, ainsi que des habitudes du chirurgien responsable. Mais elles consistaient en une immobilisation relative de 2 à 6 semaines, suivie d'une rééducation initiée à partir de 3 semaines post-opératoires.

Les consignes post-opératoires ne différaient pas selon la voie d'abord pratiquée.

### **III. Type d'étude et protocole**

Il s'agit d'une étude analytique comparative, rétrospective, monocentrique.

Les patients étaient recontactés et un rendez-vous de consultation leur était proposé. Au cours de cette consultation, l'interrogatoire, l'examen clinique, l'étude du dossier et les clichés radiographiques de l'épaule opérée de face en 3 rotations et profil de Lamy étaient réalisés. Ces éléments permettaient de réunir les informations décrites ci-après.

### **IV. Variables étudiées**

#### **A. Caractéristiques**

##### **1. Démographiques**

Étaient recueillis à l'interrogatoire, l'étude du dossier et l'examen clinique : l'âge lors du traumatisme, le sexe, la voie d'abord pratiquée pour la pose du matériel.

##### **2. De la fracture**

###### **a) Cliniques**

On renseignait :

- Le côté atteint,
- Si le côté atteint était dominant

###### **b) Radiologiques**

On déterminait à l'aide des clichés pré-opératoires standards et du TDM lorsqu'il était disponible :

- Le type de fracture (2, 3 et 4 fragments selon Neer)
- S'il existait une luxation associée.

## V. Critères de jugement

### A. Scores fonctionnels

La revue clinique des patients permettait au décours de l'examen de déterminer plusieurs scores fonctionnels.

#### 1. Score de Constant

Le score de Constant-Murley (46) ; qui comprend une partie objective ainsi qu'une partie subjective, est un bon indicateur et il s'agit d'un score reproductible et comparable (5). On calculait le score absolu et pondéré ; ce dernier correspond au rapport du Constant calculé divisé par le Constant moyen pour l'âge, le sexe et le côté concerné (cf Annexe 3). Plus le Constant est élevé, meilleur est le résultat.

#### 2. DASH

Le score DASH (Disabilities of the Arm, the Shoulder and the Hand) est un score algo-fonctionnel purement subjectif; complété par le patient sous forme d'auto-questionnaire (47). Plus le DASH est faible, meilleur est le résultat. Ce score apparaît en Annexe 4.

#### 3. SSV

Le SSV (Subjective Shoulder Value) est un test purement subjectif basé sur une question simple posée au patient. Il est demandé au patient de donner une note à son épaule opérée en pourcents, en termes de fonction et/ou douleur, et ce par rapport à une épaule normale ; ou plus simplement son épaule controlatérale (48). Plus le SSV est élevé, meilleur est le résultat.

### B. Complications

#### 1. Liées au matériel

- Conflit sous-acromial : il était recherché cliniquement par les manœuvres de Neer, Hawkins et Yocum.
- Effraction articulaire des vis (primaire et secondaire) : elle était recherchée sur les radiographies réalisées en post-opératoire ainsi que sur les radios réalisées lors du suivi.

## 2. Autres

- Infection de site opératoire : était recherchée à l'interrogatoire et dans le dossier médical, la notion d'infection survenue dans l'année suivant l'intervention ou après.
- Pseudarthrose : on notait la présence de signes radiologiques sur les clichés standards réalisés à la visite de contrôle et on recherchait à l'interrogatoire la notion de retard de consolidation (absence de consolidation après 3 mois) ou de pseudarthrose (absence de consolidation après 6 mois).
- Ostéonécrose aseptique de la tête humérale : on notait la présence de signes radiologiques sur les clichés standards réalisés à la visite de contrôle. On ne distinguait pas de différents stades de nécrose étant donné l'effectif de patients de l'étude.
- Omarthrose : de même, on notait l'absence ou la présence de signes radiologiques d'omarthrose sur les clichés réalisés lors de la visite de contrôle ; qu'ils soient associés ou non à une ONATH.
- Lyse tubérositaire : définie par une ostéolyse concernant le plus souvent le tubercule majeur et objectivée par les clichés standards de face.
- Cal vicieux : la présence d'un cal vicieux de quel type que ce soit sur les clichés réalisés lors de la visite de contrôle était renseignée.
- Lésion du nerf axillaire : il était recherché cliniquement un déficit moteur du muscle deltoïde ainsi qu'une hypoesthésie du moignon de l'épaule. Si des éléments cliniques évoquaient une lésion du nerf axillaire, il était proposé au patient de réaliser un EMG.
- Syndrome douloureux régional complexe de type 1: on recherchait à l'interrogatoire et dans le dossier clinique informatisé la notion de SDRC 1 dans les suites opératoires.

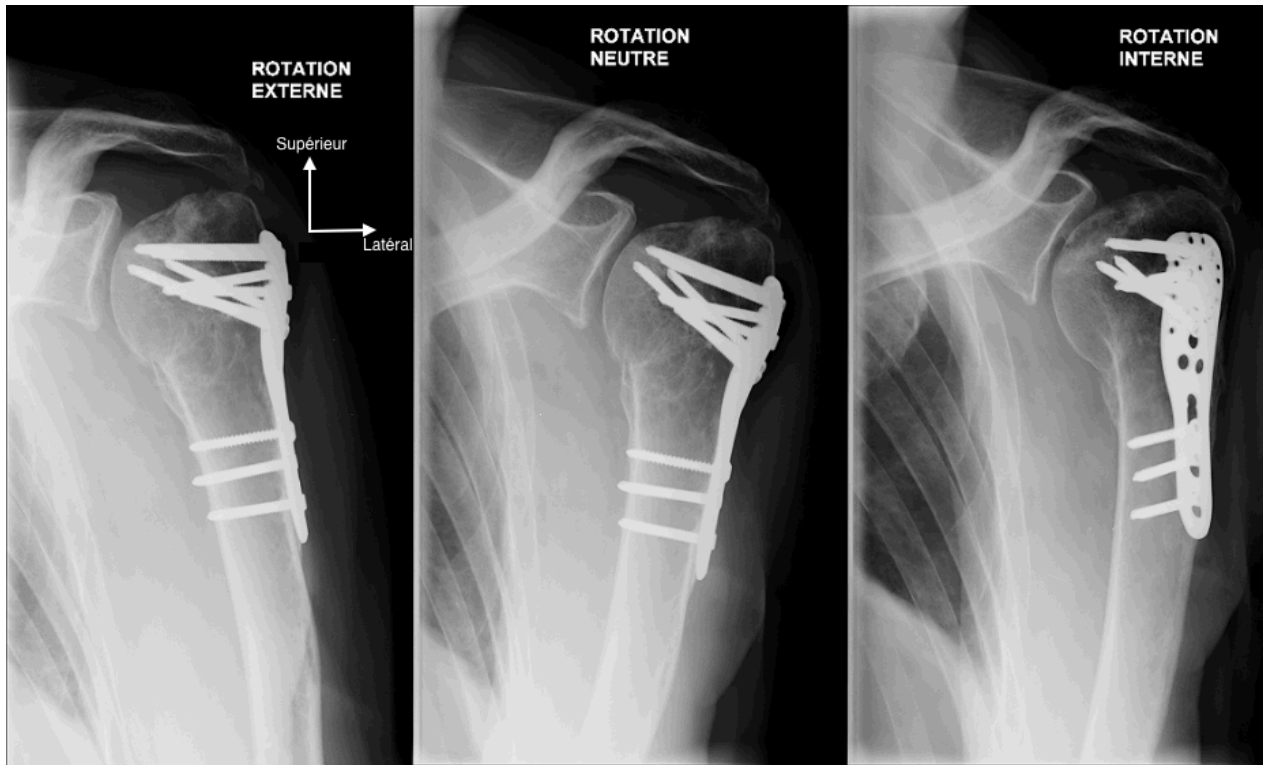


Figure 12 Radiographie d'épaule gauche face en 3 rotations montrant une ONATH parcelle supérieure



Figure 13 Radiographies standards d'une épaule gauche de face en 3 rotations mettant en évidence une effraction articulaire du matériel ainsi qu'une ostéolyse du tubercule majeur

## C. Reproductibilité des critères radiographiques

Dix critères radiographiques ont fait l'objet d'une lecture par trois observateurs, et pour deux d'entre eux, à deux reprises. Cette lecture multiple visait à déterminer la reproductibilité inter- et intra-observateur des paramètres étudiés.

Le but était d'évaluer la fiabilité diagnostique de l'interprétation des clichés, notamment pour la recherche des complications.

### 1. Complications

- ONATH
- Omarthrose
- Cal vicieux
- Lyse tubérositaire
- Effraction articulaire

### 2. Autres critères : valeur pronostique

Les critères suivants ont été étudiés car ils auraient une valeur pronostique (cf. Hertel et al. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus (20)), or leur mesure apparaît parfois difficile.

- Eperon métaphysaire médial : L'éperon métaphysaire médial (ou postéro-médial) était mesuré en millimètres sur la radiographie d'épaule de face. La mesure était effectuée de la partie la plus basse de la surface céphalique jusqu'à l'extrémité distale de l'éperon. Si le cliché pré-opératoire ne permettait pas la mesure de l'éperon ; cette dernière était parfois réalisable sur le cliché post-opératoire. Si les clichés ne permettaient pas la mesure, alors elle était considérée comme donnée manquante (cf figure 14).
- Comminution du calcar : La comminution du calcar pouvait-être déterminée sur le cliché pré ou post-opératoire. On notait sa présence ou son absence.
- Refend céphalique : L'existence d'un refend céphalique était définie sur le cliché pré-opératoire. Il se définissait par une fracture emportant un

fragment céphalique d'au moins 1/3 de la surface articulaire. On notait sa présence ou son absence.

- L'écart métaphysaire post-opératoire : décrit le rétablissement de l'arche médiale. Il était mesuré en mm sur le cliché post-opératoire entre d'une part l'éperon (s'il existe) ou la partie la plus inférieure et médiale de la tête et d'autre part la corticale métaphysaire du fragment distal (ou sa tangente) (cf. figure 15).
- La réduction tubérositaire : c'est une mesure qualitative, c'est-à-dire qu'on la considérait « anatomique » ou non, sur le cliché post-opératoire. Le principal critère objectif était que le sommet du tubercule majeur devait être plus bas situé que le sommet de la tête sur le cliché de face.

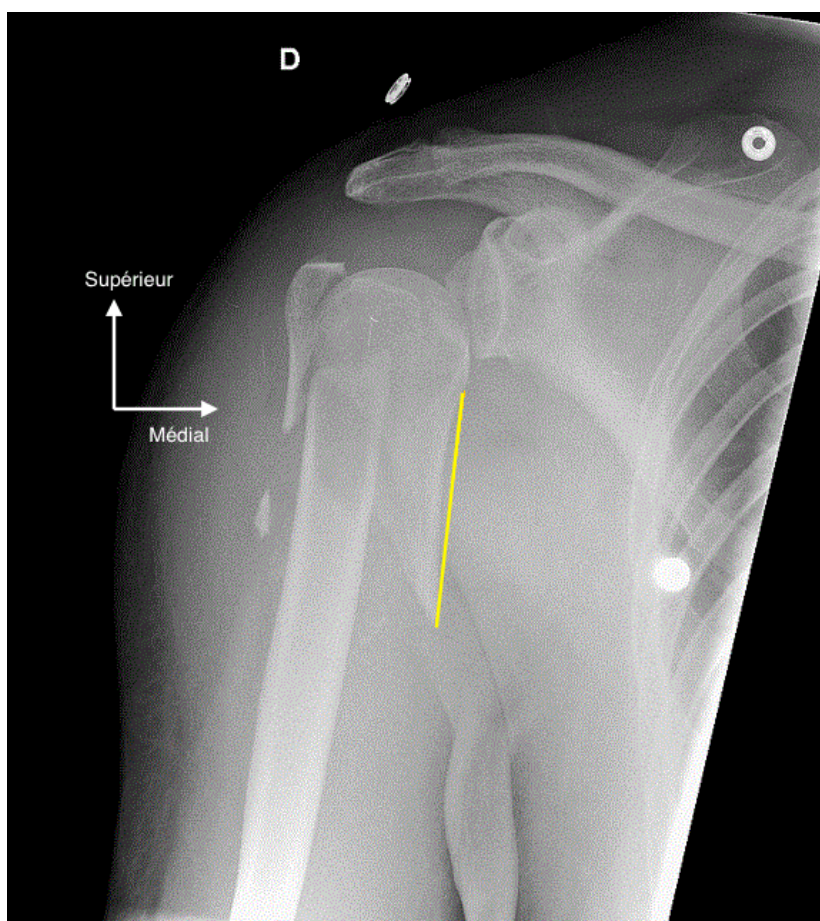


Figure 14 Mesure de l'éperon métaphysaire médial sur un cliché standard de face d'épaule droite

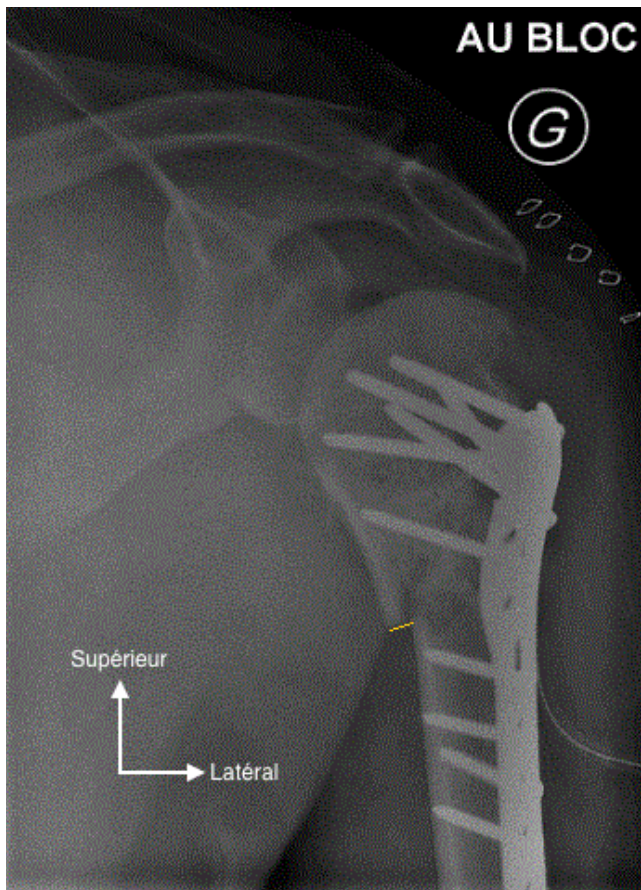


Figure 15 Mesure de l'écart métaphysaire post-opératoire sur un cliché standard de face d'épaule gauche



## D. Taux de réintervention

Le taux de réintervention a été établi sur l'effectif total des patients recontactés : 71 patients. Le délai de reprise, renseigné le cas échéant, permettait d'établir une courbe de survie.

## VI. Recueil des données

Tous les patients traités d'une ostéosynthèse suite à une fracture de l'extrémité proximale de l'humérus entre le 1<sup>er</sup> janvier 2007 et le 31 décembre 2015 au CHRU de Lille ont été référencés dans un fichier.

- Critères d'inclusion : patient majeur à l'inclusion, opéré entre 2007 et 2015 d'une ostéosynthèse par plaque verrouillée de type Philos® au CHRU de Lille.
- Critères d'exclusion : chirurgie par voie delto-pectorale, usage d'un matériel différent, association dans le même temps opératoire d'un autre geste chirurgical sur la même épaule, toute réintervention sur la même épaule dans les suites.

Trois cents quarante-trois patients ont ainsi été référencés, parmi lesquels seuls 139 avaient bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque verrouillée de type Philos® dans l'établissement ; les autres ayant bénéficié d'autres techniques d'ostéosynthèse pour fracture de l'extrémité proximale de l'humérus.

Sept patients étaient décédés.

Trois étaient exclus car la technique ne correspondait pas aux critères d'inclusion : 2 patients avaient été opérés par voie delto-pectorale et un patient avait bénéficié dans le même temps opératoire d'une butée postérieure.

Cinquante-huit patients ont été perdus de vue.

Soixante et onze ont pu être recontactés.

L'analyse du taux de reprise et de la reproductibilité des critères radiographiques porte sur cet effectif de 71 patients recontactés.

Quatre autres patients ont été exclus de l'analyse globale car on ne disposait pas des clichés pré-opératoires permettant de déterminer avec précision le type de fracture initial.

Onze patients ont été recontactés mais ont refusé de revenir en consultation.

Par ailleurs, parmi les patients recontactés, 13 avaient bénéficié d'une réintervention dans les suites. Ceux-ci ont alors été exclus de l'analyse globale, mais inclus dans l'analyse du taux de reprise.

Vingt-huit patients ont donc été exclus de l'analyse globale.

Parmi les patients recontactés, 43 ont été revus cliniquement et ont bénéficié de clichés radiographiques lors de la visite de contrôle ; ils présentaient tous les critères d'inclusion. L'analyse des tous les critères de jugement a été réalisée sur cet effectif.

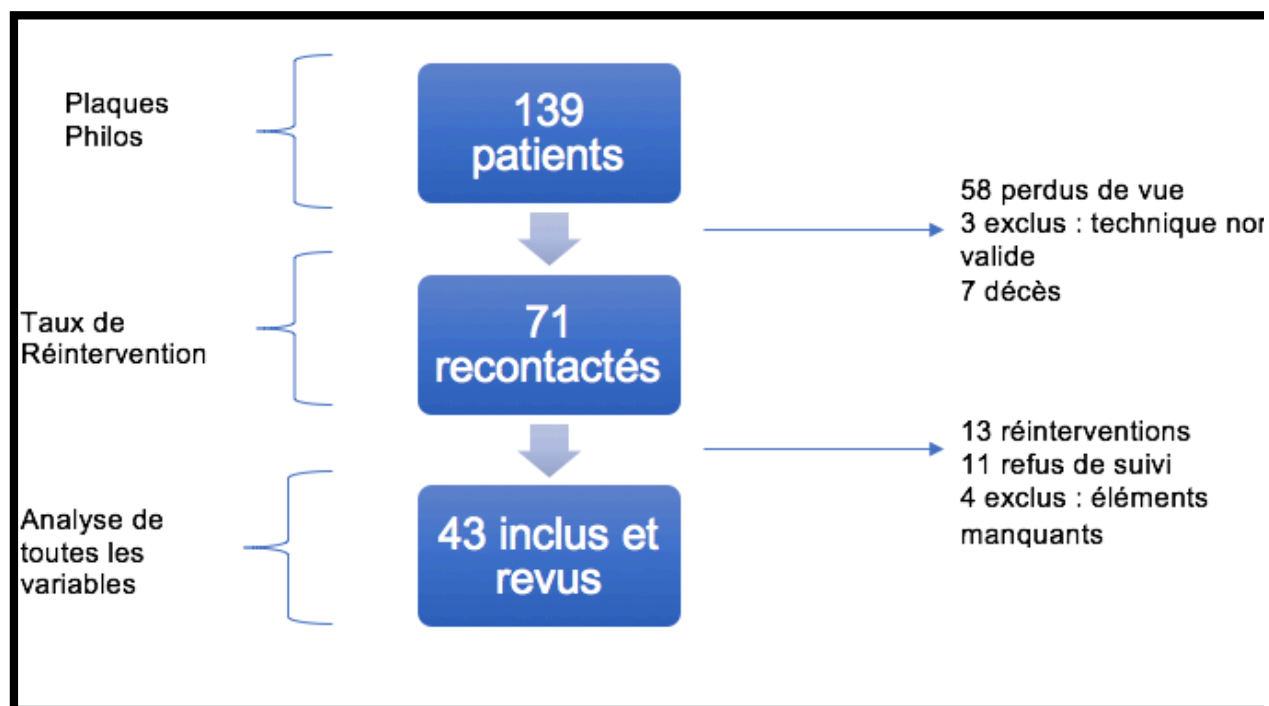


Figure 16 Diagramme de flux

## VII. Analyses statistiques

Les variables quantitatives ont été décrites par la moyenne et l'écart type ou par la médiane et l'intervalle interquartile. La normalité des distributions a été vérifiée graphiquement ainsi que par l'intermédiaire du test de Shapiro-Wilk. Les variables qualitatives ont été décrites par la fréquence et le pourcentage.

Si les effectifs étaient suffisants, les variables quantitatives ont été comparées entre les deux groupes de technique chirurgicale (mini-invasive ou voie classique) par l'intermédiaire de tests de Student. En cas de non normalité des données, des tests non paramétriques de Wilcoxon ont été utilisés.

Concernant les variables qualitatives, les fréquences ont été comparées entre les groupes grâce à des tests de Khi-Deux en cas d'effectifs suffisants. En cas de non validité de ces tests (effectifs théoriques  $< 5$ ), des tests exacts de Fisher ont été utilisés.

Ces analyses ont été également ajustées sur le type de fracture et l'âge par l'intermédiaire de régressions logistiques dans le cas des variables qualitatives et de modèles linéaires dans le cas des variables quantitatives.

La concordance au sein des observateurs 1 et 2 (concordance intra-observateurs) a été estimée pour chaque paramètre qualitatif grâce au Kappa de Cohen. Pour évaluer la concordance au niveau des variables quantitatives, le coefficient de corrélation intraclass (ICC) a été utilisé.

La concordance entre les trois observateurs (concordance inter-observateurs) a été estimée par l'intermédiaire du Kappa de Krippendorff pour les variables qualitatives et grâce au coefficient de corrélation intraclass (ICC) dans le cas des variables quantitatives. En raison de l'absence de forte concordance intra-observateur, la première mesure de chaque paramètre a été utilisée pour les observateurs 1 et 2.

La concordance est considérée comme très bonne pour un Kappa au-delà de 0.80, bonne entre 0.60 et 0.80, moyenne entre 0.40 et 0.60 et faible en dessous de 0.40.

Le lien entre la première mesure de l'éperon métaphysaire et de l'écart métaphysaire par l'observateur 1 avec les scores fonctionnels a été estimé par l'intermédiaire du coefficient de corrélation de Spearman.

La courbe de survie sans reprise ou ré-intervention a été estimée par la méthode de Kaplan-Meier.

Le seuil de significativité a été fixé à 0.05.

Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 9.4 (SAS Institute, Cary NC, USA).

## RESULTATS

### I. Descriptif global

Parmi les 71 patients recontactés, 27 patients ont été opérés par voie mini-invasive et 44 par voie classique (parmi les 43 patients revus : 18 dans le groupe MI et 25 dans groupe VC).

On comptait 43 femmes et 28 hommes.

Le côté atteint était le droit dans 39,6% des cas. Le côté dominant était concerné dans 51,6% des cas.

Une luxation initiale associée à la fracture était retrouvée chez 4 patients (9,3%).

Le type de fracture retrouvé était : 2 fragments chez 10 patients (23,3%) ; 3 fragments chez 15 patients (34,9%) et 4 fragments chez 18 patients (41,9%).

Le recul moyen en mois à la visite de contrôle était de  $42,6 \pm 15,3$ .

L'âge moyen en années lors du traumatisme était  $54,5 \pm 11,7$ .

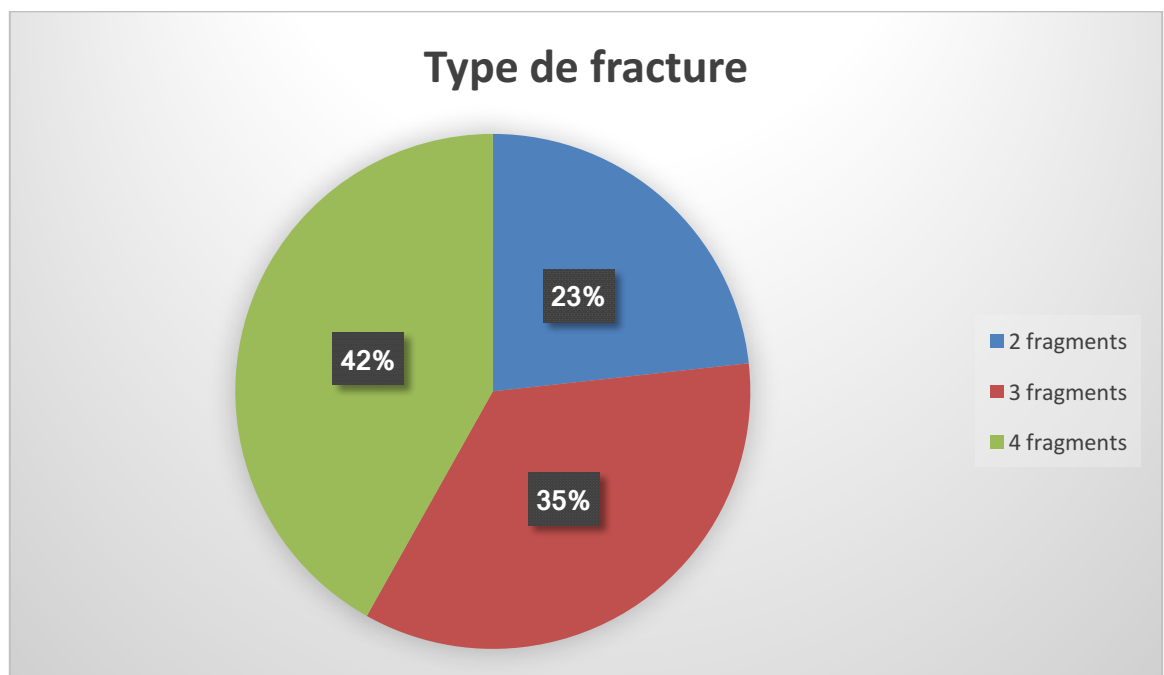


Figure 17 Répartition des types de fracture

## Comparabilité des groupes

Les deux groupes de voies d'abord étaient comparables sur les caractéristiques suivantes : sexe, type de fracture, recul, âge lors du traumatisme et côté atteint.

## Scores fonctionnels

- Le score de Constant moyen sur l'ensemble de la population revue était  $62,9 \pm 14,1$ . Le Constant pondéré de  $80,1 \pm 20,2$ .

L'abduction active moyenne était de  $117,3^\circ \pm 41,6$  ; l'EAA moyenne de  $129,5^\circ \pm 37,9$ . Les points attribués pour la force de  $6,8 \pm 2,5$  et pour la douleur  $11,6 \pm 2,7$ .

- Le DASH moyen était de  $17,8 \pm 15,9$ .
- Et le SSV moyen était de  $73,2\% \pm 19,5$ .

## Complications

Aucun cas de pseudarthrose ou d'infection de site opératoire n'a été retrouvé parmi les 43 patients revus.

Une ONATH était diagnostiquée chez 7 des patients revus (15,9%).

Quatorze patients (31,8%) présentaient des signes radiographiques d'omarthrose.

Un cal vicieux était présent chez 16 patients (37,2%).

La notion d'effraction articulaire était présente chez 9 patients (20,9%). Elle était primaire chez 5 patients et secondaire chez 4.

On a diagnostiqué une lésion du nerf axillaire chez 2 patients (4,5%) : une patiente présentait un déficit sensitif du moignon de l'épaule (et n'a pas bénéficié d'un EMG) et un patient présentait des signes électrophysiologiques à l'EMG indiquant une lésion ancienne en cours de récupération.

Seuls 2 patients ont accepté de bénéficier d'un EMG (l'un avait une lésion confirmée du nerf axillaire, cf. plus haut ; l'autre ne présentait pas de signe EMG en faveur d'une lésion).

Un SDRC 1 avait été diagnostiqué dans les suites chez 4 patients (9,3%).

Une lyse tubérositaire était retrouvée chez 7 patients (16,7%).

Des signes en faveur d'un CSA étaient présents chez 14 patients (32,6%).

Le taux global de complications, toutes confondues, est de 79,5%.

Parmi les patients exclus de l'analyse globale mais inclus dans l'analyse du taux de réintervention :

- Un cas de pseudarthrose a été retrouvé : il s'agit d'une patiente reprise pour ce motif.
- Quatre patients avaient été réopérés en raison d'un déplacement secondaire.
- Aucun cas d'infection de site opératoire n'est à déplorer.
- Aucun cas de démontage du matériel n'a été retrouvé.

Variable			Voie d'abord		Comparaison des groupes	
Nom	Unité	Modalités	Mini-invasive N=27	Classique N=44	Test	p value
Sexe	N(%)	Femme	18 (66.7)	25 (56.8)	Test : Khi-Deux	0.41
		Homme	9 (33.3)	19 (43.2)		
		Données manquantes	0	0		
Côté atteint	N(%)	Gauche	13 (59.1)	19 (61.3)	Test : Khi-Deux	0.87
		Droit	9 (40.9)	12 (38.7)		
		Données manquantes	5	13		
Côté dominant atteint	N(%)	Non	4 (44.4)	11 (50.0)	Test : Fisher exact	1.00
		Oui	5 (55.6)	11 (50.0)		
		Données manquantes	18	22		
Luxation	N(%)	Non	16 (94.1)	23 (88.5)	Test : Khi-Deux	NA : effectif < 8
		Oui	1 (5.9)	3 (11.5)		
		Données manquantes	10	18		
Type de fracture	N(%)	Type 2	5 (29.4)	5 (19.2)	Test : Fisher exact	0.15
		Type 3	8 (47.1)	7 (26.9)		
		Type 4	4 (23.5)	14 (53.8)		
		Données manquantes	10	18		
Recul		N	22	32	Test : Student	0.070
		Données manquantes	5	12		
		Moyenne ± Ecart-type	47.1 ± 16.2	39.5 ± 14.1		
		Médiane (IQR)	48.0 (35.0 ; 55.0)	36.5 (28.5 ; 49.5)		
		Minimum   Maximum	18.0   87.0	18.0   76.0		
Âge		N	20	31	Test : Wilcoxon	0.59
		Données manquantes	7	13		
		Moyenne ± Ecart-type	53.7 ± 12.1	55.0 ± 11.6		
		Médiane (Q1;Q3)	54.5 (43.5 ; 64.0)	56.0 (48.0 ; 65.0)		
		Minimum   Maximum	29.0   75.0	17.0   71.0		

Tableau 1 Caractéristiques-Comparatif



## II. Comparaison des groupes sur les critères de jugement

### A. Scores Fonctionnels

Le Constant était significativement supérieur dans le groupe MI avant ajustement :  $68,6 \pm 11,1$  contre  $58,9 \pm 14,9$  ( $p=0,025$ ) dans le groupe VC. Il en était de même pour le Constant pondéré :  $89,7 \pm 15,4$  dans le groupe MI contre  $74,8 \pm 21,1$  dans le groupe VC ( $p=0,015$ ).

Après ajustement sur l'âge et le type de fracture, on ne retrouve plus de différence significative pour aucun score fonctionnel (cf. tableau 2)

En effet sur le Constant après ajustement on ne retrouve pas de différence significative ( $p=0,111$ ) (pour le Constant pondéré :  $p=0,061$ ).

De même pour le DASH : sa moyenne était de  $13,0 \pm 11,5$  dans le groupe MI et  $21,4 \pm 18,0$  dans le groupe VC ( $p=0,194$ ).

Ainsi que le SSV : il était de  $82,1 \pm 9,2$  dans le groupe MI, et de  $68,7 \pm 21,9$  dans le groupe VC ( $p=0,426$ ).

En dépit du manque de significativité, on peut noter que les moyennes des scores fonctionnels ont tendance à être meilleurs dans le groupe MI.

### Items du score de Constant :

On ne retrouvait pas de différence significative en termes d'EAA :  $138,5^\circ \pm 37,1$  pour le groupe MI et  $123,4^\circ \pm 38,0$  pour le groupe VC ( $p=0,3123$ ).

On ne retrouvait pas non plus de différence significative en termes d'abduction active (respectivement  $129,4^\circ \pm 40,2$  et  $109,0^\circ \pm 41,3$  pour les groupes MI et VC [ $p=0,1892$ ]) et de force (dans le même ordre :  $7,3 \pm 2,2$  et  $6,4 \pm 2,7$  points [ $p=0,5381$ ]).

En revanche, les patients opérés par voie MI présentaient des scores de douleurs significativement meilleurs que ceux du groupe VC, respectivement :

12,7±2,4 et 10,9±2,7 points (p=0,0339) ; plus le score est élevé, moins importantes sont les douleurs rapportées par le patient.

Par ailleurs, nous n'avons pas mis en évidence d'influence du recul sur les scores fonctionnels (corrélations de Spearman).

<b>Score</b>	<b>Groupe MI</b>	<b>Groupe VC</b>	<b>p value sans ajustement</b>	<b>p value après ajustement</b>
<b>Constant</b>	68.6±11.1	58.9±14.9	0.025	0.1107
<b>C.pondéré</b>	89.7±15.4	74.9±21.1	0.015	0.0605
<b>DASH</b>	13.0±11.5	21.4±18.0	0.12	0.1943
<b>SSV</b>	82.1±9.2	68.7±21.9	0.12	0.4257

Tableau 2 Scores fonctionnels pour chaque groupe comparé

<b>Item du Constant</b>	<b>Groupe MI</b>	<b>Groupe VC</b>	<b>P value après ajustement</b>
<b>Douleur</b>	12,7±2,4	10,9±2,7	0,0339
<b>EAA</b>	138,5°±37,1	123,4°±38,0	0,3123
<b>Abduction</b>	129,4°±40,2	109,0°±41,3	0,1892
<b>Force</b>	7,3±2,2	6,4±2,7	0,5381

Tableau 3 Items du Constant comparés pour chaque groupe

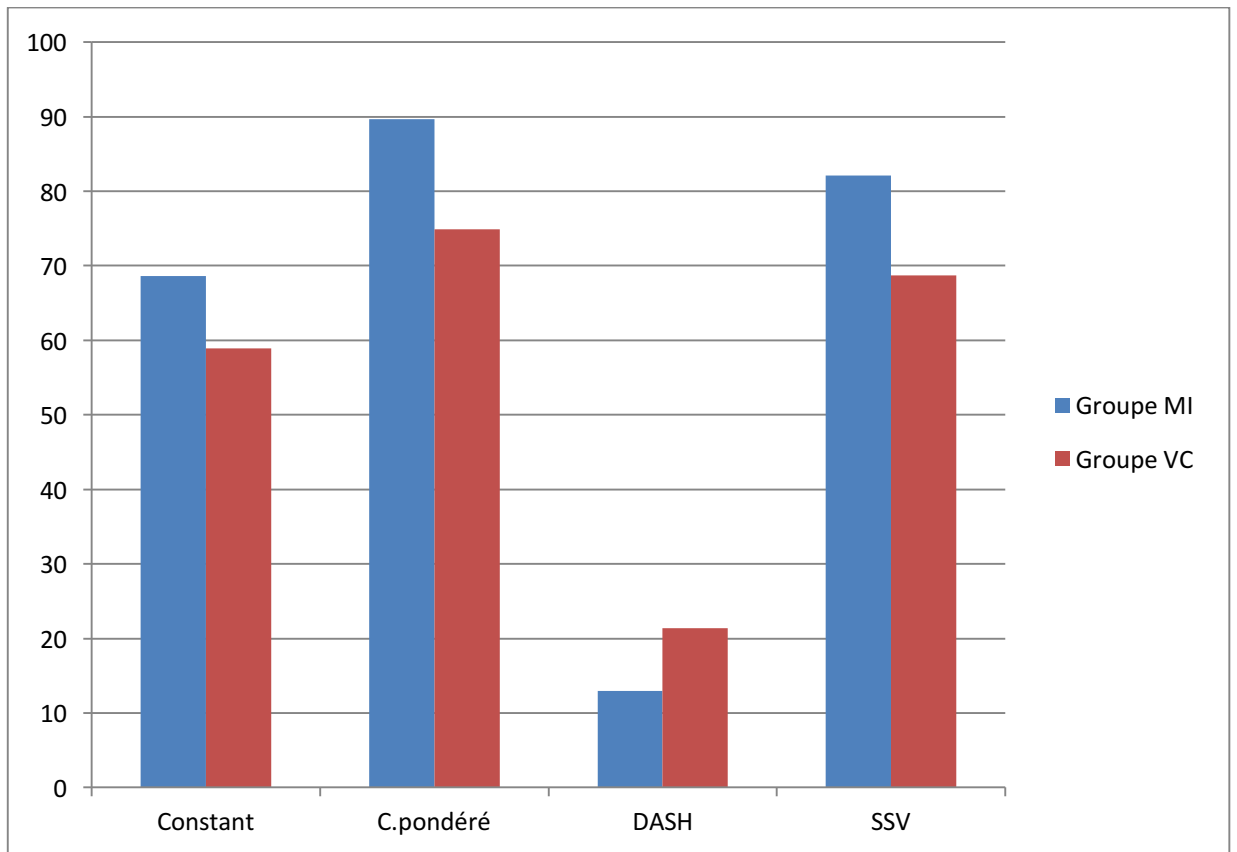


Figure 18 Scores fonctionnels pour chaque groupe

## **B. Complications**

Les comparaisons des taux de complications suivantes n'ont pas été possible en raison d'un nombre d'événements trop faible : ONATH, pseudarthrose, lésion du nerf axillaire, SDRC 1, lyse tubérositaire.

### **Omarthrose**

Des signes radiographiques d'omarthrose étaient présents chez 3 patients dans le groupe MI (16,7%) et 11 patients (42,3%) dans le groupe VC. Cette différence n'était pas significative avant ni après ajustement ( $p=0,2007$  après ajustement).

### **Cal vicieux**

Un cal vicieux était retrouvé chez 7 patients dans le groupe MI (41,2%) et 9 patients dans le groupe VC (34,6%). Aucune différence significative n'a été mise en évidence ( $p=0,95$  après ajustement).

### **Conflit sous-acromial**

Un conflit sous acromial clinique a été objectivé chez 4 patients du groupe MI (22,2%) et 10 patients (40,0%) du groupe VC. Cette différence n'était pas significative ( $p=0,4419$  après ajustement)

### **Effraction articulaire**

Une effraction de la surface articulaire par une ou plusieurs vis était mise en évidence chez 2 patients du groupe MI (11,8%) et 7 du groupe VC (26,9%). Cette différence n'était pas significative ( $p=0,34$ ).

L'effraction était primaire chez un des patients du groupe MI et 4 du groupe VC. L'effectif ne permettait pas de comparer les différents groupes sur le caractère primaire ou secondaire de leur effraction articulaire.

## **Complications toutes confondues**

Il existait une ou plusieurs complication(s) quelle(s) qu'elle(s) soit(ent) chez 13 patients du groupe MI (68,4%) et 22 patients du groupe VC (84,6%). Cette différence n'était pas significative ( $p=0,28$ ).

On peut noter une tendance du groupe MI à présenter moins de complications.

<b>Complication</b>	<b>Groupe MI</b>	<b>Groupe VC</b>	<b>p value sans ajustement</b>	<b>p value après ajustement</b>
<b>ONATH</b>	2(11.1)	5(19.2)	NA :effectif<8	NA :effectif<8
<b>Omarthrose</b>	3(16.7)	11(42.3)	0.073	0.2007
<b>Cal vicieux</b>	7(41.2)	9(34.6)	0.66	0.9496
<b>Pseudarthrose</b>	0	0	NA : une seule catégorie	NA : une seule catégorie
<b>CSA</b>	4(22.0)	10(40.0)	0.22	0.4419
<b>Effraction artic.</b>	2(11.8)	7(26.9)	0.28	0.3416
<b>E. primaire</b>	1(5.6)	4(16.0)	NA :effectif<8	NA :effectif<8
<b>E. secondaire</b>	1(6.3)	3(12.0)	NA :effectif<8	NA :effectif<8
<b>Lés. N. axillaire</b>	1(5.6)	1(3.8)	NA :effectif<8	NA :effectif<8
<b>SDRC 1</b>	1(5.6)	3(12.0)	NA :effectif<8	NA :effectif<8
<b>Lyse tub.</b>	3(17.6)	4(16.0)	NA :effectif<8	NA :effectif<8
<b>Complications confondues</b>	13(68.4)	22(84.6)	0.28	0.3169

Tableau 4 Taux de complications ; comparaison des groupes. E. : Effraction ; tub : tubérositaire.

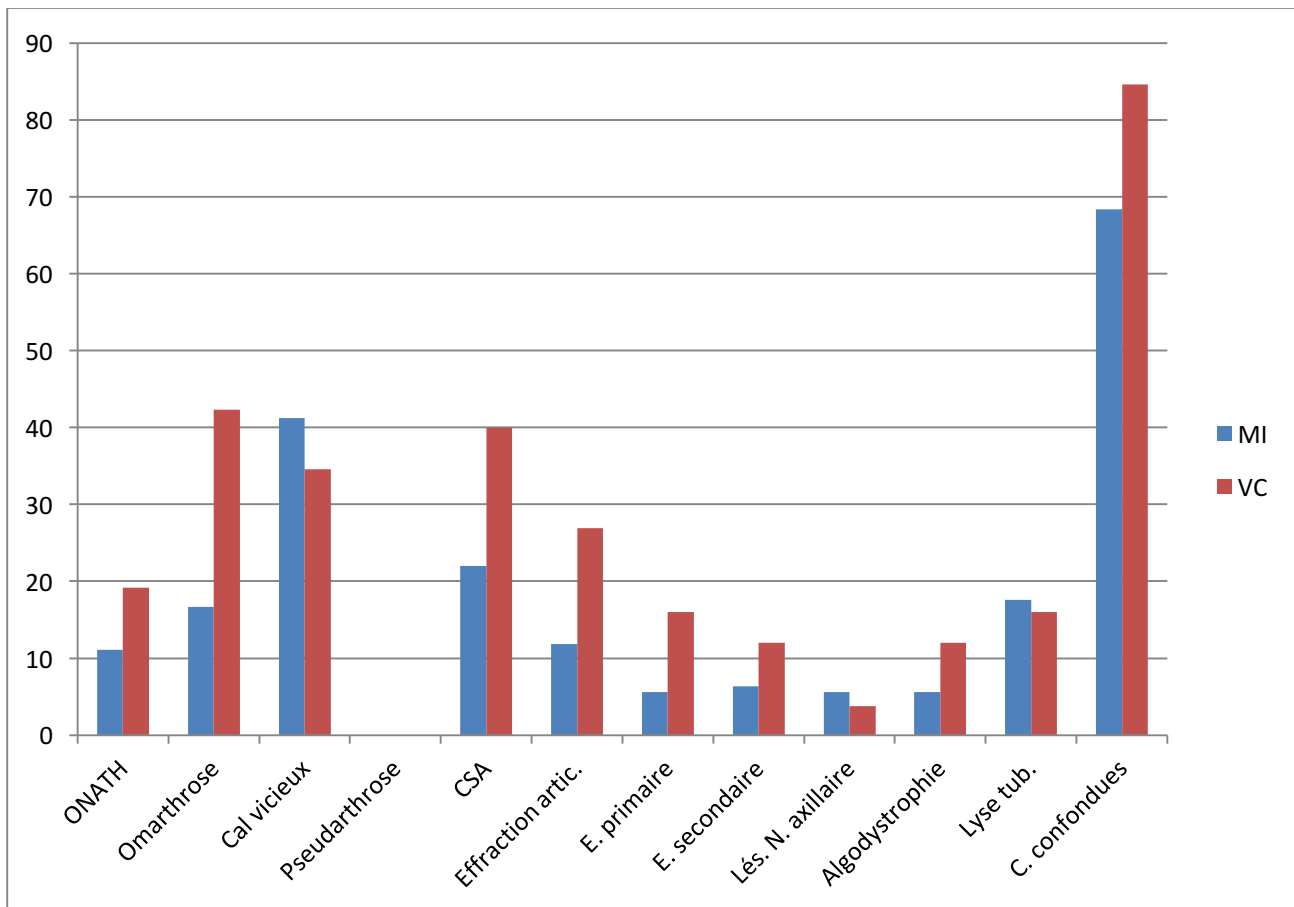


Figure 19 Taux de complication pour chacun des groupes.

## Corrélation entre complications et score fonctionnel (Corrélation de Spearman)

- On retrouve une corrélation significative entre l'existence d'une omarthrose radiologique et le SSV ; les patients présentant des signes d'omarthrose ont un SSV significativement inférieur à ceux n'en présentant pas : 70 contre 85, respectivement ( $p=0.010$ ).
- La présence de signes cliniques de CSA influençait négativement le score de Constant et le SSV. En effet, le Constant moyen chez les patients sans conflit est de 66.8, contre 56.6 chez les patients en présentant un ( $p=0.022$ ). Le SSV moyen en l'absence de CSA était de 85.0 contre 70.0 en sa présence ( $p=0.042$ ).
- Le score de Constant était également influencé négativement par l'existence d'une effraction articulaire : il était de 65.1 en cas d'absence d'effraction contre 53.6 chez les patients qui en présentait ( $p=0.028$ ).

En ce qui concerne le DASH, nous ne sommes pas parvenus à mettre en évidence un lien statistique significatif entre sa valeur et la présence de chacune des complications.

Pour les complications suivantes, l'effectif ne permettait pas de calcul de corrélation : ONATH, pseudarthrose, lésion du nerf axillaire, SDRC 1, lyse tubérositaire.

Pour les cals vicieux, le calcul a été possible mais on ne mettait pas en évidence de corrélation significative.



### III. Etude de Concordance des mesures Radiographiques

#### A. Concordance Intra-Observateurs

La concordance intra-observateur pour la mesure de l'éperon métaphysaire a été calculée comme bonne ou très bonne.

Pour la mesure de l'écart métaphysaire, et la mise en évidence d'une comminution du calcar, la concordance intra-observateur était bonne.

La concordance était bonne pour l'ONATH et l'effraction articulaire (pour un observateur seulement à chacune de ces mesures).

La concordance était très bonne pour la lyse tubérositaire (mais non applicable pour un des observateurs).

Elle était moyenne ou faible pour la réduction tubérositaire et elle était faible pour la détection des cals vicieux.

Mesure	Concordance intra Observateur 1	Concordance Intra Observateur 2
Eperon	K=0.83933[0.75471-0.89648]	K=0.61343[0.44657-0.73956]
Ecart	K=0.60950[0.44064-0.73670]	K=0.65093[0.49436-0.76660]
Comminution Calcar	K=0.6242[0.3752-0.8732]	K=0.6746[0.4543-0.8949]
Refend céphalique	NA	NA
Réduction tubérositaire	K=0.3008[0.0557-0.5460]	K=0.5916[0.3297-0.8535]
ONATH	NA	K=0.6111[0.3542-0.8680]
Omarthrose	NA	NA
Cal vicieux	K=0.3071[0.0596-0.5546]	NA
Lyse tubérositaire	NA	K=0.9083[0.7842-1.0000]
Effraction articulaire	K=0.7412[0.5020-0.9803]	NA

Tableau 5 Valeur des Kappa de concordance intra-observateurs

## B. Concordance Inter-Observateurs

Le calcul a été effectué à partir des mesures des trois observateurs : 1,2 et 3.

La concordance inter-observateurs était bonne pour la mesure de l'éperon métaphysaire.

Elle était en revanche moyenne pour la mesure de l'écart métaphysaire, l'évaluation de la réduction tubérositaire, la détection d'une ONATH ainsi que d'une omarthrose.

La concordance était faible pour la mise en évidence d'une comminution du calcar, d'un refend céphalique, d'une lyse tubérositaire ou d'une effraction articulaire.

Elle était en revanche très faible pour le diagnostic de cal vicieux.

<b>Concordance inter-observateurs</b>	
<b>Paramètre</b>	<b>Concordance [95% CI]</b>
<b>Eperon</b>	0.61 [0.50 – 0.73]
<b>Ecart</b>	0.44 [0.31 – 0.59]
<b>Comminution du calcar</b>	0.32 [0.12 – 0.51]
<b>Refend céphalique</b>	0.38 [0.00 – 0.88]
<b>Réduction tubérositaire</b>	0.52 [0.35 – 0.70]
<b>Nécrose</b>	0.57 [0.35 – 0.78]
<b>Arthrose</b>	0.51 [0.30 – 0.70]
<b>Cal vicieux</b>	0.05 [0.00 – 0.25]
<b>Lyse tubérositaire</b>	0.33 [0.09 – 0.56]
<b>Effraction articulaire des vis</b>	0.37 [0.04 – 0.63]

Tableau 6 Valeur des Kappa de concordance inter-observateurs

### Lien entre facteurs radiologiques et scores fonctionnels :

Aucun lien statistique n'a été retrouvé entre l'éperon métaphysaire pré-opératoire ou l'écart post-opératoire et les scores fonctionnels lors de la visite de contrôle (coefficient de corrélation de Spearman).

## IV. Reprises

Treize patients au total avaient été repris dans les suites de leur ostéosynthèse.

Le taux global de reprise était de 18,3%.

Le délai moyen avant reprise était de  $387.3 \pm 391.4$  jours ; [médiane (Q1 ; Q3) =350.0(72.0 ;480.0)].

Parmi ces patients repris, 7 étaient du groupe MI et 6 du groupe VC.

Parmi ces reprises on retrouve différentes interventions pour plusieurs indications :

- Ablations de matériel : Une patiente a bénéficié d'une ablation de matériel car elle présentait une ONATH avec effraction articulaire secondaire des vis. 3 des ablations ont été réalisées chez 3 patients pour souhait du patient ou conflit sous-acromial.
- Arthroplasties : une hémiarthroplastie a été réalisée chez un patient pour ONATH, une autre chez un autre patient pour déplacement secondaire. Un patient présentait une pseudarthrose justifiant une reprise par prothèse totale inversée. 4 patients ont été opérés d'une arthroplastie totale inversée d'épaule en raison d'un déplacement secondaire de la fracture dans les suites.
- Un patient a bénéficié d'un changement de vis car il existait une effraction articulaire.
- Une ablation de corps étranger ostéochondral a été réalisée dans les suites chez une patiente.

La courbe de survie est représentée en figure 20.

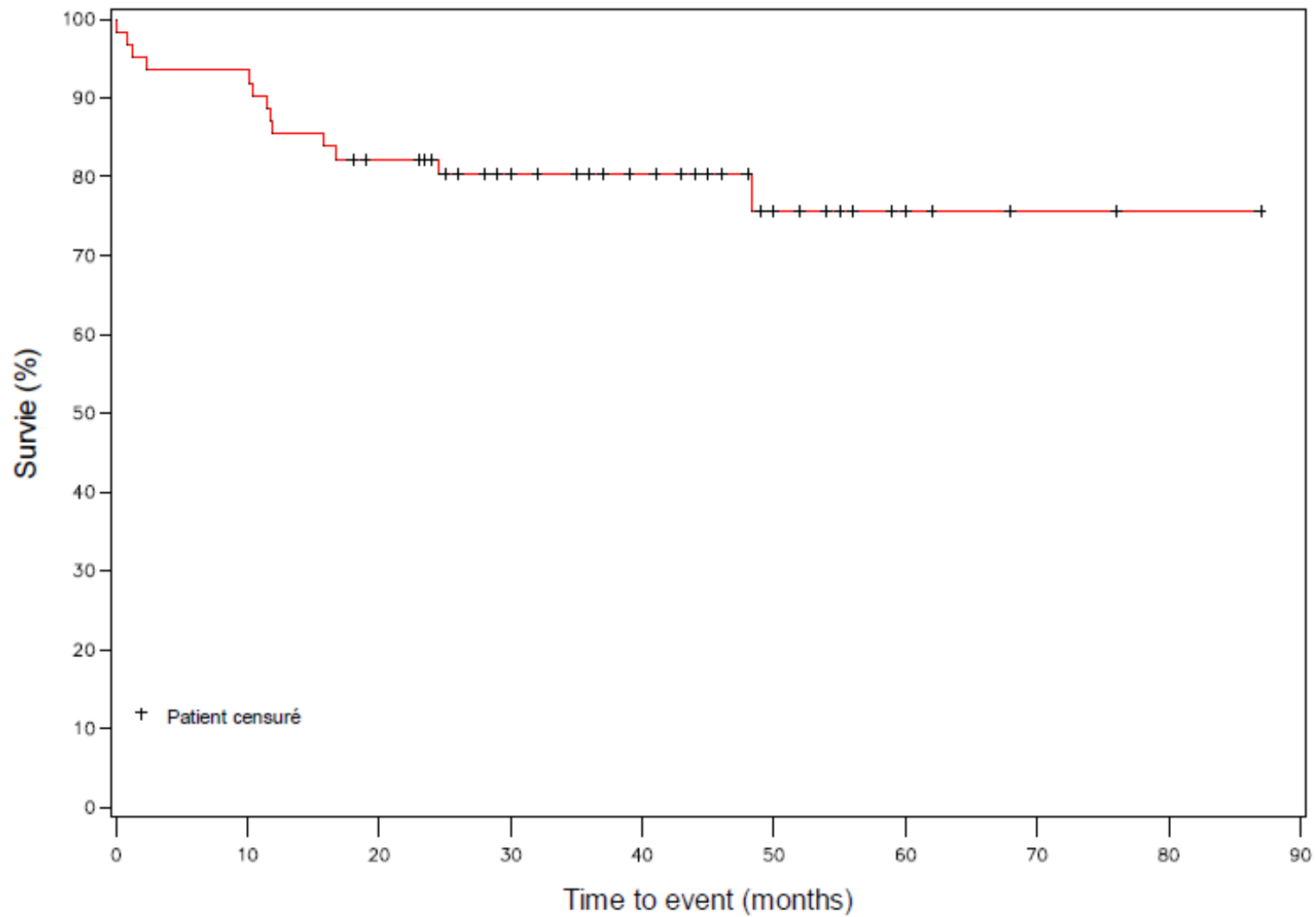


Figure 20 Courbe de survie (Kaplan-Meier)

## DISCUSSION

### I. Résultats fonctionnels

#### A. Comparaison des voies

Les scores fonctionnels ne diffèrent pas de manière significative entre les groupes MI et VC. Seule la douleur s'est avérée significativement moindre dans le groupe MI.

Cependant, ces scores avaient tendance à être meilleurs dans le groupe MI (Constant et SSV supérieurs, DASH inférieur). Ils sont en tout cas au moins aussi bons que ceux des patients opérés par voie classique.

Cette possible différence pourrait être expliquée –en dehors d'éventuelles différences en termes de complications- par une agression chirurgicale moindre, notamment au niveau du muscle deltoïde.

En effet, dans une étude sur les voies d'abord pratiquées pour réparation de la coiffe des rotateurs, Hata et al. avancent que la voie classique serait plus pourvoyeuse d'amyotrophie, notamment en raison de phénomènes de cicatrisation plus étendus que dans les voies mini-invasives (49).

#### *Résultats dans la littérature :*

La série de Lin et al. compare les résultats cliniques chez les patients ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque verrouillée pour fracture de l'ESH par voie delto-pectorale et par voie supéro-latérale mini-invasive. Le recul dans cette étude est de 12 mois.

Les patients opérés par voie MI présentent au dernier suivi moins de douleurs et une meilleure satisfaction. Ils présentent également de meilleures amplitudes

articulaires à 3 et 6 mois, mais on ne retrouve plus de différence entre les 2 groupes en termes d'amplitudes à 12 mois.

La diminution des douleurs dans le groupe MI que nous retrouvons dans notre étude est confirmée par la littérature : dans la revue de Zhao et al. moins de douleurs post-op sont retrouvées chez les patients opérés par voie mini-invasive que ceux opérés par voie classique (50).

Par ailleurs, la même étude ne retrouve pas de différence significative sur le score de Constant à 6 et 12 mois de suivi mais la force est significativement supérieure chez les patients opérés par voie MI.

Ces résultats suggèrent que la voie MI autorise une meilleure récupération de la fonction musculaire.

Il faut prendre en considération que dans cette méta-analyse, la voie delto-pectorale est comparée à la voie supéro-latérale MI. Les conclusions que l'on peut en tirer vis-à-vis de notre étude sont donc à relativiser. Nous n'avons en effet pas retrouvé d'étude antérieure portant sur la comparaison des voies supéro-latérales classiques et mini-invasives.

## **B. Résultats Globaux**

Les résultats globaux dans notre étude étaient assez satisfaisant concernant les trois scores fonctionnels étudiés.

Ils sont comparables à ceux de la littérature.

### **1. Constant**

L'étude prospective multicentrique de Sudkamp et al. sur les résultats des ostéosyntheses par plaque dans les fractures de l'ESH, retrouvait un Constant absolu moyen de  $71 \pm 14$ , et un Constant pondéré moyen de  $85\% \pm 14$  à 1 an (51).

Dans une revue systématique de séries d'ostéosyntheses par plaque verrouillée de fractures de l'ESH toutes voies confondues, à long terme, portant sur 514 patients, Sproul et al. avaient calculé un Constant moyen de 73,6 (52). Les plaques utilisées dans les séries sur lesquelles porte cette revue sont la plaque Philos et la plaque LCP.

Acklin et Sommer, dans leur article décrivant la technique opératoire de pose de la plaque Philos par voie supéro-latérale mini-invasive, rapportent un Constant moyen de 78 points (45).

Röderer et al. ont publié une série de plaques verrouillées posées pour fracture de l'ESH par voie supéro-latérale mini-invasive (53). Le score de Constant moyen était de 66,8 ; le Constant pondéré de 87%.

Une étude de Gallo et al. décrit 2 incisions pratiquées pour la pose d'une plaque pour fracture de l'ESH : une voie delto-pectorale ainsi qu'une voie latérale pour le vissage (54).

La seule complication rapportée dans cette série est la raideur post-opératoire.

Ils retrouvaient les amplitudes moyennes suivantes : EAA : 138°, Abduction : 116°.

Ces valeurs et celles de notre série sont rappelées dans le tableau 7.

Les valeurs du Constant absolu et pondéré dans cette dernière apparaissent comparables mais légèrement inférieures à celle des autres études citées.

## **2. DASH**

Le score DASH varie selon les études de 15.2 à 27 (51,52). Les résultats de notre série sur ce score sont satisfaisants puisque il y est de 18.

<i>Etude</i>	<i>Constant</i>	<i>Constant pondéré</i>	<i>DASH</i>	<i>EAA</i>	<i>Abduction</i>
<b><u>Cette série</u></b>	63	80	18	130°	117°
<b>Südkamp 2009</b>	71	85	15.2		
<b>Sproul 2011</b>	73,6		27		
<b><u>Acklin 2012</u></b>	78				
<b><u>Röderer 2010</u></b>	66,8	87			
<b>Gallo 2005</b>				138°	116°

Tableau 7 Moyennes des scores fonctionnels dans les différentes études citées. Les noms d'étude en gras concernent les études portant sur les résultats des plaques verrouillées. Les noms soulignés concernent les études portant sur les plaques verrouillées posées par voies MI.



## II. Complications

### A. Comparaison des voies

Dans notre série, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux groupes en termes de complications. On constate cependant une tendance à des taux plus faibles de complications dans le groupe MI, pour la plupart d'entre-elles. Tout comme pour les scores fonctionnels, on peut dire que la voie MI est au moins équivalente à la voie classique, d'après ces résultats.

#### *Résultats dans la littérature :*

Comme précédemment écrit, la littérature comparant les voies classiques et mini-invasives pour la pose de plaque n'est pas très riche. De plus les études retrouvées ne portent pas sur la comparaison des voies supéro-latérales classique et mini-invasive, mais sur la comparaison de cette dernière à la voie delto-pectorale.

Une étude de Bähris et al. compare l'ostéosynthèse par voie classique avec pose de plaque en T à des techniques mini-invasives (comme des embrochages ou vissages). Ils retrouvent dans cette série un taux d'ONATH chez les patients opérés par plaque de 16% contre 9% chez les patients opérés par techniques mini-invasives, après un recul moyen de 4,2 ans (43).

Il s'agit là de techniques différentes de celles étudiées dans notre série, mais les auteurs attribuent les meilleurs résultats des techniques mini-invasives à une moindre dissection et de moindres dommages causés aux tissus mous, qui permettraient une meilleure préservation des éléments vasculaires irrigant la tête humérale.

La revue de Zhao et al. compare les résultats des ostéosyntheses par plaque pratiquées par voie delto-pectorale à ceux des ostéosyntheses pratiquées par voie supéro-latérale mini-invasive. Elle porte sur 8 essais prospectifs avec un suivi à 6 et 12 mois au moins (50).

Les temps opératoire et les pertes sanguines sont significativement inférieures lors d'une pose de plaque par voie MI. Les auteurs suggèrent que le temps

opératoire plus faible ainsi que les pertes sanguines moindres permettent une meilleure récupération post-opératoire.

Le délai de consolidation de la fracture est plus court chez les MIPO.

Aucune différence significative en termes de complications n'est retrouvée.

La série de Röderer et al. de 2011 compare les voies delto-pectorale et supéro-latérale mini-invasive pratiquées pour ostéosynthèse des fractures de l'ESH, utilisant une plaque d'un modèle différent de celui de notre étude (NCB, Zimmer) (55).

Les complications recherchées sont :

-liées au matériel : effraction articulaire, démontage du matériel, et bris de matériel

-générales : déplacement secondaire, ONATH, infection, SDRC 1, CSA, pseudarthrose et retard de consolidation.

Le taux de complications toutes confondues est de 26% dans le groupe DP et 15% dans le groupe MI ; cette différence n'est pas significative.

Par ailleurs, une effraction articulaire est présente chez 15% des patients, déplacement secondaire chez 8% d'entre eux et le taux de reprise est de 27%. On ne retrouvait de différence entre les groupes pour aucune complication.

## **B. Résultats globaux**

Le taux de complication global de la série apparaît important, en regard de ceux de la littérature. Mais les taux de chaque complication pris isolément semblent beaucoup plus comparables à ceux des autres études sur le sujet.

### **1. Taux global de complications**

Les taux globaux de complications retrouvés dans la littérature sont de 27 à 56% (5,52,53,56). Il est de 79,5% dans cette série.

Les taux de complications apparaissent plus faibles dans la littérature que dans notre série mais :

-Un grand nombre de complications était recherchées dans cette dernière, dont certaines augmentent artificiellement le taux global de complications.

-Notamment la recherche d'une omarthrose, qui n'est pas forcément à considérer comme une complication d'une fracture de l'ESH ou de son ostéosynthèse, peut entraîner une surestimation du taux de complications.

-Peu d'études enfin, recherchent l'ensemble de toutes ces complications. Nous avons en effet cherché à être le plus exhaustif possible en recherchant toutes les complications existantes, afin de mettre en évidence une éventuelle différence entre les groupes sur ces complications. Le taux de complications global excluant le CSA et les cals vicieux (ce qui se rapproche des paramètres étudiés dans les études citées ici) est de 51%. Le taux excluant CSA, cals vicieux et omarthrose (correspondant par exemple à la revue de Thanasas et al.) est de 42%. Ces taux sont d'avantages comparables à ceux de la littérature.

-Les plus faibles reculs de certaines séries peuvent également expliquer en partie leur moindre taux de complications ; notre recul est en effet plus grand que ceux de la plupart des études sur le sujet.

## **2. Cal Vicieux**

La revue de Sproul et al. fait état de 16,3% de cals vicieux en varus (52).

Dans notre série, les cals vicieux tous confondus concernaient 37,2% des patients.

Tous les cals vicieux, sans précision de localisation, de direction ou d'angulation étaient considérés. Le taux est donc logiquement plus élevé dans notre série que dans celle de Sproul et al. , qui ne considère que les cals vicieux en varus.

## **3. Conflit sous-acromial**

Les taux de CSA de la littérature varient de 4,8 à 16,2% (52,56).

Il était de 32,6% dans notre série.

## **4. Effraction articulaire**

Une effraction articulaire des vis était retrouvée, selon les études, dans 4 à 14% des cas (36,51,56). Le taux d'effraction dans notre série était de 20,9%.

Il est intéressant de noter que, dans notre série, la complication liée directement à l'intervention influençant le plus le Constant est l'effraction articulaire par les vis.

Dans la série de Lin et al., il est rapporté que la plupart des complications de la MIPO sont liées au matériel (conflit, effraction, démontage du matériel).

Ces données ajoutées au fait que le matériel utilisé est une plaque verrouillée nous font penser qu'il est important de poser des vis plus courtes, voire de standardiser leur longueur, afin d'éviter les effractions articulaires. En effet, la tenue dans l'os est suffisante sans qu'il y ait besoin que les vis soient bi-corticales (4).

### **5. Lyse tubérositaire**

Falez et al. rapportent dans leur série de MIPO 2,7% de lyse tubérositaire (56).

Il était dans notre série de 16,7%. Pour cette complication, à l'instar des cals vicieux, une définition trop extensive peut avoir engendré un taux plus élevé dans notre série.

### **6. Taux de reprise**

Le taux de reprise dans la littérature varie de 13,7% à 19% (36,51). Ce taux dans notre série est de 18,3%. Notre important recul peut expliquer ce taux de reprise relativement élevé (recul de 42,6 mois dans notre série contre 12 mois dans bon nombre des études citées, notamment celle de Südkamp).

### **7. ONATH**

Les taux d'ONATH retrouvés dans les autres séries et revues s'étendent de 0 à 16% (36,42,43,52,56).

Ce taux est de 15,9% dans notre série.

Toute ONATH, même partielle, et quelle qu'en soit le stade, faisait considérer le patient concerné comme présentant cette complication. Cette sensibilité de détection peut avoir majoré artificiellement le taux d'ONATH par rapport à ceux des autres études.

Dans une étude cadavérique de 2006 sur les conséquences vasculaires de la pose de plaque par voie supéro-latérale mini-invasive, Gardner et al. décrivent le « Bare Spot » ou « zone nue ». Il s'agit d'une région de la face latérale de l'extrémité

proximale de l'humérus (cf. figure 21), d'environ 3cm de largeur, et où aucun vaisseau ne pénètre (57). L'existence d'une telle zone avait déjà été évoquée par Meyer et al. (12).

Elle correspond également à la zone de pose de la plaque via la voie MI. Les auteurs recommandent de placer la plaque au milieu de cette zone, ou légèrement à sa partie postérieure, afin de préserver autant que possible la branche ascendante de l'artère circonflexe antérieure(57).

Cette voie d'abord serait donc des moins agressives envers les éléments vasculaires pour la pose d'une plaque car elle conduit directement à cette zone sans qu'un important décollement ne soit nécessaire lors de l'exposition.

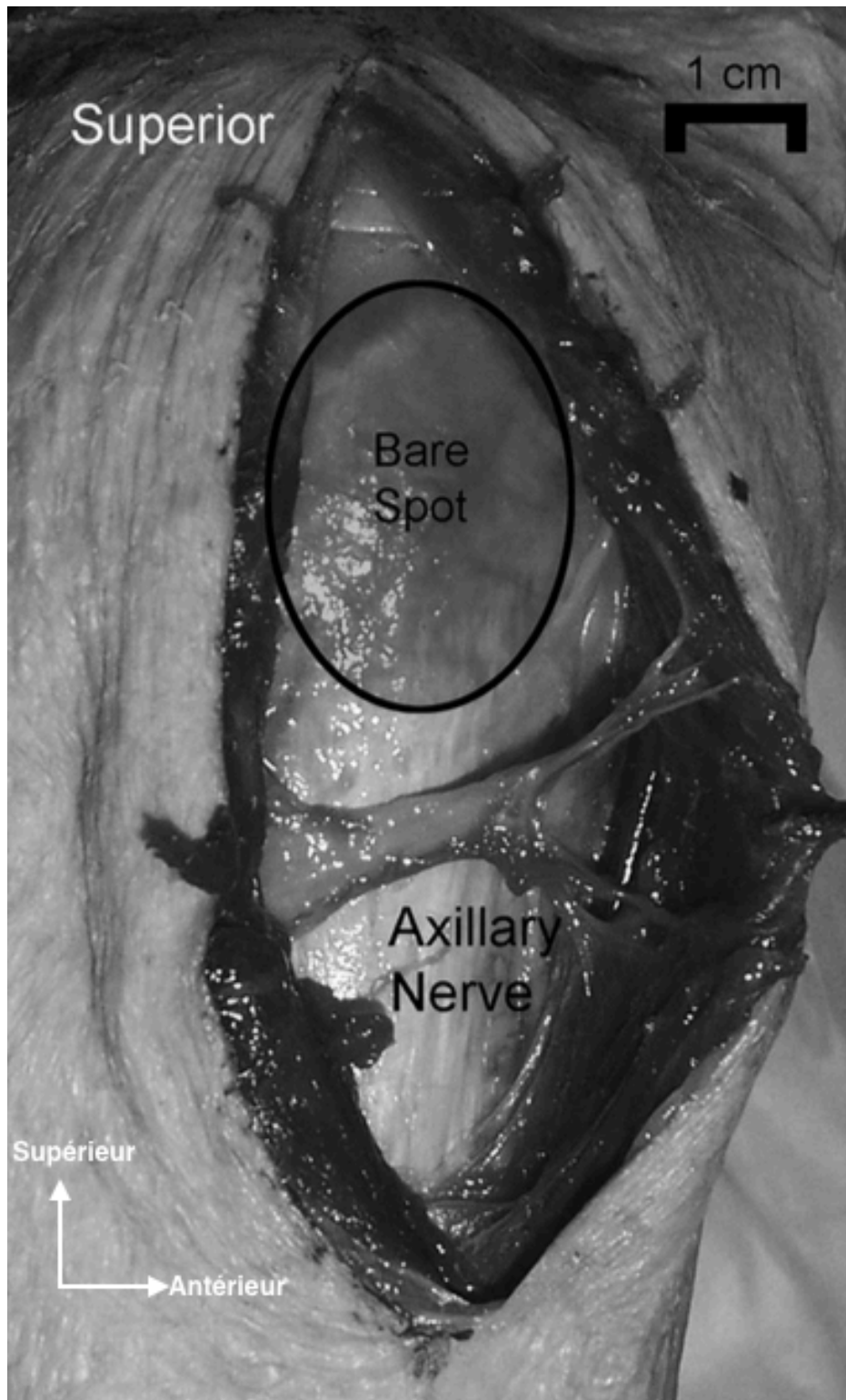


Figure 21 Photo de dissection mettant en évidence le Bare Spot (in Gardner et al. : Vascular implications of minimally invasive plating of proximal humerus fractures)

## Lésions du Nerf axillaire

Dans notre série, 2 patients avaient présenté une lésion du nerf axillaire dans les suites de leur fracture de l'ESH, sans qu'il soit possible de déterminer si ces lésions étaient présentes ou non avant la chirurgie.

Peu d'EMG ont été réalisés :

Seuls deux patients présentant une amyotrophie du deltoïde ont accepté de réaliser un EMG.

L'un concluait à l'absence de lésion et l'autre à des lésions anciennes en cours de récupération.

Gardner et al. (7) ne rapportent pas de lésion du nerf axillaire qui puisse être attribuée à la voie d'abord chirurgicale lors de la pratique de la voie supéro-latérale pour la pose d'une plaque d'ESH.

Cependant, certains auteurs, comme Röderer et Lin, avancent que plus de lésions du nerf axillaire surviennent au cours de la réalisation d'une voie supéro-latérale, par rapport à la voie delto-pectorale (9,53).

Acklin et Sommer, dans leur article cité plus haut, ne rapportent qu'un cas de lésion du nerf axillaire, pour 29 patients ;représentant donc 3% de la population (45).

Lin et al. dans leur série de MIPO retrouvent 1 lésion de nerf axillaire sur 43 patients contre zéro dans le groupe delto-pectorale.

Aucune conséquence fonctionnelle des lésions du nerf axillaire n'est en revanche mise en évidence (9).

Dans une étude anatomique sur les rapports anatomiques du nerf axillaire, Apaydin et al. insistent sur l'importance du repérage du nerf axillaire (visuel ou tactile) lors de la pose d'une plaque d'ESH par voie supéro-latérale (15).

Les travaux de Visser et al. sur les lésions nerveuses consécutives aux fractures de l'ESH ont mis en évidence que des lésions objectivées en EMG sont très fréquentes. En effet, jusqu'à 68% des patients présentant une fracture de l'ESH montraient des signes électrophysiologiques de lésion axonale d'un des nerfs du membre supérieur (50% dans les luxations) ; et cela concernait le nerf axillaire dans 53% des cas (13).

Toutes les pertes de force associées à une lésion nerveuse ont récupéré.

Parmi les patients traités non chirurgicalement, la récupération fonctionnelle est plus longue chez les patients présentant une lésion nerveuse, mais le résultat fonctionnel final est le même que chez les patients n'ayant pas présenté de lésion nerveuse.

Les auteurs évoquent par ailleurs que les fractures les plus déplacées ont nécessité une énergie en générale plus grande, ce qui pourrait expliquer leur plus haut taux de lésions nerveuses.

Une autre étude des mêmes auteurs sur les lésions nerveuses consécutives aux fractures de l'ESH retrouve une subluxation inférieure chez 9 patients sur 142. Il existe une lésion axonale du nerf axillaire chez 8 d'entre-eux. La récupération a été spontanée chez chacun de ces patients. Les auteurs évoquent que la subluxation peut entraîner une diminution de la force des muscles (notamment de la coiffe des rotateurs, ou du deltoïde), qui peut elle-même être responsable de lésions nerveuses (17).

Par ailleurs, ces travaux soulèvent les problèmes que pose l'évaluation neurologique des patients présentant une fracture de l'ESH.

En effet, l'examen clinique est très peu performant dans la détection de lésion nerveuse, et a fortiori du nerf axillaire. Le déficit sensitif étant rarement présent et le testing musculaire souvent difficile en raison des douleurs, l'EMG reste le moyen le plus efficace pour mettre en évidence une lésion.

Mais on peut s'interroger sur la pertinence de la réalisation d'un tel examen en dehors d'une situation clinique particulièrement évocatrice.

En effet, les lésions récupèrent dans la très grande majorité des cas et passent donc inaperçues (13). De plus, plus le temps entre le traumatisme et la réalisation de l'EMG est long, moins on retrouve de lésion nerveuse.



Les mêmes auteurs recommandent en pratique de réaliser un EMG à 3 semaines s'il existe une paralysie ou parésie ; puis de contrôler la récupération à 3 mois. Ils ne recommandent pas la réalisation d'un EMG en routine, en l'absence de contexte clinique évocateur.

Ainsi, l'EMG étant un examen invasif, qui peut être douloureux ; sa réalisation de manière systématique ne nous a pas semblé pertinente dans l'élaboration de cette étude.

Complication	Toutes	ONATH	EA	Reprise	CSA	CV	LNA	PA	SDRC1	Inf.	LT
<i>Série</i>											
<b><u>Cette série</u></b>	79%	15,9%	20,9%	18,3%	32,6%	37,2%	4,5%	0%	9,3%	0%	16,7%
<i>Misra 2001</i>	55,9%										
<b><u>Sproul 2011</u></b>	48,8%	10,8%	8%		4,8%	16,3%		3,4%		3,5%	
<b><u>Thanasas 2009</u></b>		7,9%	11,6%	13,7%				1,6%		1,9%	
<b><u>Südkamp 2009</u></b>	34%		14%*	19%**							
<b><u>Falez 2016</u></b>	27%	1,4%	4%		16,2%		0%	0%			2,7%
<i>Kristiansen 1986</i>		13%									
<b><u>Röderer 2010</u></b>	30%	5,5%	5,5%		7,4%					3,7%	
<i>Bäthis 2001</i>		16%									
<b><u>Acklin 2012</u></b>		3%					3%				
<b><u>Gardner 2008</u></b>		0%					0%				

Tableau 8 Taux de complications dans les différentes études citées. EA : effraction articulaire ; CV : cal vicieux ; LNA : lésion du nerf axillaire ; PA : pseudarthrose ; inf. : infection ; LT : lyse tubérositaire. Les noms en gras concernent les études portant sur les résultats des plaques verrouillées. Les noms soulignés concernent les études portant sur les plaques verrouillées posées par voies MI. \* : Il s'agit du taux d'effraction primaire. \*\* : reprise dans l'année.

### III. Facteurs radiographiques :

Certaines des mesures ont montré une concordance intra-observateurs faible : notamment le diagnostic de cal vicieux. Une possible cause de cette faible concordance est probablement l'imprécision de la définition du cal vicieux. En effet il convient de définir précisément quels cals vicieux l'on recherche et l'on considère comme une complication. La revue de Sproul et al., par exemple ne recherchait parmi les cal vicieux que ceux en varus (52).

Cette imprécision dans la définition montre justement que l'évaluation du taux de complications est sujette à débat, et constitue une potentielle limite dans notre étude car ce taux a pu être surestimé pour cette raison, notamment.

L'inconstance des résultats de concordance de ces facteurs suggère que les clichés standards sont assez peu performants dans l'évaluation des différents critères d'une fracture de l'ESH. Et nous pensons que cette constatation peut être extrapolée à l'ensemble des critères radiographiques recherchés lors de l'analyse d'une fracture de l'ESH, initialement et en post-opératoire.

Les critères évoqués ont une importance thérapeutique, en ce qui concerne les clichés initiaux ; notamment les critères de Hertel : éperon métaphysaire etc.

Ils ont également un intérêt dans le suivi (surtout les facteurs post-opératoires). Par exemple, il est suggéré dans la littérature que la réduction des tubérosités influence positivement les résultats cliniques (36) ; l'absence de restitution de l'arche médiale (ou calcar) est considérée comme un facteur de risque de bris de matériel, de déplacement secondaire et de pseudarthrose (9,35)

Dans une étude de reproductibilité inter- et intra-observateurs des classifications de Neer et de l'AO, Sjöden et al. ne retrouvent pas d'amélioration des reproductibilités des classifications avec l'usage des reconstructions scanographiques par rapport aux radiographies standards (58).

Ackermann et al. ont réalisé une étude géométrique afin d'évaluer la capacité des clichés radiographiques standards à déterminer le déplacement angulaire et

rotatoire d'une fracture de l'ESH. Des clichés d'une barre de métal angulée étaient réalisés et une équipe de chirurgiens et de radiologues devaient déterminer l'angulation en degrés de celle-ci, son orientation et une éventuelle rotation. L'orientation de la rotation n'était correctement évaluée que dans 56% des cas ; l'ampleur de la rotation était mésestimée de 23° en moyenne ; l'anté- ou rétroversion n'était correctement évaluée que dans 18% des cas (59).

Cette étude, bien que non réalisée sur des mesures classiques, montre la faible capacité des clichés standards à caractériser avec précision une fracture de l'ESH.

L'étude de Guix et al. a montré que la lecture standardisée des clichés standards offrait une bonne reproductibilité, qui n'est améliorée par l'usage du TDM que pour l'interprétation du nombre de fragments et des fragments concernés(60).

En revanche les autres paramètres sont mesurés de manière reproductible en radiographie standard à condition que la mesure soit standardisée ; il s'agit de paramètres divisés en sous-groupes :

- rapports céphalo-diaphysaires : impaction, déplacement, médial/latéral, varus/valgus, préservation de la charnière médiale, fracture métaphysaire associée,
- rapports céphalo-tubérositaires : déplacement, tubercule majeur, mineur, taille du déplacement ( $\geq 10\text{mm}$  pour le tubercule mineur,  $\geq 5\text{mm}$  pour le tubercule majeur), des fragments( $\geq 3\text{cm}$ ) ...
- éléments relatifs à la tête humérale (stock osseux, refend céphalique...).

Cette étude suggère que les clichés standards peuvent être performants dans l'évaluation initiale des fractures de l'ESH, mais à condition d'une standardisation stricte et très exigeante.

Bahrs et al. rapportent la faiblesse des clichés standards aux superpositions qu'ils affichent souvent. L'incidence montrant le plus de chevauchements serait le profil de Lamy, suivi du profil axillaire et du cliché de face. Ils mettent en évidence par ailleurs que les structures sont plus précisément individualisées en TDM qu'en radiographie standard. De même, la classification des fractures (selon Neer simplifiée) est plus aisément établie en TDM, et la meilleure modalité pour ce faire est le TDM en 2D analysé sur un écran d'ordinateur, et non sur des planches imprimées (22).

Ces mêmes auteurs considèrent qu'un TDM doit être réalisé en contexte de fracture de l'ESH, dès lors qu'il existe une superposition sur les clichés standards ou que ces derniers sont de qualité insuffisante.

En ce qui concerne les clichés standards, le couple face-profil axillaire est plus performant que le couple face-profil de Lamy (notamment en raison des superpositions d'images) ; l'inconvénient du profil axillaire est que sa réalisation peut être douloureuse en contexte traumatique.

Une étude de Janssen et al. compare les reproductibilités des clichés standards au TDM 2D et 3D dans le diagnostic et les indications thérapeutiques des fractures du tubercule majeur isolées. L'usage du TDM dans cette étude n'améliore pas la reproductibilité, en revanche elle augmente le niveau de confiance de l'indication thérapeutique (confiance qu'a le chirurgien en son indication thérapeutique, notée de 0 à 10) (61).

L'étude rétrospective de Meleán et al. montre que le TDM offre une meilleure précision dans les mesures de l'angle cervico-diaphysaire, de la longueur de l'extension métaphysaire, du déplacement du calcar et de la distance apex-tubercule majeur. En outre, les indications thérapeutiques posées diffèrent selon que l'examen interprété est une radiographie standard ou un TDM (62).

L'étude de Sallay et al. montre que les clichés standards possèdent des reproductibilités faibles à moyennes pour l'évaluation des fractures de l'ESH et que la visualisation du tubercule mineur est particulièrement difficile avec cet examen (63).

Nous pensons qu'un TDM en fenêtre osseuse doit être réalisé devant toute fracture de l'ESH, afin d'analyser avec précision la configuration du ou des trait(s) de fracture, leur déplacement et les différents facteurs pronostiques vus plus haut. Cette évaluation précise nous apparaît primordiale pour poser la meilleure indication thérapeutique.

## Classifications

D'après Maier et al., la classification qui possède la meilleure reproductibilité inter-observateur pour le diagnostic des fractures de l'ESH est celle de Codman/Hertel, suivie de celle de Neer, puis celle de Resch et de celle de l'AO/OTA (64).

Une étude de Iordens et al. sur les fiabilités et reproductibilités des classifications de Hertel et de Neer ne conclut à aucune supériorité d'une classification par rapport à l'autre (65).

Une étude de Papakonstantinou comparant les classifications de l'AO et de Neer (ainsi que leurs versions simplifiées) a montré des reproductibilités similaires mais légèrement meilleures pour la classification de Neer :  $k=0.40-0.58$  pour cette dernière et  $k=0.31-0.54$  pour la classification de l'AO.

L'usage de la version simplifiée (1, 2, 3 ou 4 fragments/parties) de la classification de Neer ne grève pas sa reproductibilité (28).

Matsushigue et al. ont comparé l'usage du TDM en reconstructions 3D et des radiographies standards pour la classification des fractures de l'ESH selon les classifications de Neer et de l'AO. La meilleure reproductibilité intra et inter-observateurs est obtenue avec la classification de Neer, en utilisant le TDM. Par ailleurs, cette concordance dans la classification de Neer est meilleure en TDM qu'en radiographie standards (66).

En outre, la classification de Neer est utilisée dans de nombreuses séries, facilitant la comparaison de ces dernières avec la nôtre (32). Par ailleurs, le nombre limité de types de fracture selon cette classification facilitait l'analyse dans cette étude dont l'effectif est limité.

Ces éléments nous ont conforté dans l'usage de la classification de Neer pour mener cette étude.

Une classification a été décrite en 2016 par Herbert Resch et al. (31). Elle est décrite comme pathomorphologique et se base sur l'analyse du scanner en 2D et reconstructions 3D, et ce de manière standardisée. Elle prend en compte les angulations et déplacements des fragments, notamment. Cette méthode apparaît précise et reproductible mais elle impose de réaliser un scanner chez tous les patients présentant une fracture de l'ESH et son usage est complexe. La littérature future devrait nous éclairer sur ses performances comparées à celles des classifications plus traditionnellement utilisées.

## Limites

L'exclusion des patients repris peut être source de biais. Nous avons fait ce choix sur le postulat qu'une reprise pouvait influencer la fonction future, et ainsi modifier les scores fonctionnels, créant un possible facteur de confusion. Mais cette exclusion a aussi pour conséquence de ne pas mesurer des données chez des patients qui, pour la plupart, présentent des complications.

Aucune mesure des temps opératoires, de la perte sanguine, du temps de consolidation, ou des douleurs post-opératoires immédiates n'était disponible. C'est l'une des conséquences du caractère rétrospectif de l'étude. Ces données sont souvent recueillies dans les études prospectives (cf. revue de Zhao (50)) : elles nécessitent en effet un recueil en amont.

Le nombre de perdus de vue dans notre série peut également apparaître important. Il s'explique notamment par l'hétérogénéité de la population, qui est composée de patients vus initialement en urgence, parfois non-résidents de la région voire du pays, dont beaucoup n'ont pas effectué leur suivi dans notre centre. Ces patients ont bien entendu été difficiles à reconvoquer. L'important recul peut également expliquer le nombre de perdus de vue, bon nombre de patients avaient changé de lieu résidence ; d'autres ont refusé de revenir en consultation ou de donner des informations relatives à leur suivi.

Le nombre relativement important de perdus de vue peut éventuellement être responsable de biais, car on peut supposer que les perdus de vue présentent des caractéristiques différentes des patients ayant accepté d'être revus. Par exemple,

certain patients ne souhaitent pas être revus car ils jugent que leur récupération est complète et qu'ils n'ont donc aucun intérêt à consulter ; à l'inverse, certains patients refusent d'être revus car ils sont insatisfaits de leur prise en charge.

L'effectif limité de l'étude a pour conséquence un manque de puissance statistique, nous empêchant peut-être de mettre en évidence des différences qui auraient été significatives avec un plus grand effectif.

Enfin, le diagnostic de lésion du nerf axillaire est également sujet à débat. L'EMG ayant peu d'intérêt en routine, il convient de se baser avant tout sur la clinique. Mais, l'examen sensitif étant peu fiable, on recherche un déficit moteur ou une amyotrophie. Il aurait peut-être été intéressant de quantifier l'amyotrophie du muscle deltoïde chez chaque patient afin de rechercher une influence de la voie d'abord sur cette dernière.

## Points forts

Le recul moyen de notre série est relativement important pour une série de traumatologie : 43 mois. Bon nombre des études réalisées sur le sujet ont des reculs de 12 mois seulement.

Cet important recul est intéressant notamment pour la recherche de l'ONATH, car il s'agit d'une complication tardive (67).

L'exhaustivité dans la recherche des complications est également un potentiel point fort, car il permet une analyse complète des éventuelles différences entre les groupes.

Un autre point fort de cette série est qu'il s'agit, à notre connaissance, de la seule étude qui compare les voies supéro-latérales classique et mini-invasive.



## CONCLUSION

Les voies d'abord supéro-latérales mini-invasives et classiques n'ont pas montré de différence significative en termes de scores fonctionnels ou de complications. On peut dire que la voie mini-invasive est au moins équivalente, d'après ces résultats, à la voie supéro-latérale classique.

Les résultats globaux de la série sont comparables à ceux de la littérature, mais retrouvent tout de même sensiblement plus de complications.

L'usage de la voie d'abord supéro-latérale mini-invasive nous semble préconisé lorsqu'une ostéosynthèse par plaque pour fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus est indiquée. C'est en effet une technique qui semble prometteuse, à condition qu'elle soit pratiquée selon une bonne connaissance de l'anatomie et de la procédure.

L'analyse des performances de la radiographie standard a montré la faible fiabilité de cet examen ; ces résultats sont abondamment confirmés par la littérature.

Il convient donc de préconiser un usage généralisé de la tomodensitométrie dans le diagnostic des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 2001 Aug;72(4):365–71.
2. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Järvinen M, Vuori I. Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finnish persons: sharp increase in 1970-1998 and alarming projections for the new millennium. *Acta Orthop Scand*. 2000 Oct;71(5):465–70.
3. Thorsness R, Iannuzzi J, Noyes K, Kates S, Voloshin I. Open Reduction and Internal Fixation Versus Hemiarthroplasty in the Management of Proximal Humerus Fractures. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2014 Jun;5(2):56.
4. Hepp P, Theopold J, Voigt C, Engel T, Josten C, Lill H. The surgical approach for locking plate osteosynthesis of displaced proximal humeral fractures influences the functional outcome. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008 Jan;17(1):21–8.
5. Misra A, Kapur R, Maffulli N. Complex proximal humeral fractures in adults—a systematic review of management. *Injury*. 2001;32(5):363–372.
6. Handoll HH, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2015 [cited 2017 May 17]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doc-distant.univ-lille2.fr/doi/10.1002/14651858.CD000434.pub4/abstract>
7. Gardner MJ, Griffith MH, Dines JS, Briggs SM, Weiland AJ, Lorich DG. The extended anterolateral acromial approach allows minimally invasive access to the proximal humerus. *Clin Orthop*. 2005 May;(434):123–9.
8. Sturzenegger M, Fornaro E, Jakob RP. Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch Orthop Trauma Surg Arch Orthopadische Unf-Chir*. 1982;100(4):249–59.
9. Lin T, Xiao B, Ma X, Fu D, Yang S. Minimally invasive plate osteosynthesis with a locking compression plate is superior to open reduction and internal fixation in the management of the proximal humerus fractures. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:206.
10. Kamina P. *Anatomie Clinique, Anatomie Générale-Membres*. Maloine.
11. Duparc F, Muller JM, Fréger P. Arterial blood supply of the proximal humeral epiphysis. *Surg Radiol Anat SRA*. 2001 Jun;23(3):185–90.
12. Meyer C, Alt V, Hassanin H, Heiss C, Stahl J-P, Giebel G, et al. The arteries of the humeral head and their relevance in fracture treatment. *Surg Radiol Anat SRA*. 2005 Aug;27(3):232–7.
13. Visser CPJ, Tavy DLJ, Coene LNJEM, Brand R. Electromyographic findings in shoulder dislocations and fractures of the proximal humerus: comparison with clinical neurological examination. *Clin Neurol Neurosurg*. 1999 Jun 1;101(2):86–91.
14. Stecco C, Gagliano G, Lancerotto L, Tiengo C, Macchi V, Porzionato A, et al. Surgical anatomy of the axillary nerve and its implication in the transdeltoid approaches to the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010 Dec;19(8):1166–74.
15. Apaydin N, Tubbs RS, Loukas M, Duparc F. Review of the surgical anatomy of the axillary nerve and the anatomic basis of its iatrogenic and traumatic injury. *Surg Radiol Anat SRA*. 2010 Mar;32(3):193–201.
16. Duparc F, Bocquet G, Simonet J, Freger P. Anatomical basis of the variable aspects of injuries of the axillary nerve (excluding the terminal branches in the deltoid muscle). *Surg*

Radiol Anat SRA. 1997;19(3):127–32.

17. Visser CPJ, Coene LNJEM, Brand R, Tavy DLJ. Nerve lesions in proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001 Sep;10(5):421–7.

18. Cave EF. A METHOD FOR MEASURING AND RECORDING JOINT FUNCTION. : *JBJS* [Internet]. LWW. [cited 2017 Aug 23]. Available from:

[http://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/1936/18020/A\\_METHOD\\_FOR\\_MEASURING\\_AND\\_RECORDING\\_JOINT.20.aspx](http://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/1936/18020/A_METHOD_FOR_MEASURING_AND_RECORDING_JOINT.20.aspx)

19. Bono CM, Grossman MG, Hochwald N, Tornetta P. Radial and axillary nerves. Anatomic considerations for humeral fixation. *Clin Orthop.* 2000 Apr;(373):259–64.

20. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004 Jul;13(4):427–33.

21. Favard L. BJ Bacle G. Fractures récentes de l'extrémité supérieure de l'humérus de l'adulte. In.

22. Bahrs C, Rolauffs B, Südkamp NP, Schmal H, Eingartner C, Dietz K, et al. Indications for computed tomography (CT-) diagnostics in proximal humeral fractures: a comparative study of plain radiography and computed tomography. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009 Apr 2;10:33.

23. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures: part I. Classification and evaluation. 1970. *Clin Orthop.* 2006 Jan;442:77–82.

24. Peter Habermeyer, Petra Magosh, Sven Lichtenberg. AO-Classification of proximal humerus fractures. In: *Classifications And Scores Of The Shoulder.*

25. Siebenrock KA, Gerber C. The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1993 Dec;75(12):1751–5.

26. Jakob RP, Kristiansen T, Mayo K, Ganz R, Mülle ME. Classification and aspects of treatment of fractures of the proximal humerus. In: In: Bateman JE, Welsh RP (eds) *Surgery of the shoulder.* 1984. (Mosby, St Louis/Decker, Toronto, pp 330–343).

27. Muller M, Nazarian S, Koch P. The comprehensive classification of fractures of long bones. In: *The comprehensive classification of fractures of long bones.* (Berlin: Springer Verlag; 1990.).

28. Papakonstantinou MK, Hart MJ, Farrugia R, Gabbe BJ, Kamali Moaveni A, van Bavel D, et al. Interobserver agreement of Neer and AO classifications for proximal humeral fractures. *ANZ J Surg.* 2016 Apr 1;86(4):280–4.

29. Majed A, Macleod I, Bull AMJ, Zyto K, Resch H, Hertel R, et al. Proximal humeral fracture classification systems revisited. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011 Oct;20(7):1125–32.

30. Duparc J. [Classification of articular fractures of the upper extremity of the humerus]. *Acta Orthop Belg.* 1995;61 Suppl 1:65–70.

31. Resch H, Tauber M, Neviasser RJ, Neviasser AS, Majed A, Halsey T, et al. Classification of proximal humeral fractures based on a pathomorphologic analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016 Mar;25(3):455–62.

32. Tepass A, Rolauffs B, Weise K, Bahrs SD, Dietz K, Bahrs C. Complication rates and outcomes stratified by treatment modalities in proximal humeral fractures: a systematic literature review from 1970–2009. *Patient Saf Surg.* 2013;7:34.

33. Lanting B, MacDermid J, Drosdowech D, Faber KJ. Proximal humeral fractures: a systematic review of treatment modalities. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008 Feb;17(1):42–54.

34. Chen L, Xing F, Xiang Z. Effectiveness and Safety of Interventions for Treating Adults with Displaced Proximal Humeral Fracture: A Network Meta-Analysis and Systematic Review. *PLoS ONE* [Internet]. 2016 [cited 2017 May 22];11(11). Available from:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/doc-distant.univ-lille2.fr/pmc/articles/PMC5115806/>

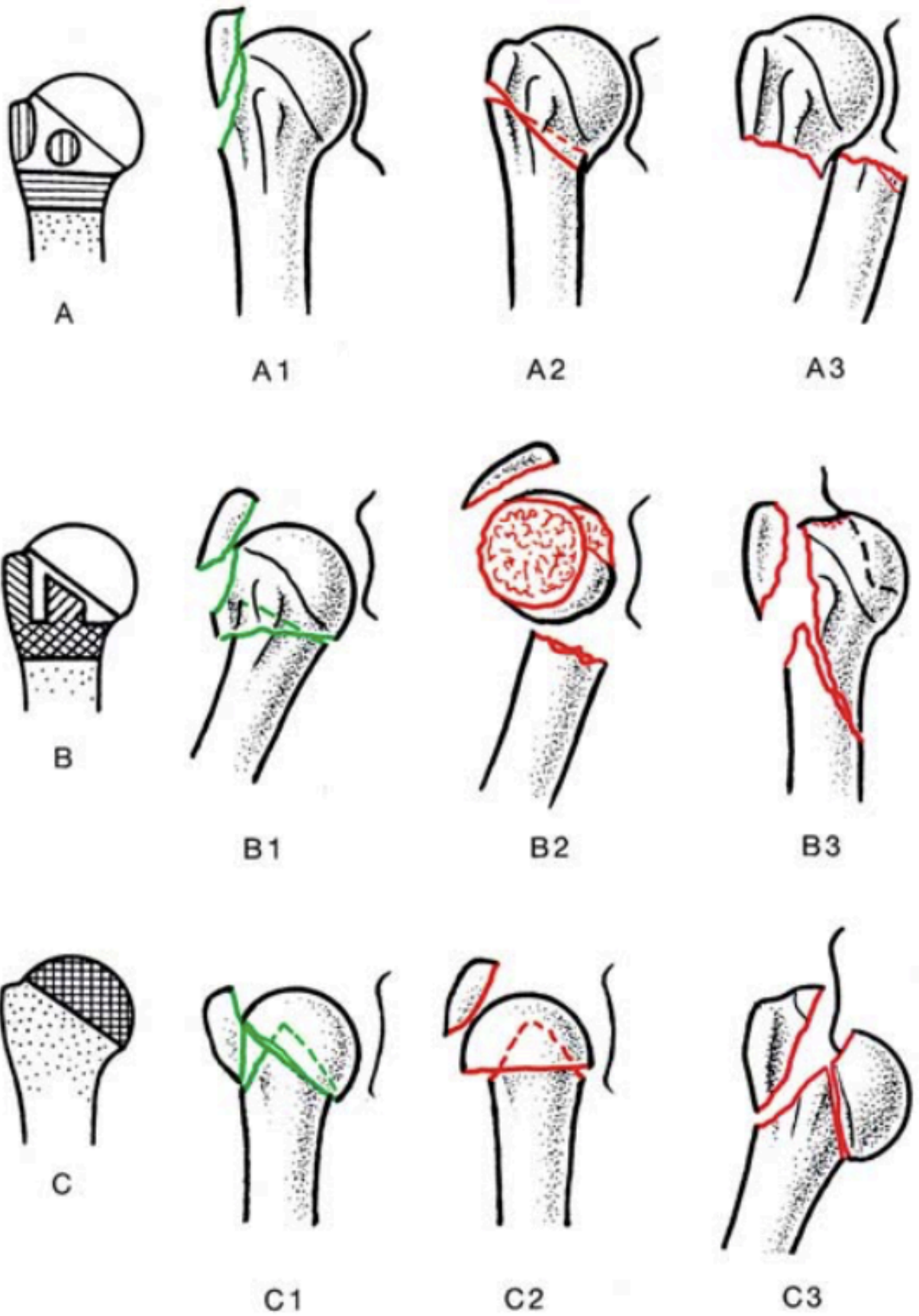
35. Drosdowech DS, Faber KJ, Athwal GS. Open Reduction and Internal Fixation of Proximal Humerus Fractures. *Orthop Clin North Am.* 2008 Oct;39(4):429–39.

36. Thanasas C, Kontakis G, Angoules A, Limb D, Giannoudis P. Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009 Dec;18(6):837–44.
37. Seide K, Triebe J, Faschingbauer M, Schulz AP, Püschel K, Mehrtens G, et al. Locked vs. unlocked plate osteosynthesis of the proximal humerus - a biomechanical study. *Clin Biomech Bristol Avon.* 2007 Feb;22(2):176–82.
38. Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorich DG. The anterolateral acromial approach for fractures of the proximal humerus. *J Orthop Trauma.* 2008 Feb;22(2):132–7.
39. Tubiana R, McCullough CJ, Masquelet AC. *Voies d'abord Chirurgicales du membre supérieur.* Masson.
40. Klepps S, Auerbach J, Calhon O, et al. A cadaveric study on the anatomy of the deltoid insertion and its relationship to the deltopectoral approach to the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13:322–327.
41. Watson-Jones R. The classic: “Fractures and Joint Injuries” by Sir Reginald Watson-Jones, taken from “Fractures and Joint Injuries,” by R. Watson-Jones, Vol. II, 4th ed., Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1955. *Clin Orthop.* 1974 Dec;(105):4–10.
42. Kristiansen B, Christensen SW. Plate fixation of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 1986 Aug;57(4):320–3.
43. Bähis H, Tingart M, Bouillon B, Tiling T. [Surgical treatment of proximal humeral fractures. Is the T-plate still adequate osteosynthesis procedure?]. *Zentralbl Chir.* 2001 Mar;126(3):211–6.
44. Saran N, Bergeron SG, Benoit B, Reindl R, Harvey EJ, Berry GK. Risk of axillary nerve injury during percutaneous proximal humerus locking plate insertion using an external aiming guide. *Injury.* 2010 Oct;41(10):1037–40.
45. Acklin YP, Sommer C. Plate fixation of proximal humerus fractures using the minimally invasive anterolateral delta split approach. *Oper Orthopädie Traumatol.* 2012 Feb;24(1):61–73.
46. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop.* 1987 Jan;(214):160–4.
47. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med.* 1996 Jun;29(6):602–8.
48. Gilbert MK, Gerber C. Comparison of the subjective shoulder value and the Constant score. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007 Nov 1;16(6):717–21.
49. Hata Y, Saitoh S, Murakami N, Kobayashi H, Takaoka K. Atrophy of the deltoid muscle following rotator cuff surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Jul;86–A(7):1414–9.
50. Zhao W, Zhang Y, Johansson D, Chen X, Zheng F, Li L. Comparison of Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis and Open Reduction Internal Fixation on Proximal Humeral Fracture in Elder Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Res Int.* 2017;2017:1–7.
51. Südkamp N, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Käb M, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Jun;91(6):1320–8.
52. Sproul RC, Iyengar JJ, Devcic Z, Feeley BT. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury.* 2011 Apr;42(4):408–13.
53. Röderer G, Erhardt J, Graf M, Kinzl L, Gebhard F. Clinical Results for Minimally Invasive Locked Plating of Proximal Humerus Fractures: *J Orthop Trauma.* 2010 Jul;24(7):400–6.
54. Gallo RA, Zeiders GJ, Altman GT. Two-incision technique for treatment of complex proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma.* 2005 Dec;19(10):734–40.

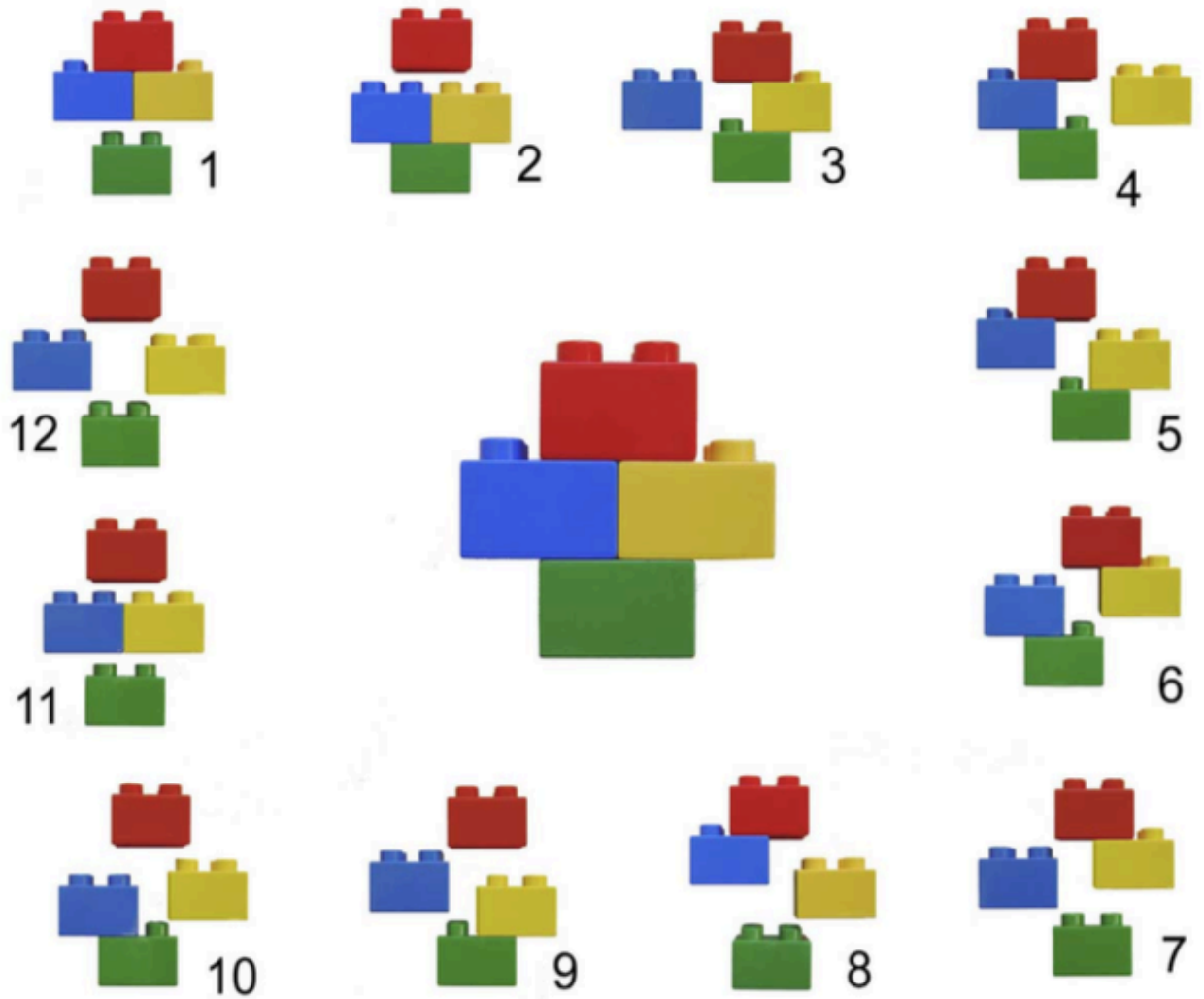
55. Röderer G, Erhardt J, Kuster M, Vegt P, Bahrs C, Kinzl L, et al. Second generation locked plating of proximal humerus fractures--a prospective multicentre observational study. *Int Orthop*. 2011 Mar;35(3):425–32.
56. Falez F, Papalia M, Greco A, Teti A, Favetti F, Panegrossi G, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis in proximal humeral fractures: one-year results of a prospective multicenter study. *Int Orthop*. 2016 Mar;40(3):579–85.
57. Gardner MJ, Voos JE, Wanich T, Helfet DL, Lorich DG. Vascular implications of minimally invasive plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma*. 2006 Oct;20(9):602–7.
58. Sjöden GO, Movin T, Aspelin P, Güntner P, Shalabi A. 3D-radiographic analysis does not improve the Neer and AO classifications of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 1999 Aug;70(4):325–8.
59. Ackermann O, Levine M, Eckert K, Rüländer C, Stanjek M, von Schulze Pellengahr C. [Uncertainty in the radiological evaluation of deformity in proximal humerus fractures]. *Z Orthopadie Unfallchirurgie*. 2013 Feb;151(1):74–9.
60. Mora Guix JM, Gonzalez AS, Brugalla JV, Carril EC, Baños FG. Proposed protocol for reading images of humeral head fractures. *Clin Orthop*. 2006 Jul;448:225–33.
61. Janssen SJ, Hermanussen HH, Guitton TG, van den Bekerom MPJ, van Deurzen DFP, Ring D. Greater Tuberosity Fractures: Does Fracture Assessment and Treatment Recommendation Vary Based on Imaging Modality? *Clin Orthop*. 2016 May;474(5):1257–65.
62. Meleán P, Munjin A, Pérez A, Rojas JT, Cook E, Fritis N. Coronal displacement in proximal humeral fractures: correlation between shoulder radiographic and computed tomography scan measurements. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017 Jan;26(1):56–61.
63. Sallay PI, Pedowitz RA, Mallon WJ, Vandemark RM, Dalton JD, Speer KP. Reliability and reproducibility of radiographic interpretation of proximal humeral fracture pathoanatomy. *J Shoulder Elbow Surg*. 1997 Feb;6(1):60–9.
64. Maier D, Jaeger M, Izadpanah K, Strohm PC, Suedkamp NP. Proximal humeral fracture treatment in adults. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Feb 5;96(3):251–61.
65. Iordens GIT, Mahabier KC, Buisman FE, Schep NWL, Muradin GSR, Beenen LFM, et al. The reliability and reproducibility of the Hertel classification for comminuted proximal humeral fractures compared with the Neer classification. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc*. 2016 Sep;21(5):596–602.
66. Matsushigue T, Pagliaro Franco V, Pierami R, Jun Sugawara Tamaoki M, Archetti Netto N, Hide Matsumoto M. Do computed tomography and its 3D reconstruction increase the reproducibility of classifications of fractures of the proximal extremity of the humerus? *Rev Bras Ortop*. 2014 Apr;49(2):174–7.
67. Calori GM, Colombo M, Bucci MS, Fadigati P, Colombo AIM, Mazzola S, et al. Complications in proximal humeral fractures. *Injury*. 2016 Oct;47 Suppl 4:S54–8.

## **ANNEXES**

**Annexe 1 : Classification de l'AO**



### Annexe 2 : Classification selon Codman





## Annexe 3 : Score de Constant-Murley



## Score de Constant

D'après Constant CR, Murley AHG. *A clinical method of functional assessment of the shoulder*. Clin Orthop Relat Res 1987;(214):160-4. Traduction de M. Dougados, avec son aimable autorisation.

## ► Fiche de recueil des résultats

Nom :		Date :				
Prénom :		Médecin traitant :				
Date de naissance :		Médecin prescripteur :				
Date				Début	Milieu	Fin
Dolleur (total sur 15 points)	A. Échelle verbale 0 = intolérable 5 = moyenne 10 = modérée 15 = aucune					
	B. Échelle algométrique Soustraire le chiffre obtenu du nombre 15					
	0 _____ 15					
	Absence de douleur _____ douleur sévère					
<b>Total</b>		<b>A + B / 2 (/15)</b>				
Niveau d'activités quotidiennes (total sur 10 points)	Activités professionnelles/ occupationnelles	travail impossible ou non repris gêne importante gêne moyenne gêne modérée aucune gêne	0 point 1 point 2 points 3 points 4 points			
	Activités de loisirs	impossible gêne importante gêne moyenne	0 point ; 1 point ; 2 points	gêne modérée aucune gêne	3 points 4 points	
	Gêne dans le sommeil exemple : aux changements de position	douleurs insomniantes gêne modérée aucune gêne	0 point 1 point 2 points			
Niveau de travail avec la main (total sur 10 points)	À quelle hauteur le patient peut-il utiliser sa main sans douleur et avec une force suffisante ?	taille xiphoïde	2 points ; 4 points ;	cou tête au dessus de la tête	6 points 8 points 10 points	
Mobilité (total sur 40 points)	Antépulsion (total / 10)	0°-30° 31°-60° 61°-90°	0 point 2 points 4 points	91°-120° 121°-150° >150°	6 points 8 points 10 points	
	Abduction (total / 10)	0°-30° 31°-60° 61°-90°	0 point 2 points 4 points	91°-120° 121°-150° < 150°	6 points 8 points 10 points	
	Rotation latérale (total / 10)	main derrière la tête, coude en avant main derrière la tête, coude en arrière main sur la tête, coude en avant main sur la tête, coude en arrière	2 points 4 points 6 points 8 points	élévation complète depuis le sommet de la tête	10 points	
	Rotation médiale (total / 10)	dos de la main niveau fesse dos de la main niveau sacrum dos de la main niveau L3 dos de la main niveau T12 dos de la main niveau T7-T8	2 points 4 points 6 points 8 points 10 points			
Force musculaire (total sur 25 points)	Abduction isométrique (élévation antéro-latérale de 90° dans le plan de l'omoplate)	si 90° n'est pas atteint en actif si maintien de 5 s, par 500g	0 point 1 point			
Total (total sur 100 points)	Valeur absolue (en points/100)					
	Valeur pondérée (%)					

Tableau 1 : Valeur fonctionnelle normale de l'épaule selon l'indice de Constant en fonction de l'âge et du sexe.

Âge	Hommes			Femmes		
	Droit	Gauche	Moyenne	Droit	Gauche	Moyenne
21/30	97	99	98	98	96	97
31/40	97	90	93	90	91	90
41/50	86	96	92	85	78	80
51/60	94	87	90	75	71	73
61/70	83	83	83	70	61	70
71/80	76	73	75	71	64	69
81/90	70	61	66	65	64	64
91/100	60	54	56	58	50	52

## ► Mode de calcul et de présentation des résultats

### □ Douleur

Pour le domaine de la douleur, une double appréciation est nécessaire. On demande au patient d'indiquer l'intensité de sa douleur selon une échelle verbale. En l'absence de douleur, la note de 15 lui est attribuée. Autrement, la note sera de 10, 5 ou 0 selon que la douleur est modérée, moyenne ou intolérable. Puis, on utilise une échelle visuelle analogique mesurant 15 cm. Celle-ci sera complétée par le patient après que l'examineur lui ait expliqué de couper d'un trait à l'endroit qui correspond à l'intensité de sa douleur. Précisons l'existence de part et d'autre de cette échelle des chiffres 0 et 15, où 0 signifie l'absence de douleur et 15 une douleur extrême. Le score douloureux définitif sera obtenu en soustrayant le chiffre obtenu du nombre 15 sur l'EVA, pour retomber sur la même échelle de cotation que l'échelle verbale. Puis, les 2 chiffres seront additionnés et leur somme divisée par 2. On obtient ainsi une moyenne des deux appréciations correspondant au score douloureux définitif.

Dans la référence princeps, le score douloureux est effectué sur « le degré de douleur le plus sévère survenant au cours des activités de la vie courante, telles que le travail, la détente, le repos ou la douleur survenant la nuit ».

### □ Activités

Pour les domaines concernant l'activité, le médecin note l'information recueillie à l'interrogatoire du patient.

### □ Mobilité :

En ce qui concerne le domaine « mobilité », les amplitudes à considérer sont celles qui sont possibles, activement et sans douleur, le patient étant assis sur une chaise sans accoudoir. L'épaule n'étant pas bloquée, on comprend que l'abduction puisse dépasser 90°.

En ce qui concerne le domaine de la force musculaire, son évaluation nécessite d'avoir recours à du matériel dynamomètre dont la sensibilité est d'au moins 500 g fixé au poignet par une bande. Le patient est assis, le bras tendu dans le plan de l'omoplate, c'est-à-dire à 30° d'antépulsion. Le patient doit résister à la poussée vers le bas exprimée par l'examineur, pendant 5 secondes. Le test est répété 5 fois.

### □ Autres domaines :

Pour chacun des autres domaines, on attribue les scores dispensés à chacun des items. Le score total est sur 100 points.

### □ Pour la présentation des résultats, 3 possibilités :

soit présenter séparément chacun des 5 domaines

soit présenter la somme en valeur absolue

Soit présenter la somme en valeur relative par rapport à la normale pour l'âge et le sexe.

Cette dernière technique a l'avantage de pouvoir quantifier au mieux les anomalies (différence d'un individu par rapport à la valeur normale d'un groupe de même âge et de même sexe), et ensuite de proposer une moyenne de ces valeurs dans une étude de groupe de patients hétérogènes (hommes

et femmes, jeunes et vieux). Par exemple, si la valeur absolue obtenue chez un homme de 35 ans est de 40 points, alors que la norme pour les hommes de cette tranche d'âge est de 97, alors la valeur «normalisée» sera de -57 points (*tableau 3-1*). En 2008, les auteurs privilégient la valeur « pondérée » qui est le rapport entre la valeur mesurée et la valeur normale, soit une valeur pondérée de 43 % ( $40/97 = 0,43$ ) dans l'exemple ci-dessus.

En ce qui concerne la capacité physiologique dépendant du sexe et de l'âge, il a été proposé des normes à partir des valeurs observées chez des centaines de volontaires, hommes et femmes de tous âges (étude des amplitudes articulaires actives et de la force musculaire en abduction dans le plan de l'omoplate) (*tableau 1*).

## Annexe 4 : DASH



### Questionnaire Dash-Membre supérieur

© 2000 IWH reproduit avec l'aimable autorisation des auteurs  
Téléchargeable sur internet à [http://www.dash.iwh.on.ca/assets/images/pdfs/DASH\\_French.pdf](http://www.dash.iwh.on.ca/assets/images/pdfs/DASH_French.pdf)  
Version abrégée du QuickDASH téléchargeable à  
[http://www.dash.iwh.on.ca/assets/images/pdfs/QuickDASH\\_parisian.pdf](http://www.dash.iwh.on.ca/assets/images/pdfs/QuickDASH_parisian.pdf)

Développé par :

- *American Academy of Orthopedic Surgeons*
- *Institute for Work and Health, Toronto*
- *American Society for Surgery of The Hand*
- *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*
- *American Shoulder and Elbow Surgeons*
- *Arthroscopy Association of North America*
- *American Society of Plastic and Reconstructive Surgeons.*

#### ► La Date d'aujourd'hui : ... / ... / ...

Merci de compléter ce questionnaire !

Ce questionnaire va nous aider pour apprécier votre état de santé général et vos problèmes musculo-articulaires en particulier.

C'est à vous de remplir ce questionnaire. Ce n'est pas obligatoire et les réponses resteront strictement confidentielles dans votre dossier médical.

Veillez répondre à toutes les questions. Certaines se ressemblent, mais toutes sont différentes.

Il n'y a pas de réponses justes ou fausses. Si vous hésitez, donnez la réponse qui vous semble la plus adaptée. Vous pouvez faire des commentaires dans la marge. Nous lirons tous vos commentaires, aussi n'hésitez pas à en faire autant que vous le souhaitez.

#### ► Instructions au patient

Ce questionnaire s'intéresse à ce que vous ressentez et à vos possibilités d'accomplir certaines activités. Veuillez répondre à toutes les questions en considérant vos possibilités **au cours des 7 derniers jours**. Si vous n'avez pas eu l'occasion de pratiquer certaines activités au cours des 7 derniers jours, veuillez entourer la réponse qui vous semble la plus exacte si vous aviez dû faire cette tâche. Le côté n'a pas d'importance. Veuillez répondre en fonction du résultat final, sans tenir compte de la façon dont vous y arrivez.

► **Capacité à réaliser les activités suivantes**

Veillez évaluer votre capacité à réaliser les activités suivantes **au cours des 7 derniers jours**.  
(Entourez une seule réponse par ligne.)

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
2. Écrire	1	2	3	4	5
3. Tourner une clé dans une serrure	1	2	3	4	5
4. Préparer un repas	1	2	3	4	5
5. Ouvrir un portail ou une lourde porte en la poussant	1	2	3	4	5
6. Placer un objet sur une étagère au-dessus de votre tête	1	2	3	4	5
7. Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
8. Jardiner, s'occuper des plantes (fleurs et arbustes)	1	2	3	4	5
9. Faire un lit	1	2	3	4	5
10. Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
11. Porter un objet lourd (supérieur à 5 Kg)	1	2	3	4	5
12. Changer une ampoule en hauteur	1	2	3	4	5
13. Se laver ou se sécher les cheveux	1	2	3	4	5
14. Se laver le dos	1	2	3	4	5
15. Enfiler un pull-over	1	2	3	4	5
16. Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
17. Activités de loisir sans gros effort (jouer aux cartes, tricoter, etc.)	1	2	3	4	5
18. Activités de loisirs nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main (bricolage, tennis, golf, etc.)	1	2	3	4	5
19. Activités de loisirs nécessitant toute liberté de mouvement (badminton, lancer de balle, pêche, Frisbee, etc.)	1	2	3	4	5
20. Déplacements (transports)	1	2	3	4	5
21. Vie sexuelle	1	2	3	4	5

**22. Pendant les 7 derniers jours**, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main a-t-elle gêné vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout      2 légèrement      3 moyennement      4 beaucoup      5 extrêmement

**23. Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles du fait (en raison, par) de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main ?** (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout limité      2 légèrement limité      3 moyennement limité      4 Très limité      5 incapable

**► Sévérité des symptômes**

Veuillez évaluer la sévérité des symptômes suivants **durant les 7 derniers jours** (entourez une réponse sur chacune des lignes)

	Aucune	légère	moyenne	importante	extrême
<b>24.</b> Douleur de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
<b>25.</b> Douleur de l'épaule, du bras ou de la main en pratiquant une activité particulière Précisez cette activité : .....	1	2	3	4	5
<b>26.</b> Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
<b>27.</b> Faiblesse du bras, de l'épaule ou de la main	1	2	3	4	5
<b>28.</b> Raideur du bras, de l'épaule ou de la main	1	2	3	4	5

**29. Pendant les 7 derniers jours**, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout      2 un peu      3 moyennement      4 Très perturbé      5 insomnie complète

**30.** « Je me sens moins capable, moins confiant ou moins utile à cause du problème de mon épaule, de mon bras ou de ma main »

1 Pas du tout d'accord      2 Pas d'accord      3 Ni d'accord ni pas d'accord      4 D'accord      5 Tout à fait d'accord

**► Méthode de calcul**

Le score global se présente sous la forme d'un score sur 100 par la méthode de calcul suivante :

$$\frac{[(\text{somme des } n \text{ réponses}) - 1] \times 25}{n}$$

Le score n'est valide que dans la mesure où 90% des questions ont été renseignées par le patient (soit 3 valeurs manquantes au plus).

Pour plus de précisions sur la méthode de calcul, vous pouvez consulter le lien suivant :

<http://www.dash.iwh.on.ca/assets/images/pdfs/score.pdf>

► **Gêne occasionnée lorsque vous jouez d'un instrument ou que vous pratiquez un sport**

Les questions suivantes concernent la gêne occasionnée par votre épaule, votre bras ou votre main lorsque vous jouez d'un instrument ou que vous pratiquez un sport ou les deux. Si vous pratiquez plusieurs sports ou plusieurs instruments (ou les deux), vous êtes priés de répondre en fonction de l'activité qui est la plus importante pour vous.

Indiquez le sport ou l'instrument qui est le plus important pour vous : .....

Entourez 1 seule réponse par ligne, considérant vos possibilités durant les 7 derniers jours.  
Avez-vous eu des difficultés ? :

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument avec <b> votre technique habituelle</b>	1	2	3	4	5
Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument <b> à cause des douleurs</b> de votre épaule, de votre bras ou de votre main	1	2	3	4	5
Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument <b> aussi bien que vous le souhaitez</b>	1	2	3	4	5
<b> Pour passer le temps habituel</b> à pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument	1	2	3	4	5

► **Gêne occasionnée au cours de votre travail**

Les questions suivantes concernent la gêne occasionnée par votre épaule, votre bras ou votre main  **au cours de votre travail.**

Entourez la réponse qui, sur chacune des lignes, décrit le plus précisément vos possibilités  **durant les 7 derniers jours.**

**Si vous n'avez pas pu travailler** pendant cette période, considérez comme « impossible » les quatre propositions suivantes :

Avez-vous eu des difficultés ? :

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
Pour travailler en utilisant votre <b> technique habituelle</b>	1	2	3	4	5
Pour travailler comme d'habitude à cause de la douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main	1	2	3	4	5
Pour travailler <b> aussi bien que vous le souhaitez</b>	1	2	3	4	5
Pour passer le temps habituellement consacré à votre travail	1	2	3	4	5

**AUTEUR : Nom : Hustin**

**Prénom : Louis**

**Date de Soutenance : 17 novembre 2017**

**Titre de la Thèse : Comparaison des voies supéro-latérales classique et mini-invasive dans les ostéosynthèses par plaque verrouillée des fractures de l'Extrémité Supérieure de l'Humérus. A propos de 43 cas.**

**Thèse - Médecine - Lille 2017**

**Cadre de classement : Médecine**

**DES + spécialité : Chirurgie Générale, Orthopédie-Traumatologie**

**Mots-clés : chirurgie mini-invasive, ostéosynthèse, plaque**

**Contexte** Les techniques mini-invasives (MI) peuvent présenter des avantages dans les ostéosynthèses par plaque de fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus (ESH) par rapport au voies d'abord classiques. L'objectif de l'étude était de comparer les résultats à moyen terme chez les patients opérés par voie supéro-latérale MI et classique. L'objectif secondaire était d'évaluer les résultats globaux de ce type d'ostéosynthèse, ainsi que la reproductibilité de facteurs radiographiques pronostiques.

**Méthode** : Il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique, analytique, comparative. 43 patients ont été revus, dont 18 opérés par voie MI et 25 par voie classique. Les scores de Constant-Murley, DASH et SSV étaient établis et les complications classiques recherchées. 3 observateurs effectuaient la lecture de 10 critères radiographiques sur les clichés pré- et post-opératoires afin d'évaluer leurs reproductibilités.

**Résultats** : Aucune différence significative n'a été retrouvée sur les scores fonctionnels et les complications entre les 2 groupes. Seule la douleur était significativement moins importante dans le groupe MI. Le taux global de reprise était de 18,3%. Le constant pondéré moyen sur l'ensemble de la population était de  $80,1 \pm 20,2$ , le DASH de  $17,8 \pm 15,9$  et le SSV de  $73,2 \pm 19,5$ . La mesure de l'éperon métaphysaire possède de bonnes reproductibilités intra- et inter-observateurs. La concordance inter-observateur est en revanche moyenne à très faible pour tous les autres facteurs. La mesure de l'écart, de la comminution du calcar, le diagnostic d'une nécrose et d'une lyse tubérositaire possèdent une reproductibilité intra-observateur bonne à très bonne ; elle est en revanche moyenne à faible pour tous les autres facteurs étudiés.

**Conclusion** : Cette étude n'a pas démontré la supériorité d'une voie d'abord par rapport à l'autre. Ces résultats suggèrent que la voie MI est au moins égale à la voie classique. Cependant, étant donné le faible effectif de notre série, il peut exister une supériorité de la voie MI qui n'aurait pas été mise en évidence, comme le suggère la littérature. Par ailleurs, les résultats des mesures radiographiques appuient l'intérêt de réaliser un TDM dans le bilan lésionnel initial.

**Composition du Jury :**

**Président : Professeur Christophe Chantelot**

**Asseseurs : Professeur Carlos Maynou**

Professeur Xavier Demondion

Docteur Elvire Guerre