



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+٠٢٤٤٠١٠١+ | +٠١٤٤٤٤٤+ A +٠٠٠٠٠٠+
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2018

Thèse N° 169/18

COMPLICATIONS DE L'OSTÉOSYNTHÈSE DES FRACTURES DU MASSIF TROCHANTÉRIEN PAR CLOU GAMMA

THESE

PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 10/07/2018

PAR

Mme. MOUHIM ZAKIA

Née le 01 Décembre 1988 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Fracture du massif trochantérien – Ostéosynthèse – Clou gamma – Complications

JURY

M. BOUTAYEB FAWZI..... PRÉSIDENT

Professeur de Traumatologie –Orthopédie

M. LAHRACH KAMAL RAPPORTEUR

Professeur agrégé de Traumatologie –Orthopédie

M. DERKAOUI ALI..... JUGE

Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation

PLAN

INTRODUCTION.....	8
RAPPEL ANATOMIQUE ET BIOMECANIQUE.....	11
I. RAPPEL ANATOMIQUE	12
1. Eléments osseux de l'extrémité supérieure de fémur	12
A. La tête du fémur	12
B. Le col du fémur	12
C. La région trochantérienne	13
2. Les moyens d'union de la hanche	16
A. La capsule articulaire	16
B. Le Ligament rond	16
C. Les ligaments de renforcement capsulaire	16
3. La musculature de la hanche	17
D. Les muscles extenseurs	20
E. Premier groupe	20
F. Deuxième groupe	21
G. Les muscles abducteurs	21
H. Les muscles adducteurs	23
I. Les muscles rotateurs externes	26
J. Les muscles rotateurs internes	26
4. Vascularisation de l'extrémité supérieure du fémur	27
A. La région trochantérienne	27
B. La tête fémorale	27
5. Innervation de l'extrémité supérieure du fémur	28
6. Architecture interne de l'extrémité supérieure du fémur	28
A. Les corticales :	28
B. Les travées spongieuses	28
II. RAPPEL BIOMECANIQUE	30
1. Mobilité de la hanche	30
A. Mouvements de flexion – extension	30
B. Mouvements d'abduction – adduction	31
C. Mouvement de rotation interne – rotation externe	31
D. La circumduction	31
2. Propriétés mécaniques de l'extrémité supérieure du fémur	32
FRACTURE DU MASSIF TROCHANTERIEEN	34
I. Epidémiologie	35
II. Pathogénie	35
III. Facteurs de risque	36
1. Age	36
2. Ostéoporose et sexe féminin	36
3. Chute	37
4. Facteurs de risque cliniques	37
IV. Gravité des fractures trochantériennes	38
V. Classification anatomopathologique	39

1. Classification de Ramadier	39
2. Classification d'Ender	40
3. Classification d'Evans	42
4. Classification de Decoux et Lavarde	43
5. Classification de Jensen	43
6. Classification de Briot	44
7. Classification de l'AO	46
8. Classification de Seinsheimer : des fractures sous-trochantériennes	48
VI. Notion d'instabilité	49
1. Le pilier antéro-interne	49
2. Le massif trochantérien postéro-externe	49
3. La zone d'insertion du petit trochanter	49
OSTEOSYNTHESE PAR CLOU GAMMA.....	50
I. Historique.....	51
II. Description du clou gamma	54
1. Description générale de l'implant	54
2. Description du clou Gamma court de 3ème génération	56
3. Description du clou gamma long	58
III. Biomécanique du clou gamma	59
IV. Technique chirurgicale	60
1. Installation :	60
2. Réduction de la fracture	61
3. Voie d'abord	63
4. Technique d'alésage médullaire	65
5. Mise en place du clou gamma	66
6. Mise en place de la vis cervicale	67
7. Verrouillage distal	70
V. Contrôle radiologique du clou gamma	72
1. Analyse qualitative	72
2. Analyse quantitative	73
COMPLICATIONS DE L'OSTEOSYNTHESE PAR CLOU GAMMA	77
I. Complications peropératoires	78
1. Mauvaise réduction et malposition de l'implant	78
2. Lésions des vaisseaux intrapelviens par la broche guide	79
3. Position incorrecte de la vis cervicale	80
4. Rotation de la tête fémorale pendant l'insertion de la vis cervicale	80
5. Longueur incorrecte de la vis cervicale	80
6. Problèmes lors de l'insertion du clou dans le fragment diaphysaire	81
7. Problèmes de verrouillage distal	82
8. Autres complications	84
II. Complications postopératoires	85
1. Fracture diaphysaire sur matériel	85
2. Balayage de la vis cervicale	86

3. Pseudarthrose	87
4. Cal vicieux	88
5. Rupture du matériel	88
6. Protrusion intra articulaire de la vis cervicale :	89
7. Démontage de l'ostéosynthèse	89
8. Mortalité	89
9. Autres complications	89
III. Complications générales	90
MATERIEL ET METHODES.....	91
I. MATERIEL.....	92
1. Type et période d'étude	92
2. Population d'étude	92
A. Critères d'inclusion	92
B. Critères d'exclusion	92
3. Objectifs	92
II. METHODES	93
1. Méthodes d'évaluation	93
A. Evaluation clinique	93
a. Score de Parker	93
b. Cotation de PMA	93
B. Evaluation radiologique initiale	95
C. Evaluation radiologique postopératoire précoce et à distance	96
2. Méthodes d'analyse.....	97
RESULTATS	103
I. Données épidémiologiques	104
1. Age	104
2. Le sexe	105
3. Score de Parker	105
4. Les antécédents	106
5. Score ASA	106
6. Circonstances de traumatisme	107
7. Côté atteint	107
II. DONNEES CLINIQUES	108
1. Délai de consultation	108
2. Les signes fonctionnels	108
3. Les signes physiques	108
4. L'examen général	109
III. DONNEES RADIOLOGIQUES	109
1. Type de fracture	109
2. Stabilité de la fracture	110
IV. ETUDE D'OPERABILITE	111
V. DONNEES THERAPEUTIQUES	112
1. Délai entre l'admission et l'intervention	112

2. Traitement orthopédique d'attente	112
3. Traitement chirurgical	113
A. Type d'anesthésie	113
B. Installation du malade	113
C. Réduction	113
D. Moyen d'ostéosynthèse	114
a. Type de clou gamma	114
b. Vis cervico-céphalique	114
c. Verrouillage distal	115
E. Durée de l'intervention	115
F. Technique chirurgicale	115
a. Clou gamma standard	115
b. Clou gamma long	116
VI. DONNEES POSTOPERATOIRES	117
1. Antibioprophylaxie	117
2. Prophylaxie thromboembolique	117
3. Analgésie	117
4. Radiographie postopératoire	117
A. Point d'entrée	117
B. Position de la vis cervicale par rapport au col fémoral	118
C. Distance pointe-apex (TAD) sur une incidence antéro-postérieure	118
5. Soins locaux	118
6. Pertes sanguines	119
7. Rééducation	119
8. Séjour hospitalier	119
VII. LES RESULTATS THERAPEUTIQUES.....	120
1. Le recul postopératoire	120
2. Evaluation fonctionnelle	120
A. Critères d'évaluation	120
B. Résultats globaux	120
C. Résultats analytiques	121
a. En fonction de l'âge	121
b. En fonction du type anatomopathologique	121
c. En fonction du délai d'intervention	122
3. Evaluation radiologique	123
VIII. Complications	124
1. Complications peropératoires	124
A. Verrouillage raté	124
B. Mauvaise réduction et malposition de l'implant	125
C. Cassure de broche	126
D. Pénétration intra-pelvienne de la broche guide	126
E. Décès	126
2. Complications postopératoires	127

A. Décès	127
B. Fracture diaphysaire	127
C. Balayage de la vis cervicale	129
D. Démontage de l'implant	133
E. Pseudarthrose	134
F. Cals vicieux	137
G. Recul de la vis cervicale	138
H. Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale	138
I. Infection de site opératoire	138
J. Hématome	138
3. Récapitulatif des complications per et postopératoires	139
DISCUSSION	140
I. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES	141
1. Répartition selon l'âge	141
2. Répartition selon le sexe	141
3. Répartition selon les circonstances de traumatisme	142
4. Répartition selon le côté atteint	143
5. Antécédents	143
II. DONNEES CLINIQUES	144
1. Interrogatoire	144
2. Délai de consultation	144
3. Examen physique	145
III. DONNEES RADIOLOGIQUES	147
1. Bilan radiologique	147
2. Type de fracture	147
3. Stabilité de fracture	148
IV. DONNEES THERAPEUTIQUES	149
1. Délai entre l'admission et l'intervention	149
2. Type d'anesthésie	150
3. Durée d'intervention	151
4. Type d'ostéosynthèse	151
5. Qualité de réduction	153
6. Durée d'hospitalisation	154
V. RESULTATS THERAPEUTIQUES	155
1. Résultats fonctionnels	155
2. Résultats radiologiques	156
VI. COMPLICATIONS	157
1. Mauvaise réduction et malposition de l'implant	157
2. Balayage de la vis cervicale	157
A. Taux de balayage de la vis cervicale	157
B. Délai entre la fracture et le balayage	158
C. Le sexe et le côté atteint	158
D. Type de fracture	158

E. Point d'entrée du clou	158
F. TAD (Distance pointe–apex).....	160
G. Indice de Parker	161
3. Fracture diaphysaire sur matériel	163
4. Pseudarthrose	164
5. Infection	164
6. Cal vicieux	165
7. Rupture du matériel	165
8. Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale	165
9. Décès et mortalité	166
VII. Limites de clou gamma	168
1. Difficulté de visée idéale de la vis céphalique	168
2. Choix de l'indication	168
A. Les fractures stables 31–A1	168
B. Les fractures instables 31–A2	168
C. Les fractures instables avec la corticale externe fracturée A3	169
D. Place de l'arthroplastie de hanche dans les fractures du massif trochantérien	169
CONCLUSION	172
RESUMES.....	174
BIBLIOGRAPHIE.....	178

INTRODUCTION

La fracture du massif trochantérien est une pathologie fréquente en traumatologie, c'est une fracture qui intéresse l'extrémité supérieure du fémur comprise entre les deux trochanters, limitée en haut par la base d'implantation du col fémoral et en bas par une ligne horizontale passant à 2,5 cm du bord inférieur du petit trochanter.

Les fractures du massif trochantérien représentent 60% des fractures de l'extrémité supérieure du fémur [1].

C'est une pathologie qui intéresse le plus souvent les sujets âgés ostéoporotiques, à la suite d'un traumatisme mineur engageant son pronostic fonctionnel et vital, elle se voit plus rarement chez le sujet jeune consécutif à des traumatismes violents.

Le nombre grandissant de ces fractures chez des patients souvent en mauvais état général, ostéoporotiques et grabataires est un défi pour les services de traumatologie, qui sont amenés à traiter non seulement la fracture mais également les nombreuses conditions médicales associées [2, 3]. De plus, il faut prévoir dès le début, une rééducation intensive afin de permettre une réinsertion sociale le plus rapidement possible. Ceci nécessite généralement une approche multidisciplinaire.

Ces fractures constituent une des causes majeures de mortalité, de morbidité et de perte de l'autonomie fonctionnelle du sujet âgé. Leur fréquence croît avec l'âge et pose de plus en plus un problème de santé publique [4, 5].

Les fractures trochantériennes ont bénéficié de l'évolution constante des moyens thérapeutiques visant à améliorer l'ostéosynthèse de manière solide et stable assurant ainsi les suites les plus simples possibles. La qualité osseuse et la tenue de la vis cervicale représentent les limites de ces solutions thérapeutiques.

Le but du traitement est de rendre aux patients une fonction et une autonomie préfracturaire, tout en étant le moins agressif possible, et cela dans les plus brefs délais et au moindre coût [6].

Le clou Gamma représente le dernier perfectionnement du traitement des fractures trochantériennes selon les principes de l'enclouage centromédullaire et du foyer fermé. Malgré ses avantages et ses qualités mécaniques (la stabilité du montage, la possibilité de compression, la technique percutanée) le clou gamma n'échappe pas aux critiques faites à toutes les méthodes de traitement chirurgical de ce type de fracture.

Les rapports de la littérature sur l'utilisation du clou Gamma ont mis l'accent sur le taux de complications relativement élevées et dont les deux majeures signalées sont : la fracture diaphysaire et le balayage de la vis céphalique [7-9].

Le but de la présente étude était de passer en revue les complications per et postopératoires de notre série en insistant tout particulièrement sur les complications mécaniques du clou gamma et d'identifier les techniques qui pourraient prévenir les complications liées à l'utilisation de cet implant.

RAPPEL ANATOMIQUE ET BIOMECANIQUE

I. RAPPEL ANATOMIQUE

1. Eléments osseux de l'extrémité supérieure de fémur :

A. La tête du fémur :

Elle correspond aux deux tiers d'une sphère de 40 à 50 mm de diamètre, qui s'articule avec le cotyle de l'os coxal, formant ainsi l'articulation coxo-fémorale. Elle est recouverte de cartilage hyalin et regarde en haut, en dedans et en avant. Elle est creusée en bas et en arrière du centre par une dépression où s'insère le ligament de la tête fémorale : c'est la fovea capitis (fossette du ligament rond) [10].

B. Le col du fémur :

C'est un segment en forme de cylindre aplati d'avant en arrière, mesurant 30 mm en longueur et 25 mm en largeur en moyenne. Le col va en s'élargissant latéralement. Son grand axe, identique à celui de la tête, forme :

- Avec l'axe de la diaphyse, un angle de $130^{\circ} \pm 5^{\circ}$: c'est l'angle d'inclinaison, dit également angle cervico-diaphysaire ou angle de flexion (**Figure 1**) [11].

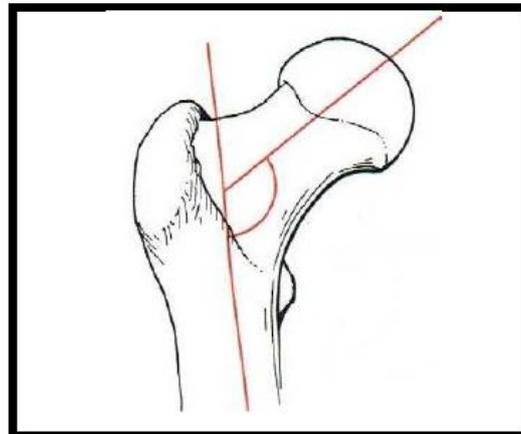


Figure 1 : Angle cervico-diaphysaire

- Avec l'axe de l'épiphyse distale, sur le plan frontal donc, un angle de $15^{\circ} \pm 8^{\circ}$ ouvert en dedans et en avant : c'est l'angle de déclinaison, aussi appelé angle de torsion ou d'antéversion (**Figure 2**) [11], et dont il faut tenir compte lors de la mise en place de la vis cervicale.

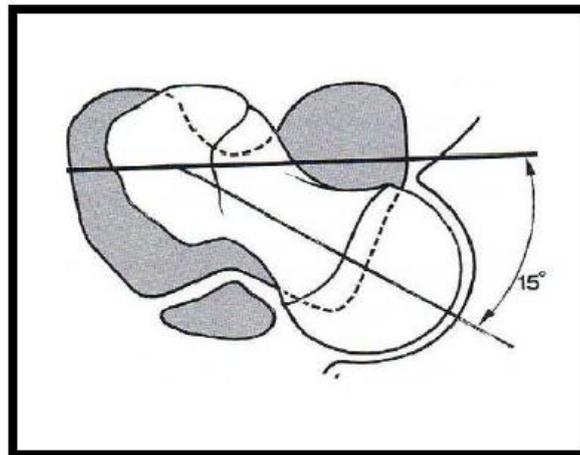


Figure 2 : Angle d'antéversion

C. La région trochantérienne :

La région trochantérienne est limitée :

- En haut : par une ligne oblique passant par la base d'implantation du col fémoral.
- En bas : par une ligne horizontale à l'endroit où la diaphyse fémorale commence à s'élargir pour soutenir le massif trochantérien à 2,5cm environ au-dessous du petit trochanter [12].

Le massif trochantérien est constitué d'os spongieux et il est responsable de la transmission des contraintes mécaniques appliquées sur la tête fémorale empruntant le col jusqu'à la diaphyse. Associé à ce rôle passif, il est le siège de l'insertion des muscles responsables d'une partie importante de la mobilité active et de la stabilité de la hanche permettant la marche [13].

Le massif trochantérien est constitué du petit et du grand trochanter, relié entre eux en avant et en arrière par les lignes inter trochantériennes.

- Le grand trochanter : il s'agit d'une volumineuse éminence osseuse sur lequel s'insère le muscle moyen fessier, facilement palpable à sa partie externe, de forme grossièrement quadrilatère et situé immédiatement en dehors du col qu'elle déborde nettement vers le haut. Il présente deux faces (latérale et médiale) et 4 bords (antérieur, postérieur,

supérieur et inférieur).

- Le petit trochanter : il s'agit d'une éminence osseuse de forme conique, postéro-médiale et inférieure, sur lequel s'insère le muscle psoas-iliaque.
- Les lignes inter trochantériennes : elles sont deux crêtes rugueuses, unissant le petit et le grand trochanter. La ligne inter trochantérienne antérieure s'étend du tubercule petrochantérien vers le petit trochanter dont elle reste séparée par une dépression, dite fossette per trochantérienne ; elle se continue plus bas avec la ligne de trifurcation de la ligne âpre. La ligne inter trochantérienne postérieure fait suite au bord postérieur du grand trochanter et s'unit en bas au petit trochanter. Elle est plus large et plus saillante que la ligne inter trochantérienne antérieure (**Figure 3**) [11].

La région antéro-interne du massif trochantérien constitue un véritable pilier sur lequel s'appuie l'arc d'Adam qui est constitué par la corticale interne du col.

La région postéro -interne du massif trochantérien est importante puisqu'elle est formée d'une zone osseuse dense. Cette zone part de l'éperon de Meckel, se poursuit sur la face endostée du petit trochanter et rejoint la corticale interne de la diaphyse. Cette zone est appelé le Calcar.

La solidité de cette région antéro-interne et postéro-interne trochantérienne contraste avec la minceur de la corticale postérieure du massif trochantérien située entre les lignes de bifurcation de la ligne âpre. Ces deux régions internes du massif trochantérien jouent un rôle important dans la stabilité de la fracture trochantérienne [14].

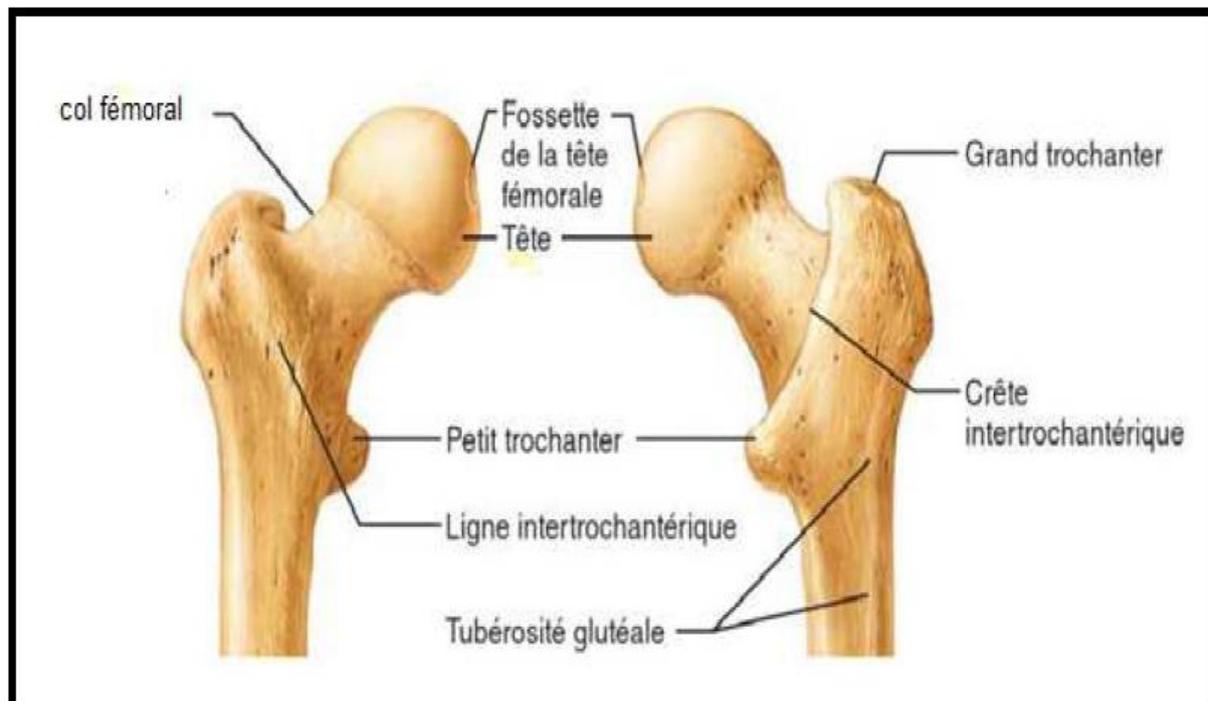


Figure 3 : Extrémité supérieure de fémur

2. Les moyens d'union de la hanche :

Ces moyens d'union assurent la stabilité passive de la hanche.

A. La capsule articulaire :

Elle a la forme d'un manchon fibreux cylindrique, très résistant, étendu entre le pourtour de la cavité cotyloïde et le col du fémur.

B. Le Ligament rond :

Cordon fibreux, aplati, long d'environ 3 cm, intra capsulaire, il relie la tête fémorale à l'arrière fond de la cavité cotyloïde (**Figure 4**) [15].

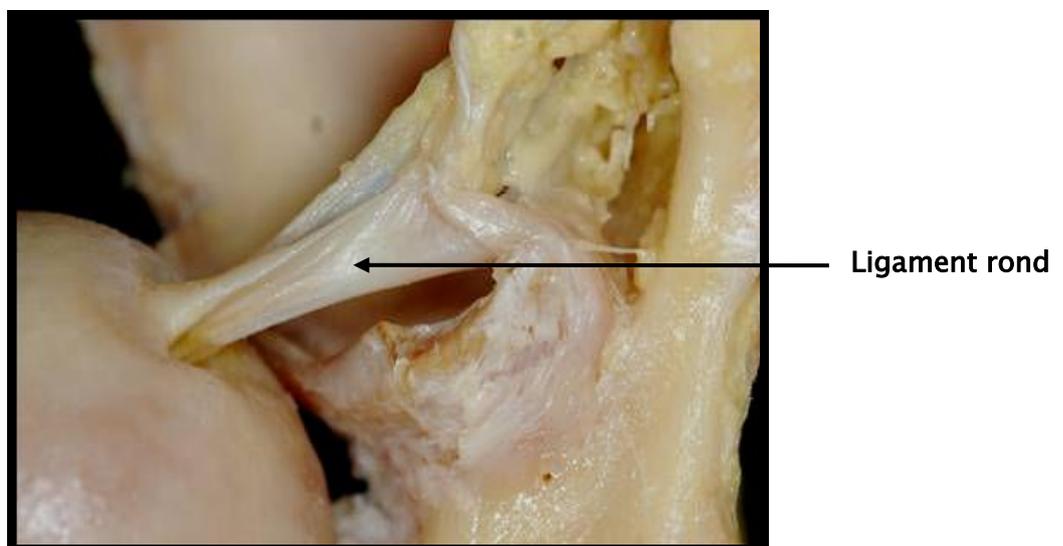


Figure 4 : Insertion du ligament rond

C. Les ligaments de renforcement capsulaire : (Figure 5) [16]

a. Le ligament ilio-fémoral ou ligament de Bertin :

C'est le ligament le plus puissant du corps humain, il renforce la capsule en avant, en s'insérant sur l'épine iliaque antéro-inférieure de l'os coxal et s'étale en éventail à la face antérieure de la capsule vers la ligne intertrochantérique (partie médiale).

b. Le ligament pubo-fémoral :

Situé sous le précédent, tendu entre l'éminence ilio-pectinée et la fossette pertrochantérienne, renforce la partie antéro-inférieure de la capsule.

c. Le ligament ischio-fémoral :

S'étend de la face postérieure du sourcil cotyloïdien au bord interne du grand trochanter, renforce la partie postérieure de la capsule.

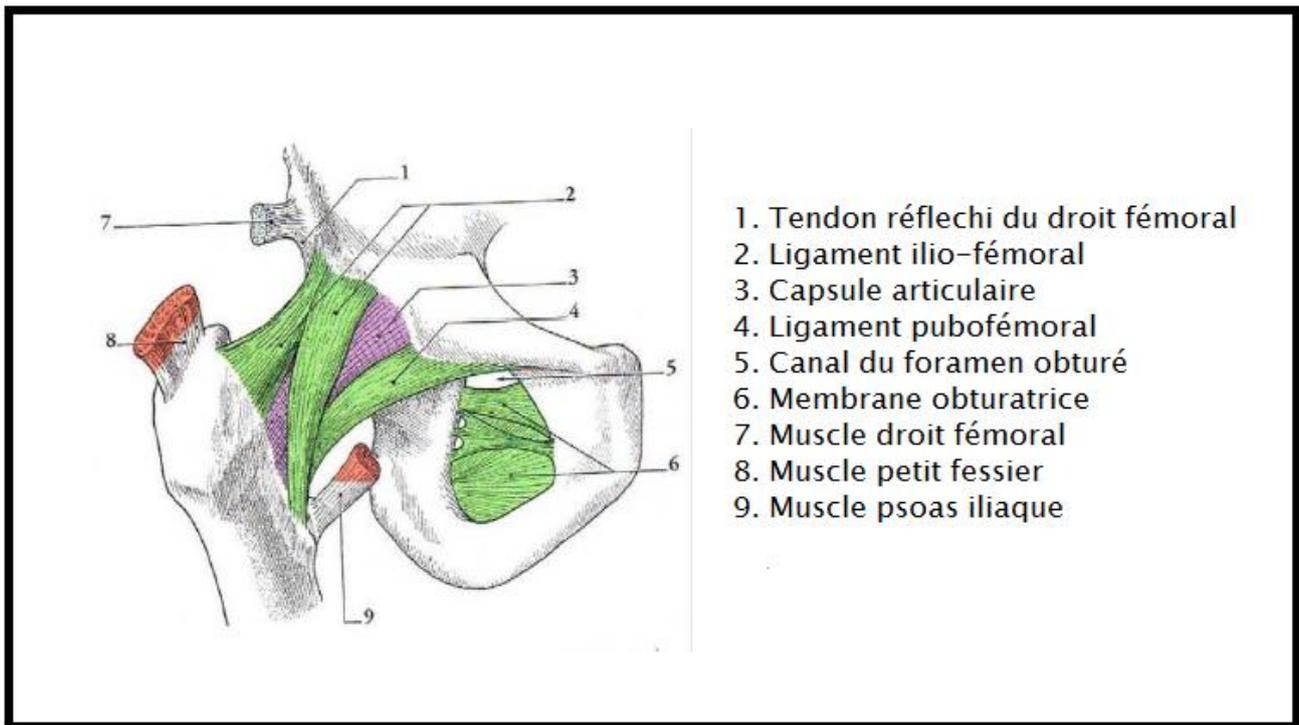


Figure 5 : Ligaments de l'articulation coxo-fémorale

3. La musculature de la hanche :

La hanche au repos est soumise à la contraction statique des différents groupes musculaires.

Sur le massif trochantérien s'insèrent des muscles puissants qui mobilisent la hanche en flexion, en abduction et en rotation externe.

L'abduction et la rotation externe sont effectuées grâce à l'insertion du moyen fessier et des muscles pelvi-trochantériens sur le grand trochanter, la flexion de la hanche grâce à l'insertion du muscle psoas-iliaque sur le petit trochanter [14].

Un rappel de l'action et de la sollicitation de ces groupes musculaires est indispensable pour la compréhension des variétés de déplacement, les difficultés de réduction et l'instabilité de certaines fractures [16].

a. Les muscles fléchisseurs :

Ils sont situés en avant du plan frontal passant par le centre de l'articulation.

b. Le muscle psoas-iliaque :

C'est le muscle le plus puissant (fléchisseur principal), constitué de deux chefs principaux :

Le muscle grand psoas et Le muscle iliaque :

Il est responsable de l'ascension de ce dernier lors des fractures trochantériennes (**Figure 6**) [16].

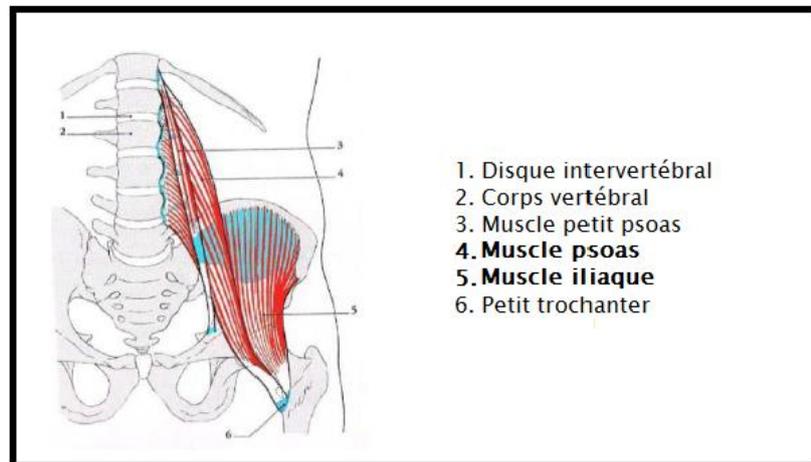


Figure 6 : Muscle psoas–iliaque

c. **Le muscle sartorius :**

Il est fléchisseur mais accessoirement abducteur et rotateur externe. Sa force n'est pas négligeable, elle est de 2kg (**Figure 7**) [16].

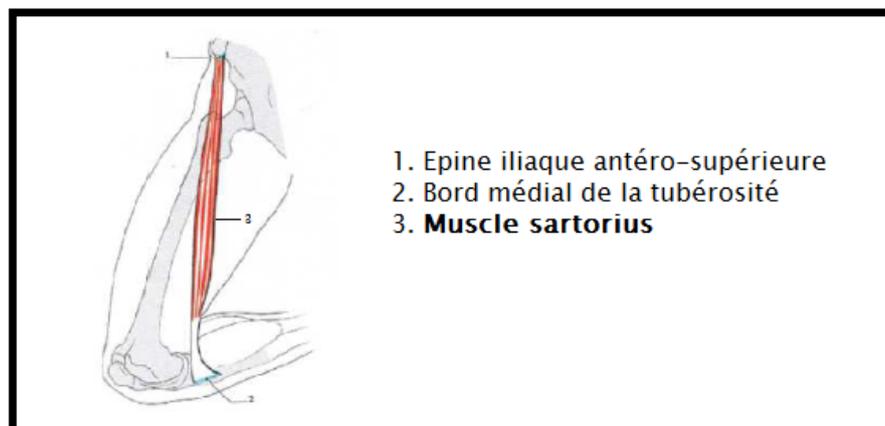


Figure 7 : Muscle sartorius

d. **Le muscle droit fémoral :**

Il fait partie du muscle quadriceps fémoral. C'est un puissant fléchisseur, d'autant plus si le genou est fléchi (**Figure 8**) [16].

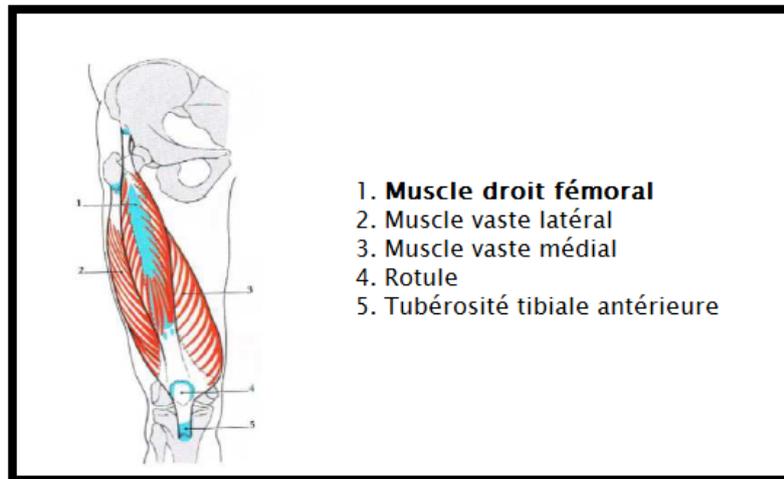


Figure 8 : Muscle quadriceps

e. **Le muscle tenseur du fascia lata :**

Outre son action de stabilisation du pelvis et sa puissante action d'abduction, il possède une composante de flexion considérable (**Figure 9**) [16].

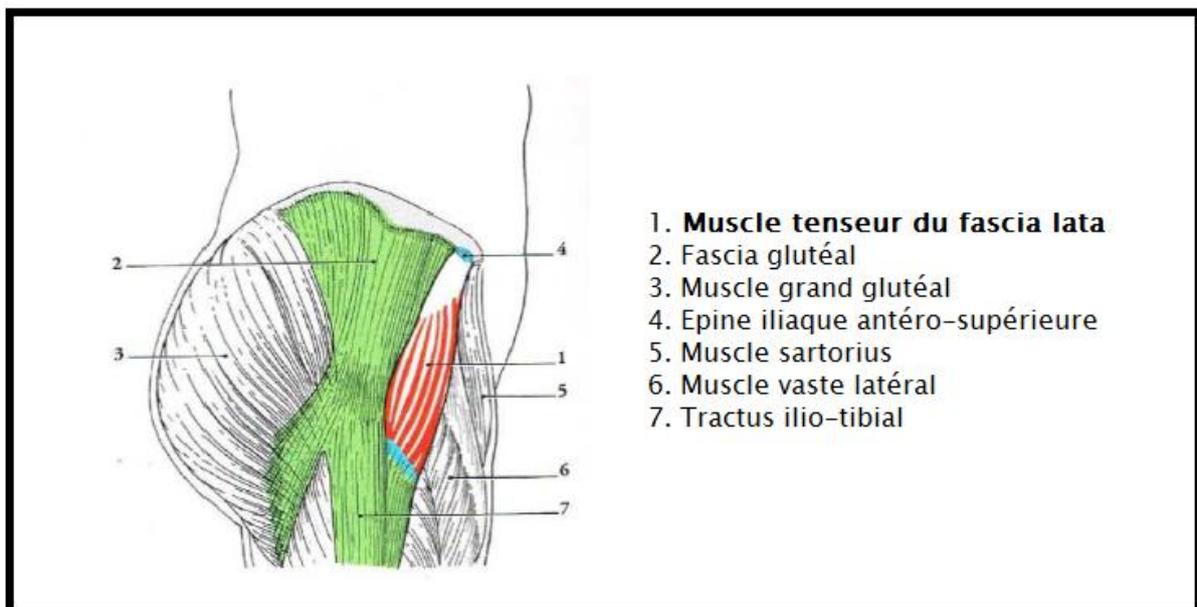


Figure 9 : Muscle tenseur du fascia lata

D. Les muscles extenseurs :

Ils sont situés en arrière du plan frontal passant par le centre de l'articulation. On distingue deux groupes :

E. Premier groupe :

C'est celui de la région fessière qui s'insère sur l'extrémité supérieure du fémur dont le plus important est le grand fessier (le grand glutéal) (**Figure 10**) [16] :

- Origine :

On lui trouve des origines sur :

- Le cinquième postérieur de la lèvre externe de la crête iliaque.
- L'épine iliaque postéro-supérieure.
- La crête sacrée postérieure par l'intermédiaire de l'aponévrose lombo-sacrée.
- La fosse iliaque externe, sur la face latérale de l'ilium en arrière de la ligne glutéale dorsale.
- Les tubercules sacrés postéro-externes.
- Le versant postérieur du bord latéral du sacrum et du coccyx.
- La face postérieure du ligament sacro-tubéral, et sur le ligament sacro-épineux.
- Le fascia glutéal.

- Terminaison :

La terminaison s'effectue sur:

- La tubérosité glutéale du fémur, qui poursuit la lèvre latérale de la ligne âpre du fémur après trifurcation, par ses fibres profondes.
- Le bord dorsal du tractus ilio-tibial (renforcement du fascia lata, l'aponévrose de cuisse) et l'aponévrose du muscle tenseur du fascia lata par ses fibres superficielles.

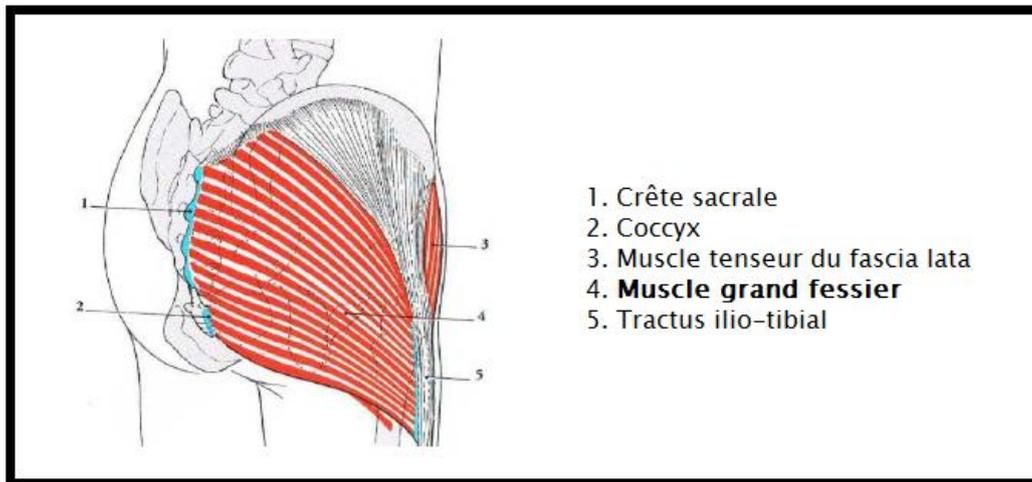


Figure 10 : Muscle grand fessier

F. Deuxième groupe :

Les muscles qui s'insèrent au voisinage du genou, les plus importants sont les ischio-jambiers composés de trois muscles :

- **Muscle biceps fémoral** : il est composé par deux chefs qui se rejoignent pour se fixer sur la tête de la fibula et par des expansions sur le condyle latéral du tibia. Il a un tendon commun avec le court biceps.
- **Muscle demi-tendineux** : c'est le plus interne au niveau du creux poplité. Il appartient au groupe de la patte d'oie (gracile, semi-tendineux et sartorius).
- **Muscle demi-membraneux** : saille beaucoup moins que le demi tendineux, et se trouve en dehors de lui, en arrière et en dehors du condyle médial.

Tous ces muscles interviennent dans la stabilisation du bassin dans le sens antéro-postérieur.

G. Les muscles abducteurs :

Ils sont situés en dehors du plan sagittal passant par le centre de l'articulation,

On distingue :

a. Le muscle moyen fessier :

C'est un abducteur puissant, rotateur médial, en appui monopodal, assure la stabilité latérale du bassin (**Figure 11**) [16]. Sa paralysie provoque un déhanchement caractéristique : « la démarche en canard ».

- **Origine** : Il s'insère :
 - Sur les trois quarts antérieurs de la lèvre latérale de la crête iliaque.
 - Sur l'aile iliaque, sur la face latérale de l'ilium entre les lignes glutéales antérieure et postérieure.
 - Sur le fascia glutéal.
- **Terminaison** : Il s'achève sur la partie haute de la face latérale du grand trochanter par des fibres tendineuses courtes et denses.

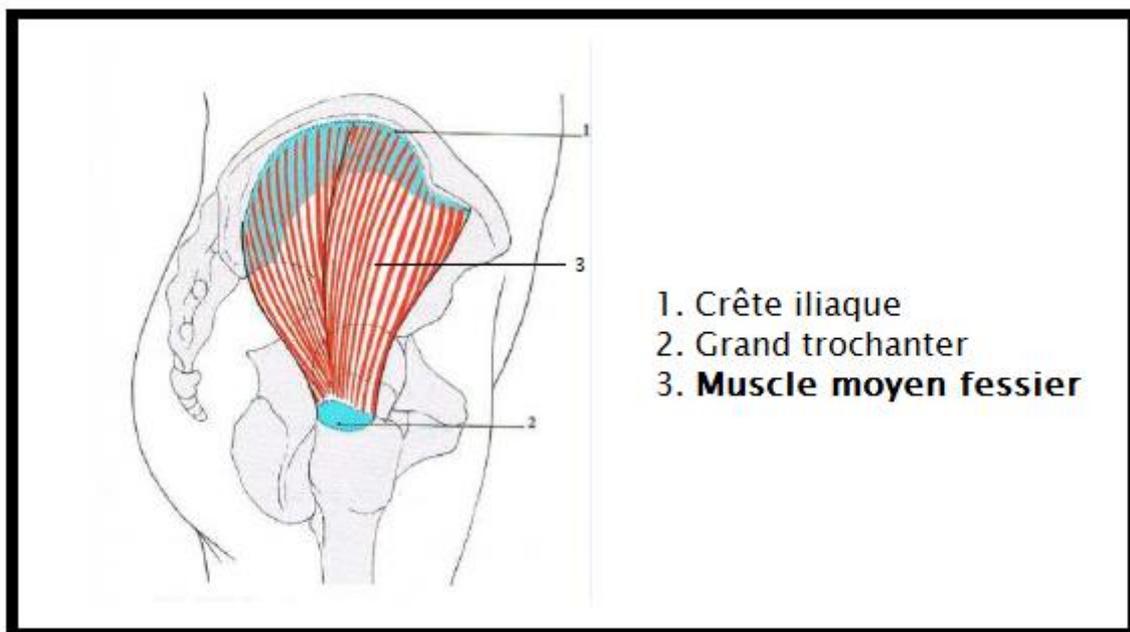


Figure 11 : Muscle moyen fessier

b. Les autres muscles :

Le muscle petit fessier (**Figure 12**) [16], le muscle tenseur du fascia-lata, le muscle grand fessier, et le muscle pyramidal (muscles piriforme) (**Figure 13**) [16].

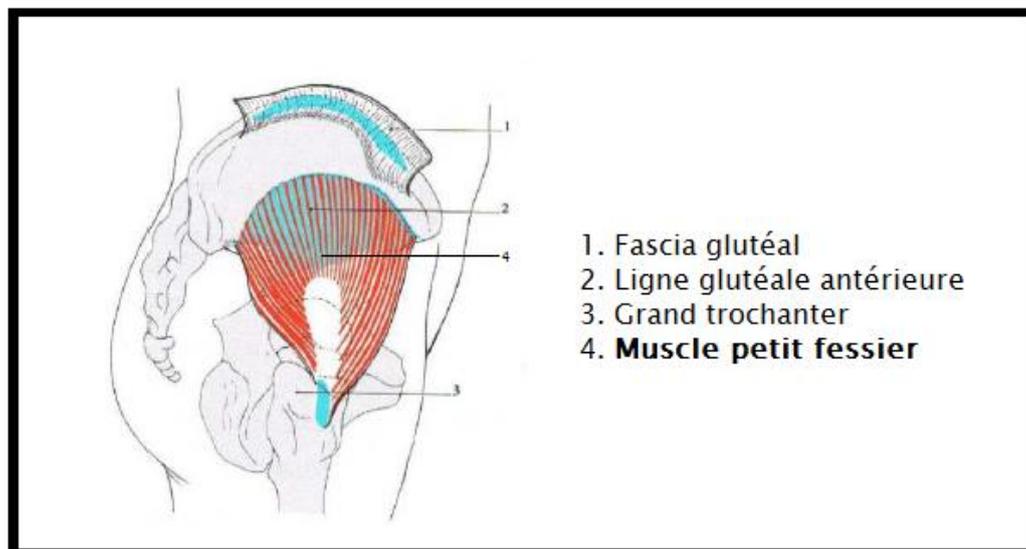


Figure 12 : Muscle petit fessier

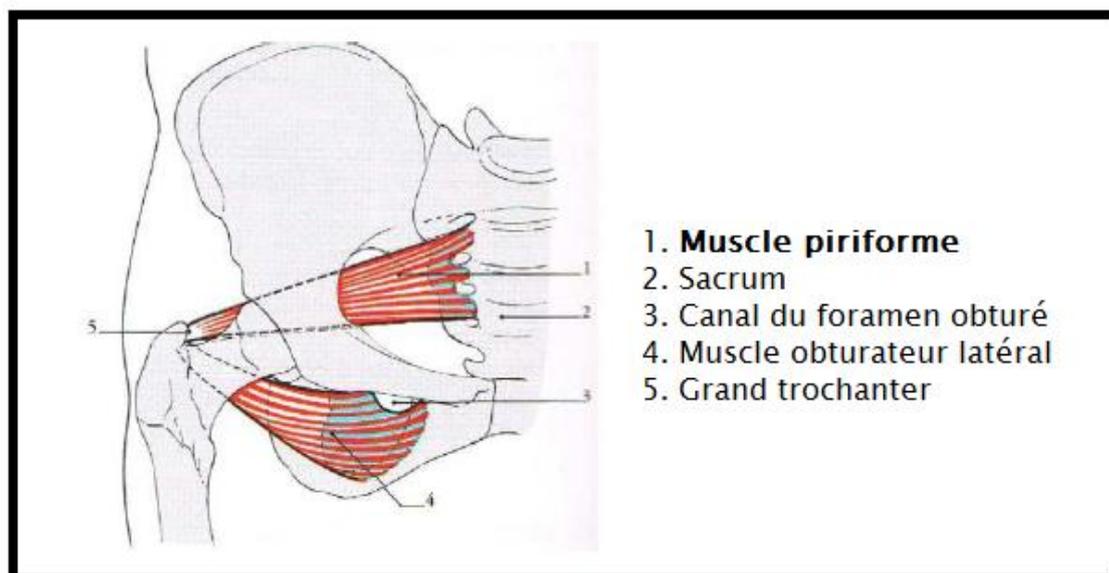


Figure 13 : Muscle piriforme

H. Les muscles adducteurs :

Ils sont situés en dedans du plan sagittal passant par le centre de l'articulation,

On distingue :

a. **Le muscle grand adducteur :**

C'est le plus puissant, formé par 3 faisceaux (supérieur, moyen et inférieur) (Figure 14) [16].

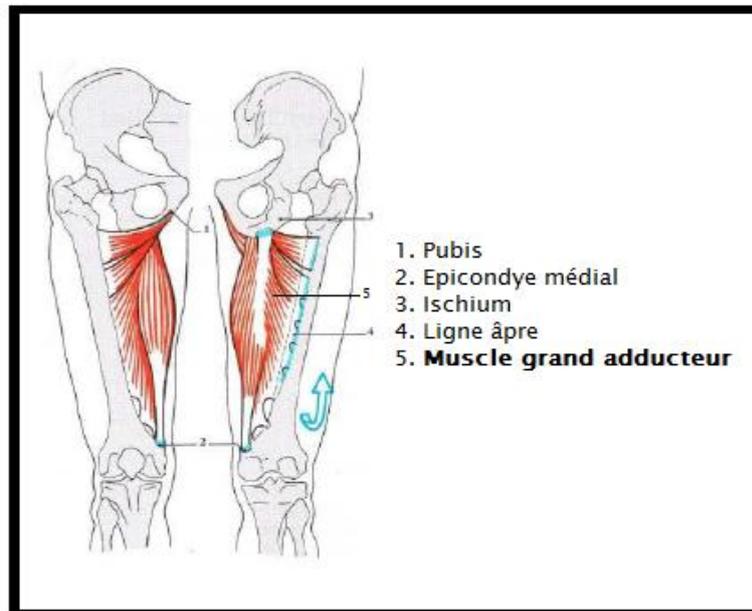


Figure 14 : Muscle grand adducteur

b. **Le muscle moyen adducteur (muscle long adducteur) :** (Figure 15) [16].

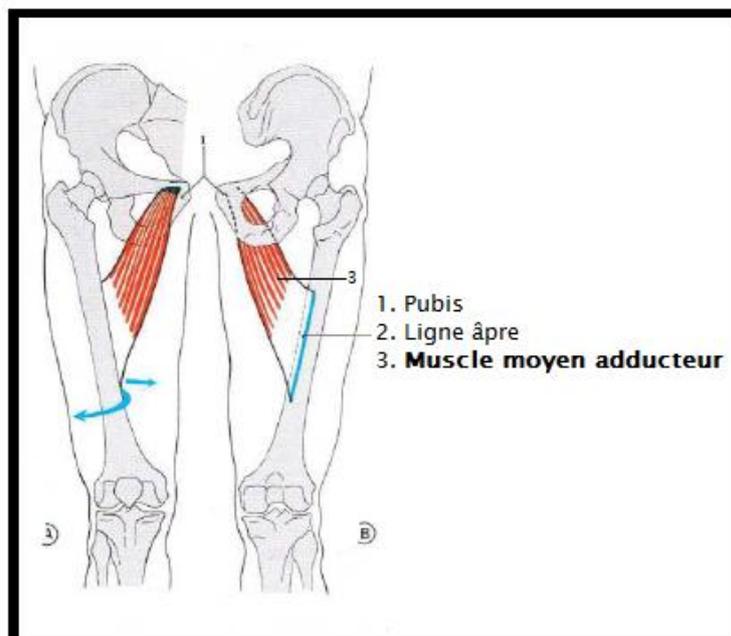


Figure 15 : Muscle moyen adducteur

c. Le muscle petit adducteur (muscle court adducteur) : (Figure 16) [16].

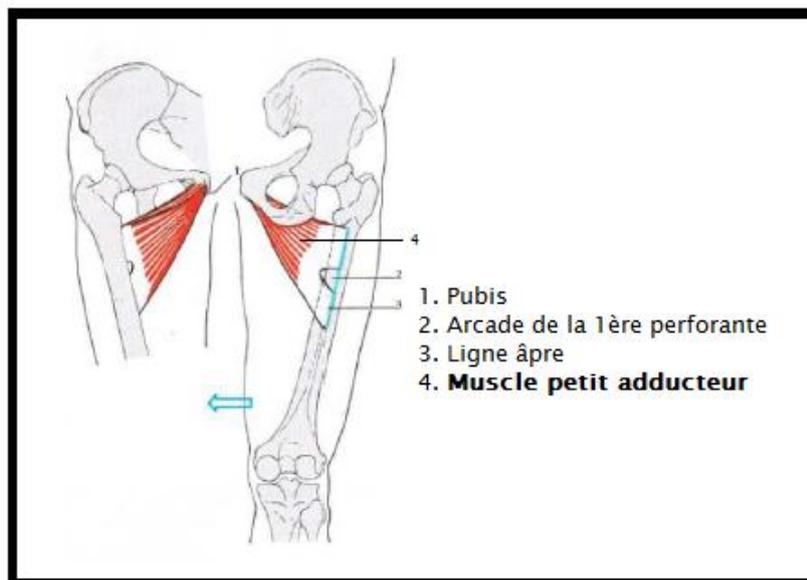


Figure 16 : Muscle court adducteur

d. Le muscle droit interne (muscle gracile) : (Figure 17) [16].

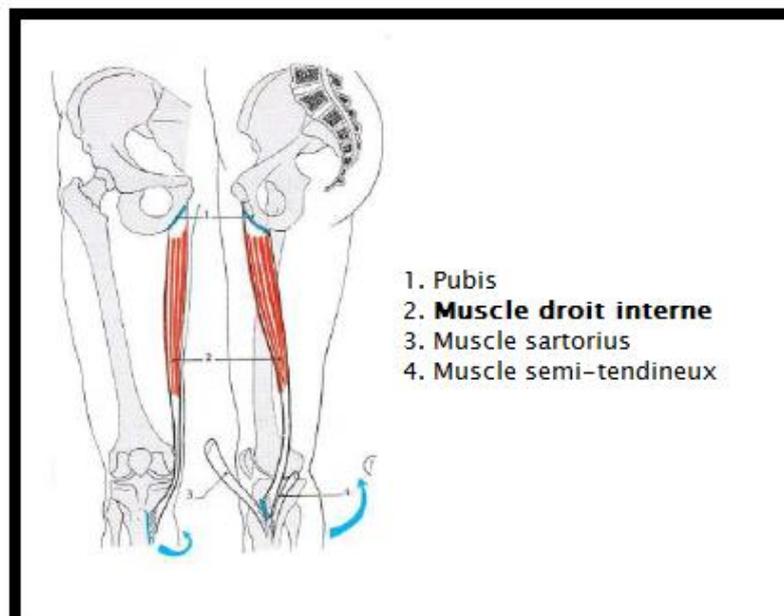


Figure 17 : Muscle droit interne

I. Les muscles rotateurs externes :

On distingue : les muscles pelvi-trochantériens, le muscle carré fémoral (crural) et le muscle pectiné.

J. Les muscles rotateurs internes :

On distingue : le tenseur du fascia lata, le muscle petit fessier et le moyen fessier.

4. Vascularisation de l'extrémité supérieure du fémur : (Figure 18) [11]

A. La région trochantérienne :

Elle est largement vascularisée et n'est pas menacée sur le plan vasculaire lors des fractures, ce qui explique en partie le très faible taux de pseudarthroses à ce niveau.

Sa vascularisation est assurée par un réseau de branches issues des artères circonflexes antérieure et postérieure. Ces dernières donnent également des branches ascendantes destinées aux faces antérieure et postérieure du col fémoral et à l'articulation coxo-fémorale.

B. La tête fémorale :

Sa vascularisation est assurée par trois pédicules :

- Le pédicule postéro-supérieur : le plus important, issu de l'artère circonflexe postérieure, branche de l'artère fémorale profonde. Il assure la vascularisation des trois quarts supérieurs de la tête. Il est très menacé en cas de fracture déplacée.
- Le pédicule inférieur : il est issu de l'artère circonflexe antérieure, branche de l'artère fémorale profonde. Il assure la vascularisation du quart antéro-interne de la tête.
- Le pédicule interne : il est formé de l'artère du ligament rond, branche de l'artère obturatrice. Il irrigue la zone de la fovéa.

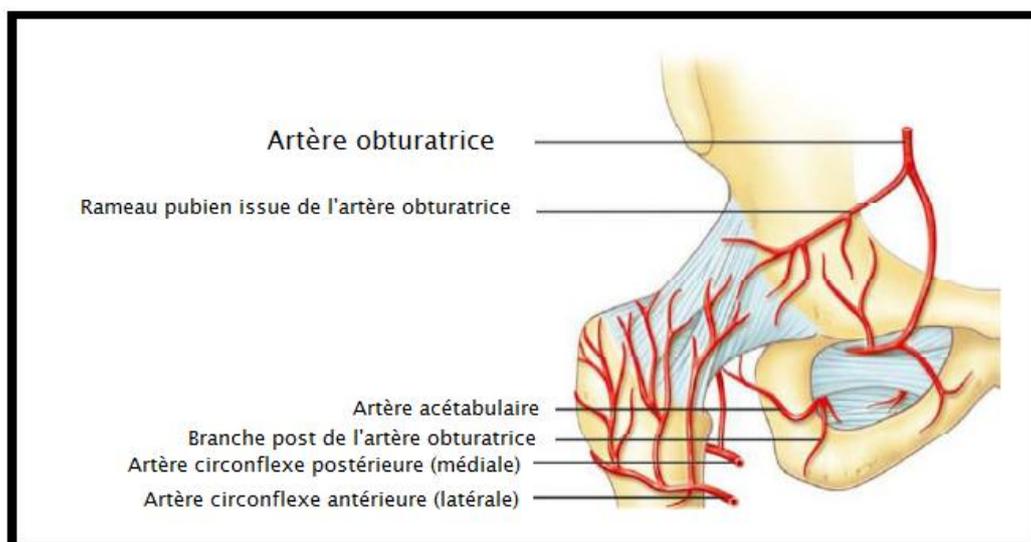


Figure 18 : Vascularisation de la hanche avec de riches rameaux trochantériens

5. Innervation de l'extrémité supérieure du fémur :

La hanche est innervée par [17] :

- Des nerfs postérieurs venant du plexus sacré : Par le nerf du carré crural et du jumeau inférieur : nerf articulaire postérieur parfois dédoublé, par le grand sciatique.
- Des nerfs antérieurs venant du plexus lombaire :
 - Par le nerf crural : filets articulaires du nerf du pectiné et du nerf du quadriceps.
 - Par le nerf obturateur : nerf articulaire antérieur de la hanche sous pubien, et parfois un rameau sus pubien.
 - Par le nerf obturateur accessoire inconstant.

6. Architecture interne de l'extrémité supérieure du fémur :

L'extrémité supérieure du fémur est constituée par une lame de tissu osseux compact entourant un bloc d'os spongieux très dense dont les travées s'ordonnent selon les lignes de force.

A. Les corticales :

Le cylindre cortical diaphyse s'évase à l'extrémité supérieure du fémur au niveau les corticales interne et externe.

La corticale interne s'épaissit au niveau de la jonction cervico-diaphysaire, pour former un arc-boutant inférieur du col ou éperon de Merckel, elle s'amincit ensuite jusqu'à la base de la tête.

La corticale externe, moins épaisse, se termine au niveau du grand trochanter, elle n'est résistante que dans sa partie inférieure, qui seule, peut servir d'appui à un matériel d'ostéosynthèse.

B. Les travées spongieuses :

S'orientant selon des groupes de force superposables à la trame des lignes isostatiques d'un modèle photo-élastique de l'extrémité supérieure du fémur soumis à une charge R.

À la suite des travaux de Pauwels et de Maquet-Casting [18] on a donné une modélisation schématique qui assimile le travail de la hanche à celui d'une grue.

Certaines de ces travées travaillent en compression, d'autres en tension (**Figure 19**) [19].

- Le groupe principal de compression : éventail de sustentation constitue le pilier externe de l'arche céphalique. Il naît de l'éperon de Merckel et s'épanouit en haut et en dedans vers le quadrant supéro-interne de la tête,

- **Le groupe principal de tension** : issu de la moitié inférieure de la tête. Il fait relais au bord supérieur du col, au niveau de la lame sus-cervicale puis se continue en dehors pour former le pilier externe de l'arche trochantérien,
- **Le groupe secondaire de tension** : issu de la face supérieure du col et se termine sur la corticale externe de fémur,
- **Le groupe secondaire de compression** : part de la corticale fémoral interne pour s'épanouir vers le grand trochanter,

Ces deux groupes secondaires constituent l'arche trochantérienne. Leur convergence constitue le système ogival.

- **Le groupe trochantérien** : tendu de la corticale diaphysaire à la zone d'insertion des muscles fessiers,

Ainsi, il existe deux zones anatomiques de faible résistance, siège des traits de fractures :

- L'une cervicale, entre les deux groupes cervicaux le groupe de compression trochantérien, c'est le triangle de WARD, siège préférentiel des fractures cervicales.
- L'autre, inter-trochantérienne entre le système ogival et le système de sustentation cervico-céphalique. C'est le siège de fractures cervicales trochantériennes [18].

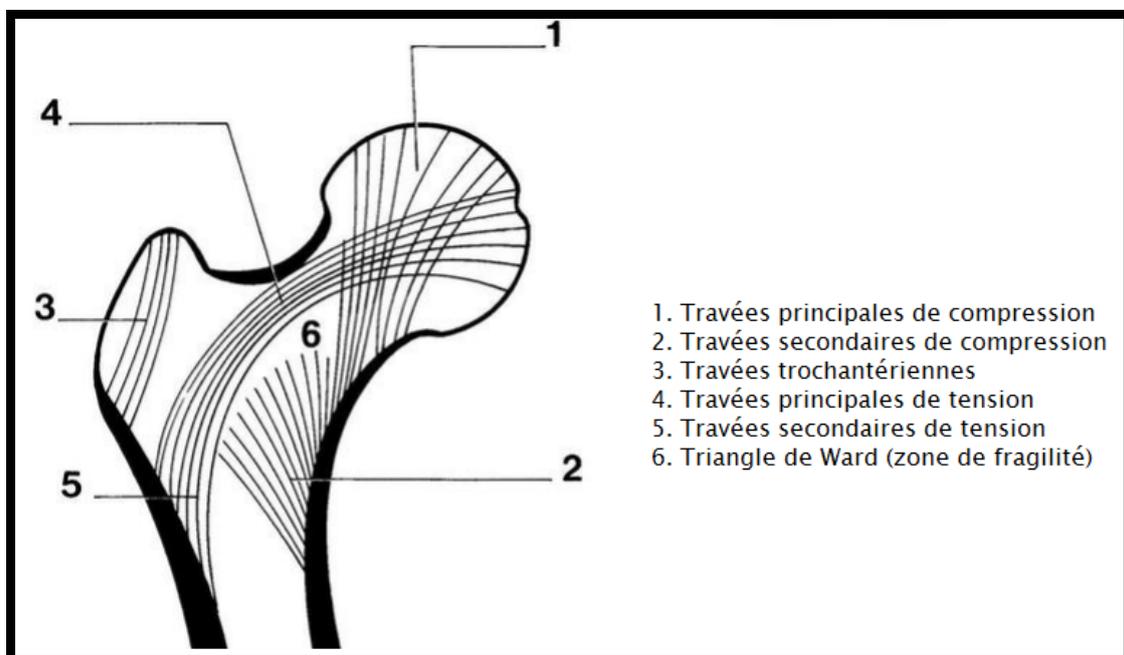


Figure 19 : Architecture trabéculaire de l'extrémité supérieure de fémur

II. RAPPEL BIOMECANIQUE

1. Mobilité de la hanche :

A. Mouvements de flexion – extension :

Ils s'effectuent autour d'un axe horizontal et transversal. Ils ont une amplitude globale de 135° dont 120° pour la flexion et 15° pour l'extension (**Figure 20**) [18]. Seuls les 45 premiers degrés de la flexion sont utilisés dans la marche normale. La flexion est limitée d'abord par la mise en tension des ischio-jambiers, ce qui explique que la flexion de la hanche au-delà de l'angle droit ne soit possible qu'au prix d'une flexion associée du genou, relâchant ainsi les ischio-jambiers.

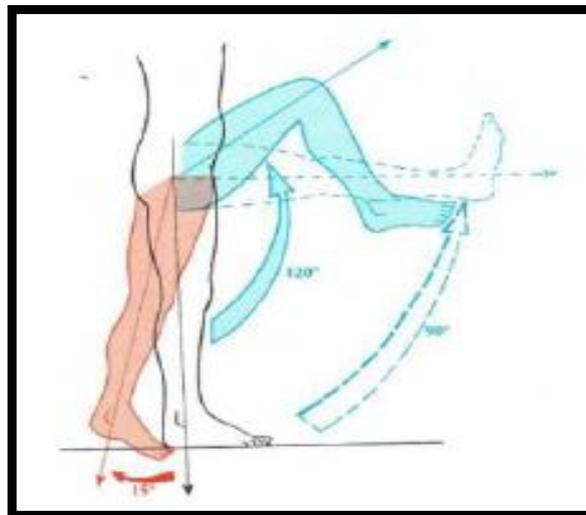


Figure 20 : Flexion de la hanche (en bleu) et extension (en rouge)

B. Mouvements d'abduction – adduction :

Ils s'effectuent autour d'un axe horizontal antéropostérieur. Ils ont une amplitude globale de 90° dont 60° pour l'abduction et 30° pour l'adduction (Figure 21) [18].

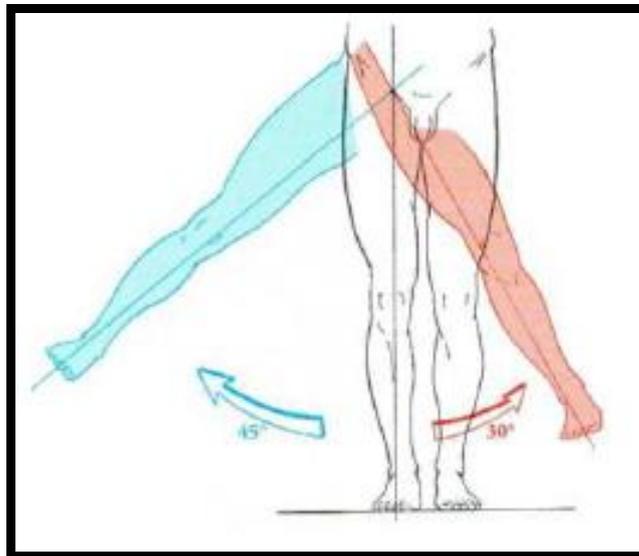


Figure 21 : Abduction (en bleu) et adduction (en rouge)

C. Mouvement de rotation interne – rotation externe :

Ils s'effectuent autour d'un axe mécanique vertical. Leur amplitude globale est de 60° lorsque la hanche est en rectitude, dont 35° pour la rotation externe. Cette amplitude globale peut atteindre 90° lorsque l'articulation est en flexion (Figure 22) [18].

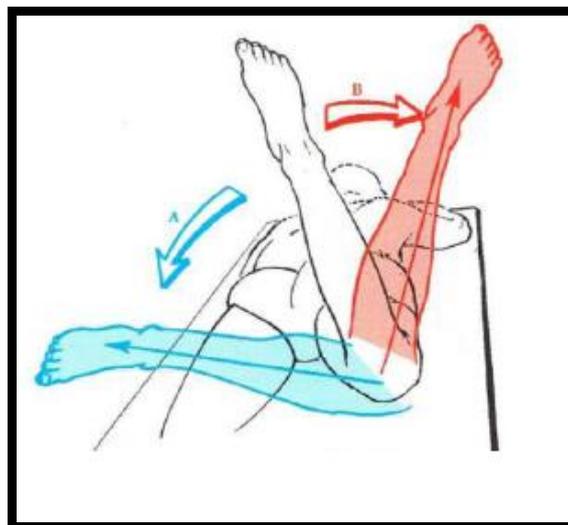


Figure 22 : Rotation médiale (en bleu) et rotation latérale (en rouge)

D. La circumduction :

C'est la combinaison des mouvements élémentaires autours des trois axes [18].

2. Propriétés mécaniques de l'extrémité supérieure du fémur :

L'axe de travail de la hanche est l'axe mécanique qui va du milieu de la tête fémorale jusqu'au milieu du genou, à différencier de l'axe anatomique, qui passe par les milieux osseux de la diaphyse et du col.

Les contraintes mécaniques font intervenir les muscles péri-articulaires puissants et la pesanteur, l'intensité de ces contraintes varie selon la position et au cours des différentes phases de la marche (Figure 23) [13].

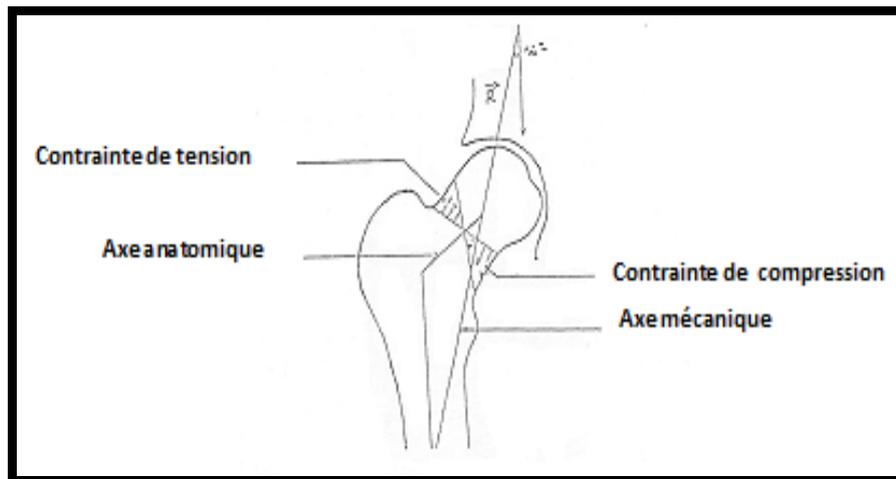


Figure 23 : Les contraintes mécaniques de l'extrémité supérieure de fémur

L'étude de ces contraintes est basée sur les travaux de PAUWELS [20].

La théorie de Pauwels [20], part de l'exemple d'une colonne supportant une charge (Figure 24), si la charge est déplacée latéralement, la colonne a tendance à fléchir avec l'application des mêmes contraintes en flexion et en tension réparties de part et d'autre de l'axe neutre, la pression étant du côté de la charge la tension du côté opposé. Appliquée à la région trochantérienne, cette charge est excentrée et les contraintes en tension l'emportent sur les contraintes en pression. Il existe un moment varisant.

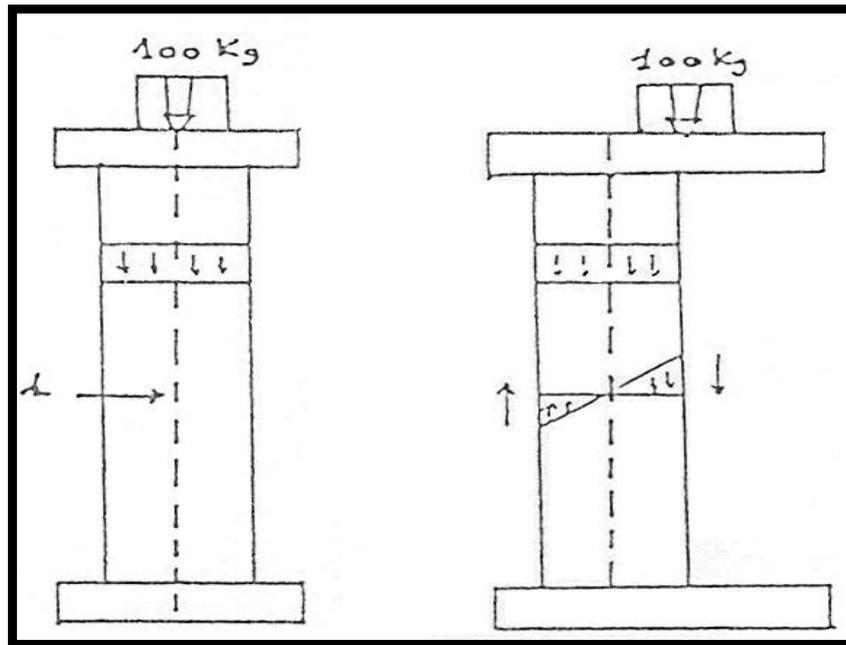


Figure 24 : Les contraintes mécaniques de l'extrémité supérieure de fémur

Pauwels compare le col fémoral à une colonne courbe qui subit une force R résultante du poids du tronc et des forces musculaires. La direction de cette force inclinée de 16° par rapport à la verticale, s'exerçant selon l'axe mécanique du col qui est variable selon les changements de position et alors distinct de l'axe anatomique du col [20].

Cette force produit des contraintes de compression maximales au bord inféro-interne du col, des contraintes de traction maximales au bord supéro-externe du col et un effet de cisaillement du fait de son obliquité [20].

Les travaux théoriques de Pauwels et l'expérimentation de RYDELL [20], ont permis d'établir la valeur de (R) en fonction de l'individu.

Ainsi cette force est de 3 fois le poids du corps à la marche allant jusqu'à 5 fois lors de la course, alors qu'elle reste d'un tiers du poids du corps en appui bipodal et de moitié en appui monopodal du côté controlatéral, la montée des escaliers l'amène à 3 fois mais la flexion de la hanche à 30° genou fléchi la laisse égale au poids du corps et genou en extension à une fois et demie.

En pratique cela signifie que la façon la plus efficace pour déclarer la hanche consiste à faire déambuler le patient avec une canne dans la main controlatérale.

Cette situation est d'autant plus importante chez le sujet âgé, chez qui le lever précoce est primordial pour éviter les complications de décubitus [20].

FRACTURE DU MASSIF TROCHANTERIEN

I. Epidémiologie :

Les fractures du massif trochantérien représentent un enjeu de santé publique. Elles touchent essentiellement des personnes âgées, ostéoporotiques, fragiles [21], victimes d'une chute à faible énergie, habituellement dans un contexte d'accident domestique.

L'incidence des fractures ostéoporotiques augmente fortement avec l'âge [22,23].

En France, en 2008, l'incidence globale de ces fractures était de 206/100'000 chez les femmes et de 78/100'000 chez les hommes [24].

L'accroissement de la population et de la longévité fait en sorte que le nombre absolu de ces fractures continue de progresser [22,24].

La mortalité après fracture du massif trochantérien est élevée [25,26]. La fracture représente souvent un tournant dans l'autonomie des patients.

La part des fractures trochantériennes est croissante [27] et représentent environ les deux tiers [13] des fractures de l'extrémité supérieure du fémur.

II. Pathogénie :

Dans la majorité des cas (90 %), il s'agit d'un traumatisme à basse énergie chez des patients âgés (plus de 50 ans, avec une prédominance féminine), après une chute banale du même niveau. Pour le reste, ce sont en majorité des hommes en dessous de 40 ans, victimes d'accidents à haute énergie (accident de la voie publique, chute d'une hauteur importante, accident sportif) [28].

Relativement rarement, il s'agit d'une fracture pathologique (tumeur primaire ou secondaire), la région sous trochantérienne étant plutôt le lieu de prédilection pour ce type de fractures [28].

III. Facteurs de risque :

1. Age :

Une fracture du massif trochantérien résulte, à des degrés divers, de la conjonction d'une fragilité osseuse et d'une chute avec son processus complexe où se mêlent les causes endogènes et exogènes. Il est cependant clair qu'à 30 ans, une fracture trochantérienne résulte d'un traumatisme et, au-delà de 60 ans, elle résulte de la fragilité osseuse. Au cours de cette évolution, le traumatisme demeure la cause immédiate de la fracture, mais avec l'âge, la survenue de la fragilité osseuse, suivie de la dégradation des systèmes neuromusculaires et sensoriels, vont modifier la nature du traumatisme. Le traumatisme rare et violent des sujets jeunes fait place aux traumatismes répétés et peu violents des sujets âgés. Cette évolution du processus traumatique résulte de la diminution de la résistance osseuse et de l'augmentation de la fréquence des chutes. Le vieillissement détermine la prédominance des causes endogènes sur l'origine exogène de la fracture [29].

2. Ostéoporose et sexe féminin :

L'ostéoporose est une maladie généralisée du squelette, caractérisée par une densité osseuse basse et des altérations de la microarchitecture osseuse, responsable d'une fragilité osseuse exagérée et donc d'un risque élevé de fracture.

Les études biomécaniques montrent que la densité minérale osseuse (DMO) est le déterminant essentiel de la fragilité osseuse. Les fractures sont la complication de la maladie ostéoporotique et constituent toute la gravité de cette maladie.

Actuellement, le diagnostic de la maladie peut être réalisé avant la première fracture grâce à la mesure de la densité minérale osseuse (DMO) [30].

La densité osseuse de la région intertrochantérienne diminue au fil du temps en moyenne de 53 % chez la femme et de 35 % chez l'homme. Une diminution de la densité osseuse de 2 déviations standards par rapport à la moyenne de la population jeune peut être considérée comme anormale. En utilisant cette définition, 90 % des femmes entre 50 et 59 ans ont une densité osseuse normale. Après 80 ans ce chiffre diminue à un tiers [31].

À côté de cette diminution « normale » de la densité osseuse, la diminution « anormale » de la densité osseuse (ostéoporose) augmente le risque de fracture de hanche de manière importante.

Pour des femmes d'âge égal, la diminution de la densité osseuse du fémur proximal d'une déviation standard augmente le risque de fracture de hanche avec un facteur de 2,6 (RR : 2,6 ; IC 95 % : 1,9 à 3,6) [32].

3. Chute :

On entend par chute un événement à l'issue duquel une personne se retrouve, par inadvertance, sur le sol ou toute autre surface située à un niveau inférieur à celui où elle se trouvait précédemment.

Chez des personnes âgées l'ostéoporose est le facteur de risque principal de fractures du massif trochantérien. Toutefois, les éléments qui peuvent causer une chute entrent également en jeu. Tous les ans, un tiers des personnes non institutionnalisées de plus de 65 ans en sont victimes et 10 à 15 % de ces chutes ont des conséquences importantes (fractures, traumatismes crâniens, contusions). En ce qui concerne les personnes vivant dans des maisons de retraite, l'incidence de chutes atteint 50 à 60% et les conséquences sont importantes dans 15 à 20 % des cas. Dans cette population âgée, les femmes font plus de chutes que les hommes [33].

En Amérique du Nord, une femme sur cinq entre 60 et 64 ans et une femme sur trois entre 80 et 84 ans font au moins une chute par an. À peu près 1 % de ces chutes donnent lieu à une fracture de hanche. En revanche, si l'impact se produit directement sur la région trochantérienne, le risque augmente avec un facteur 13 [34].

4. Facteurs de risque cliniques :

Jusqu'à il y a peu, la connaissance des facteurs de risque cliniques provenait essentiellement d'études cas-témoins ne prenant en compte qu'une seule catégorie de facteurs, soit ceux liés à la fragilité osseuse, soit ceux liés aux chutes. En 1994, une vaste étude de cohorte (9516 femmes blanches âgées de 65 ans ou plus) menée aux États-Unis a permis de mettre en évidence toute une série de facteurs augmentant le risque de fracture de hanche notamment les fractures du massif trochantérien [35].

Le RR de fracture ajusté sur l'âge est plus élevé chez les femmes ayant présenté une fracture après 50 ans ou dont la mère a présenté une fracture de hanche. Ce risque est également plus élevé chez les femmes se disant en mauvaise santé, ayant eu une hyperthyroïdie ou ayant été traitées par des benzodiazépines ou des antiépileptiques. Des données issues de l'examen clinique

ou de tests neuromusculaires et sensoriels, comme des anomalies de la perception du relief ou des contrastes, l'impossibilité de se lever d'une chaise sans s'aider des bras, ainsi que la présence d'une tachycardie, constituent également des facteurs de risque.

Tous ces facteurs se sont avérés être indépendants de la densitométrie osseuse.

La présence simultanée de plusieurs facteurs de risque permet de définir des groupes plus ou moins exposés à une fracture de hanche.

À la même époque, en France, une enquête similaire [36] portant sur 5 757 femmes âgées de 75 ans ou plus, a permis de détecter plusieurs autres facteurs cliniques augmentant le risque de fracture de hanche indépendamment de la densitométrie osseuse : troubles de la vision, troubles de l'équilibre et de la marche, dysfonctionnement des membres inférieurs et diminution de la force musculaire mesurée au mollet.

IV. Gravité des fractures trochantériennes :

La négligence de ces fractures peut être fatale par le saignement périfracturaire qui en résulte entraînant souvent une hypovolémie importante notamment chez les sujets âgés. Il est évalué entre 500 ml et 1 litre et peut rester actif pendant au moins 72H en l'absence de trouble de la coagulation. Par ailleurs le risque de décompensation des tares associées, favorisé par le décubitus forcé à la suite de l'impotence fonctionnelle totale du membre inférieur traumatisé, aggrave le pronostic vital [37].

C'est ainsi que la plupart des auteurs préconisent une prise en charge chirurgicale en urgence, dans un délai de un à deux jours, et soutiennent que tout retard de l'intervention peut avoir une incidence sur le taux de mortalité et de morbidité liées au traumatisme [38].

V. Classification anatomopathologique :

Si les classifications sont particulièrement nombreuses c'est qu'aucune n'est satisfaisante et ne permet d'intégrer tous les éléments qui interviennent dans une indication opératoire et surtout l'évolution du pronostic.

Elles tiennent compte du siège, de l'orientation du trait, de la nature du déplacement et de son importance.

1. Classification de Ramadier :

Ramadier [39,40] distingue sept types (Figure 25), de fréquence très variable, mais possédant chacun des caractéristiques justifiant leur individualisation. Ils séparent les fractures pertrochantériennes simples des fractures pertrochantériennes complexes, il distingue:

A. Les fractures cervico-trochantériennes :

Présentent un trait de fracture qui longe le bord supérieur de la ligne trochantérienne à la base du col.

B. Les fractures pertrochantériennes :

Le trait fracturaire traverse le massif trochantérien parallèlement à la ligne intertrochantérienne, quatre types sont décrits :

- a. **Fractures pérochantériennes simples**
- b. **Fractures pérochantériennes complexes**
- c. **Fractures pérochantériennes avec un déplacement en valgus**
- d. **Fractures pertrochantériennes avec trait intertrochantérien.**

C. Les fractures trochantéro-diaphysaires :

Elles présentent un trait de fracture qui traverse le massif trochantérien en se prolongeant sur la partie haute de la diaphyse fémorale.

D. Les fractures sous-trochantériennes :

Le trait est presque horizontal sous les deux trochanters.

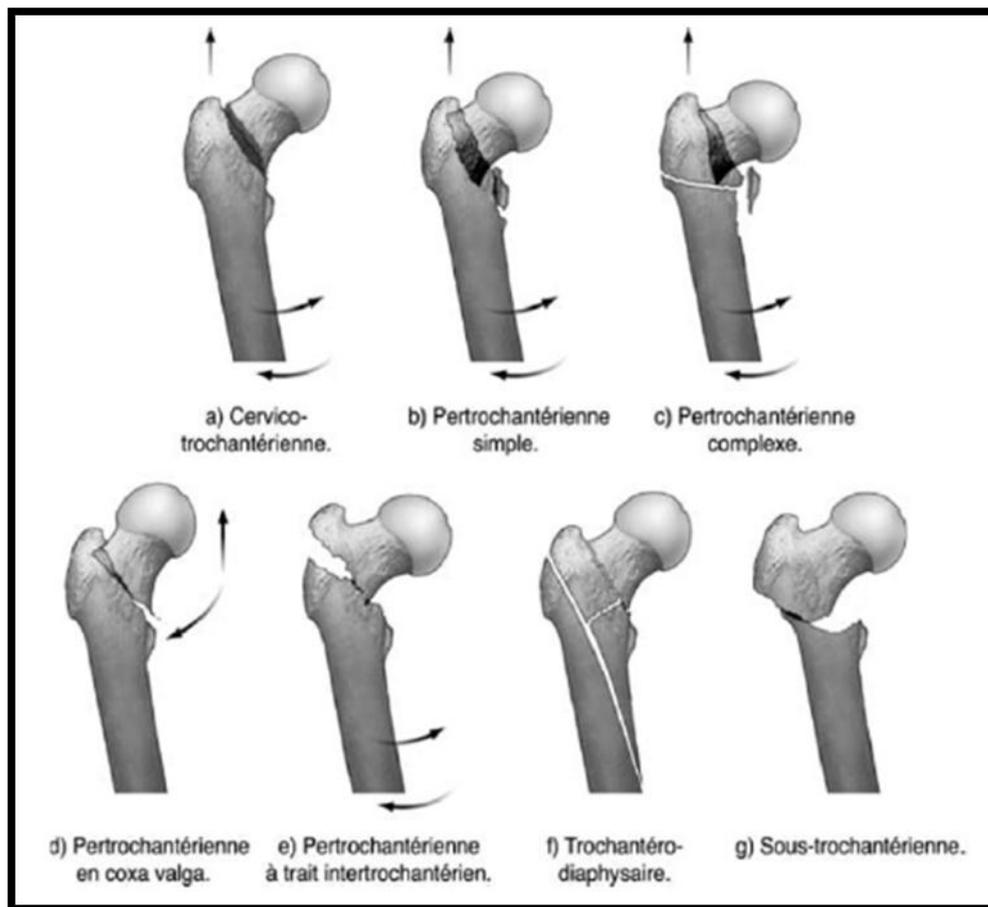


Figure 25 : Classification de Ramadier

2. Classification d'Ender :

La classification d'Ender [39,40] fondée sur le siège du trait, la nature du déplacement et le risque d'instabilité, paraît d'application pratique.

La classification d'Ender rassemble quatre groupes fracturaires (Figure 26) :

A. Fractures pértrochantériennes en rotation externe :

- Type I : Fracture simple
- Type II : Fracture avec écaille postérieur
- Type III : Fracture avec déplacement externe et proximal.

B. Fractures pértrochantériennes en rotation interne :

- Type IV : Fracture avec bec proximal pointu
- Type V : Fracture avec bec proximal arrondi.

C. Fractures inter-trochantériennes :

- Type VI.

D. Fractures sous-trochantériennes :

- Type VII : Fracture à trait transversal ou inversé
- Type VIII: Fracture à trait spiroïde.

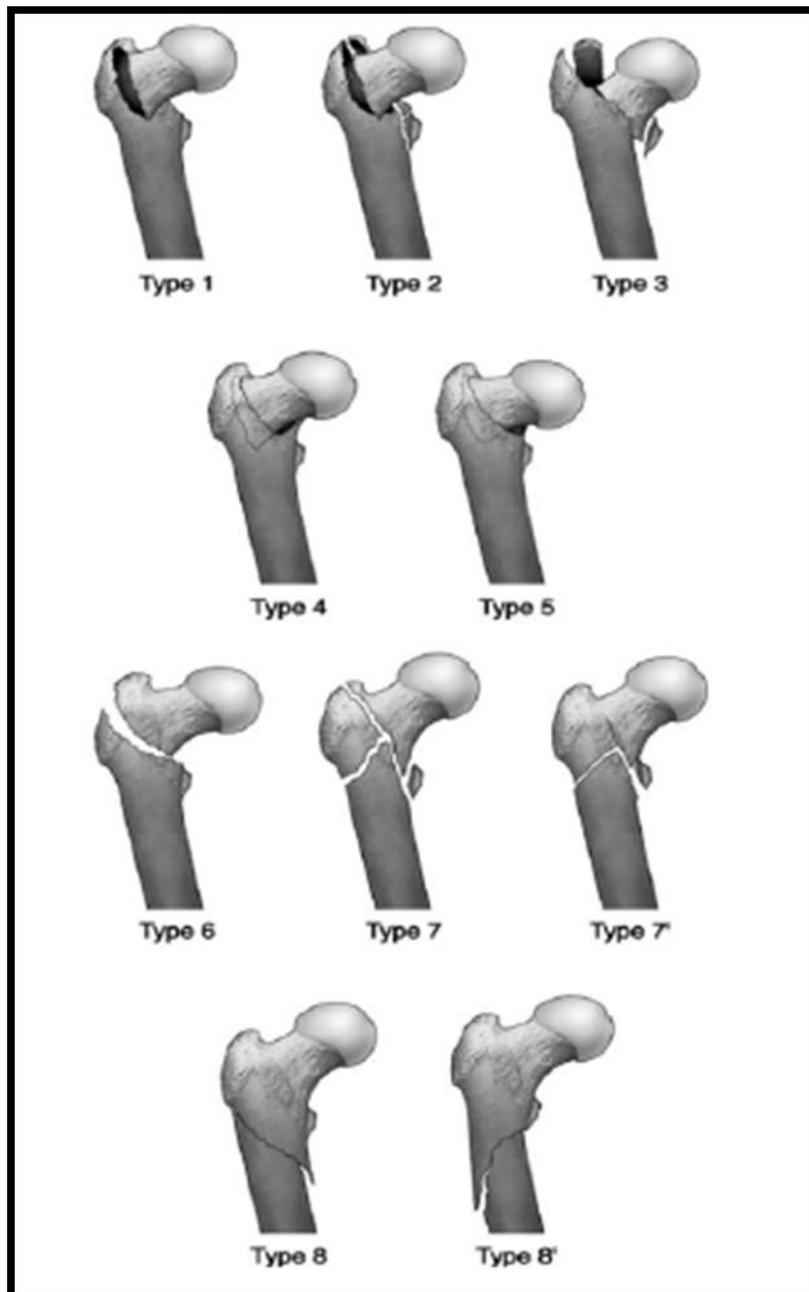


Figure 26 : Classification d'Ender

3. Classification d'Evans :

Evans [39,40] a décrit un système de classification (**Figure 27**) ayant un double mérite d'être reproductible et d'application facile qui été largement utilisé dans les pays anglophones :

Type I : fracture non déplacé à deux fragments.

Type II : fracture déplacé à deux fragments.

Type III : fracture à trois fragments avec atteinte du massif postéro-externe.

Type IV : fracture à trois fragments avec atteinte du pilier interne.

Type V : fracture à quatre fragments avec atteinte du massif postéro-externe et du pilier interne.

Il existe dans cette classification un dernier type de fractures dont le trait de fracture est sous-trochantérien, oblique en haut et en dedans : reversed fracture.

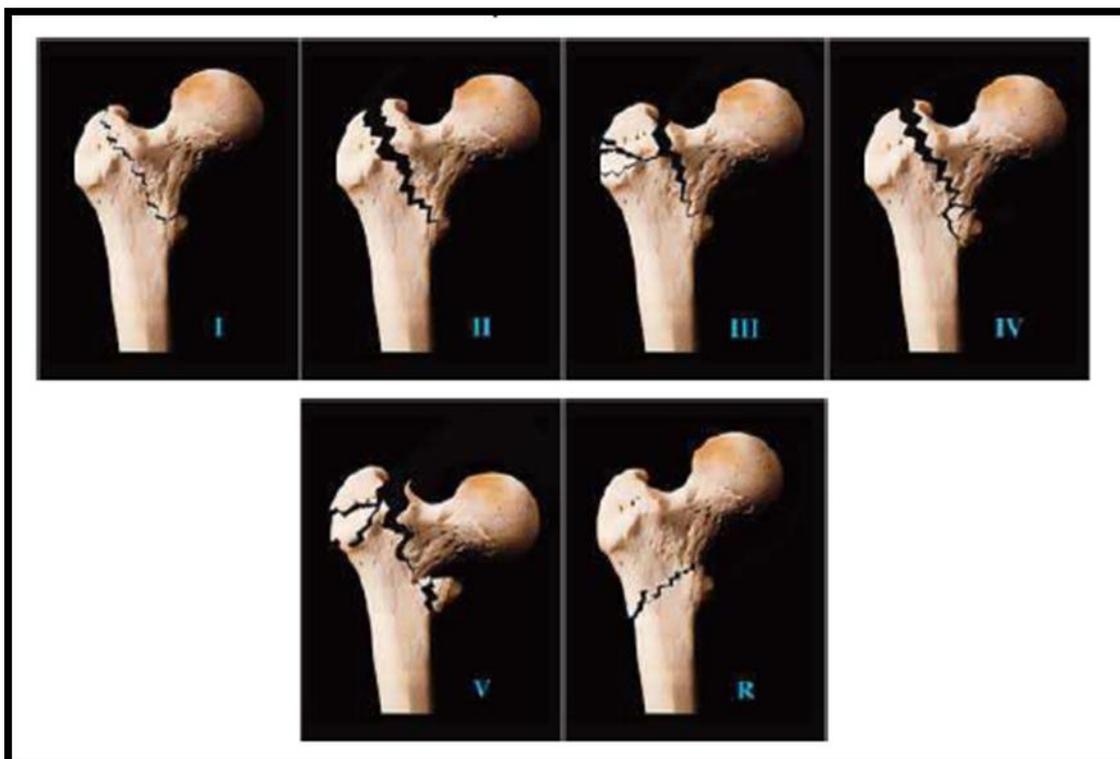


Figure 27 : Classification d'Evans

4. Classification de Decoulx et Lavarde :

En 1969, Decoulx et Lavarde [39,40] distinguèrent les fractures pertrochantériennes basses, appelées intertrochantériennes, et complètent ainsi la classification de Ramadier : regroupées sous le nom de Ramadier–decoulx.

Cette classification comprend cinq types de fractures :

A. Fractures cervico–trochantériennes :

Trait de fractures inter–trochantérien avec un déplacement en coxa–vara, ce sont des fractures engrenées et stables.

B. Fractures pertrochantériennes :

- Formes simples : à deux fragments seulement, intéressent l'angle supéroexterne du grand trochanter.
- Formes complexe : trois ou quatre fragment ou plus, il y'a un écartement du grand trochanter, la réduction et la stabilité sont difficiles à obtenir.

C. Fractures inter–trochantériennes :

Le trait de fracture se situe au-dessus de la crête sous–trochantériennes et se dirige vers le col, le déplacement peut être important. Ce sont des fractures relativement rares.

D. Fractures sous–trochantériennes :

Le trait de fracture passe sous le bord inférieur du petit trochanter, il est proche de l'horizontale. Ce sont des fractures généralement instables.

E. Les fractures trochantéro–diaphysaire :

Ce sont des fractures rares, leurs traits de fractures se continuent en une longue spire détachant le quart supérieur de la corticale diaphysaire interne.

5. Classification de Jensen :

Jensen [39,40] a proposé de modifier la classification d'Evans de même que

Michaelson en 1975, en regroupant les cinq types d'Evans en trois groupe (**Figure 28**), et cela en vue de rendre cette classification plus prédictive, c'est-à-dire d'indiquer quelle fracture pourrait être réduite anatomiquement et laquelle aurait un risque de déplacement secondaire après fixation.

- Classe I : fractures stables à deux fragments, déplacées ou non déplacées (type I et II d'Evans).
- Classe II : fractures instables à trois fragments avec atteinte du petit ou du grand trochanter (type III et IV d'Evans).
- Classe III : fractures à quatre fragments (type V d'Evans).

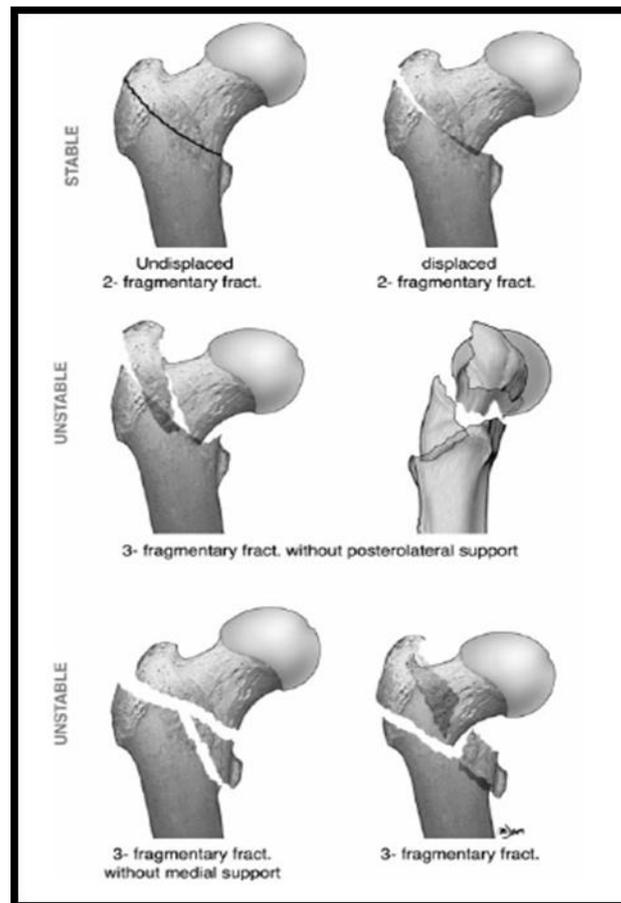


Figure 28 : Classification de Jensen

6. Classification de Briot :

En 1980, Briot [40] a essayé de simplifier la classification de Ramadier et de Decoux et d'introduire ainsi des concepts biomécaniques, par contre il exclut les fractures sous-trochantériennes.

- Fractures pertrochantériennes :
 - Simple
 - Avec plaque postérieure de taille variable.

- Avec plaque postérieure et déplacement externe postérieur et proximal.
- Pertrochantéro-diaphysaire.
- Fractures inter-trochantériennes.
- Fractures trochantéro-diaphysaire (Figure 29) :
 - A : Reversed fracture d'Evans.
 - B : Fractures en toit basque.
 - C : Fractures en clocher d'église de Boyd.
 - D : Trait remontant la ligne inter-trochantérienne.
 - E : Traits irradiés dans le grand trochanter.

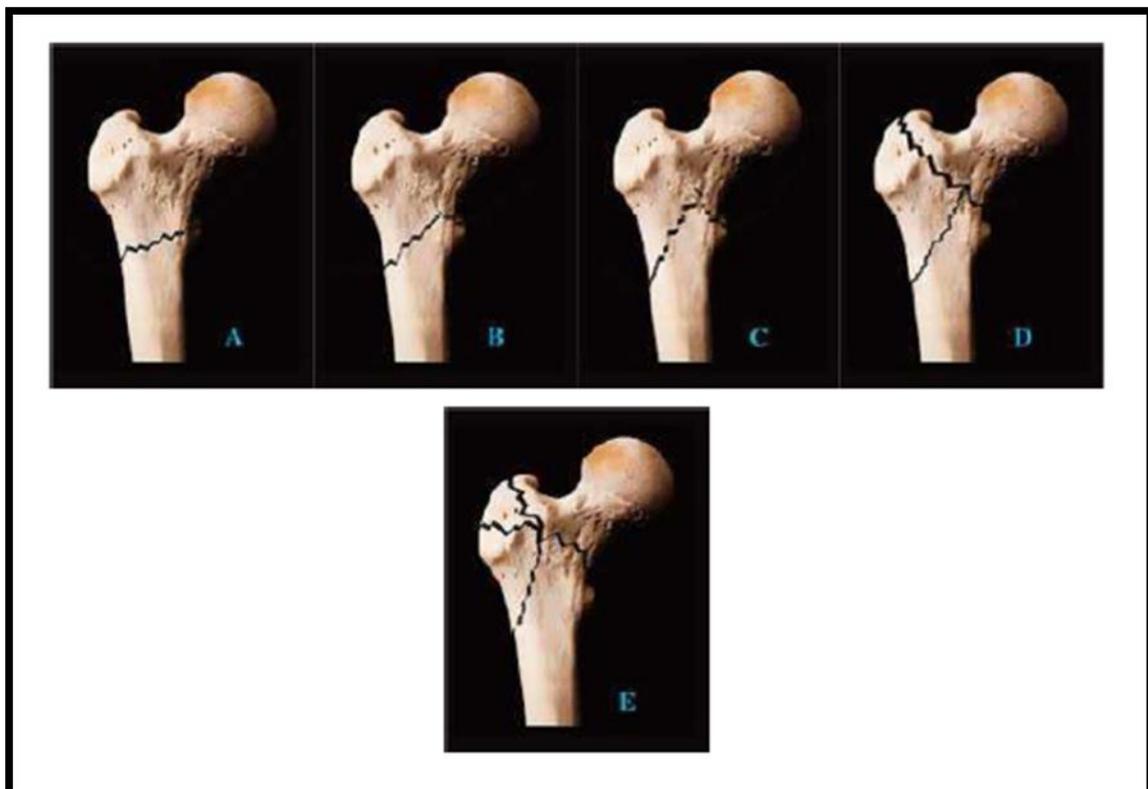


Figure 29 : Classification de Briot des fractures trochantéro-diaphysaires

7. Classification de l'AO :

La classification de l'AO tente de combiner une approche descriptive et une évaluation pronostic, face aux possibilités actuelles d'ostéosynthèse, mais cette classification ne tient pas compte des fractures sous trochantériennes (**Figure 30**).

Néanmoins, adoptée universellement, elle aurait le grand avantage de créer un langage commun [39,40].

- Groupe A1 : fractures simples de la région trochantérienne :
 - A1.1 : Fracture cervico-trochantérienne.
 - A1.2 : Fracture pertrochantérienne.
 - A1.3 : Fracture trochantéro-diaphysaire.
- Groupe A2 : fractures pertrochantériennes multi-fragmentaires :
 - A2.1 : avec un seul fragment intermédiaire.
 - A2.2 : avec deux fragments intermédiaires.
 - A2.3 : avec plus de deux fragments intermédiaires.
- Groupe A3 : fractures inter-trochantériennes :
 - A3.1 : simple, oblique.
 - A3.2 : simple, transverse.
 - A3.3 : à coin médial.

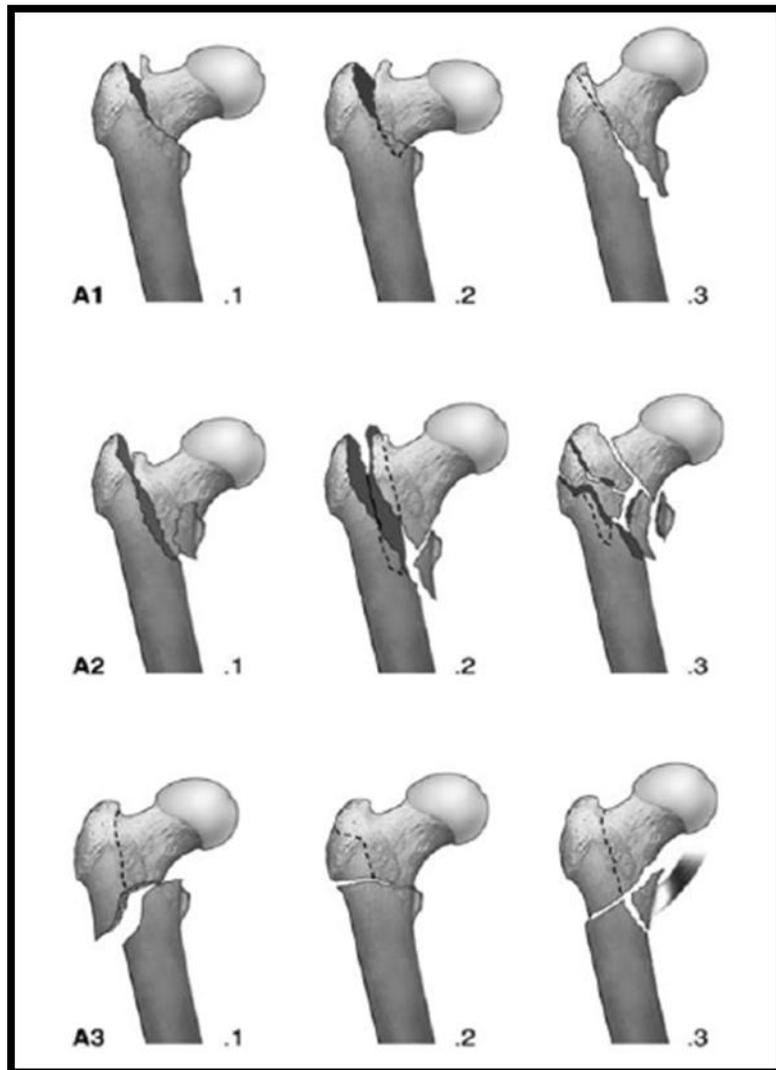


Figure 30 : Classification de l'AO

8. Classification de Seinsheimer : des fractures sous-trochantériennes :

Mettant en évidence quatre types sous-trochantériennes et un type per et sous trochantérien (**Figure 31**) [39,40].

- Type I : Fracture sous-trochantérienne non ou très peu déplacée (maximum 2mm) indépendamment de l'orientation du trait de fracture.
- Type II : fracture sous-trochantérienne simple. Ce type de fractures est réparti en trois sous-groupes selon l'orientation du trait de fracture.
- Type III : fracture sous-trochantérienne à trois fragments. Ces fractures sont réparties en deux sous-groupes selon que le troisième fragment se situe au petit trochanter ou sur la corticale externe.
- Type IV : fracture comminutive de la région sous-trochantérienne sans trait de refend en région trochantérienne (fracture à quatre fragments ou plus).
- Type V : fracture comminutive de la région sous-trochantérienne avec trait de refend en région trochantérienne.

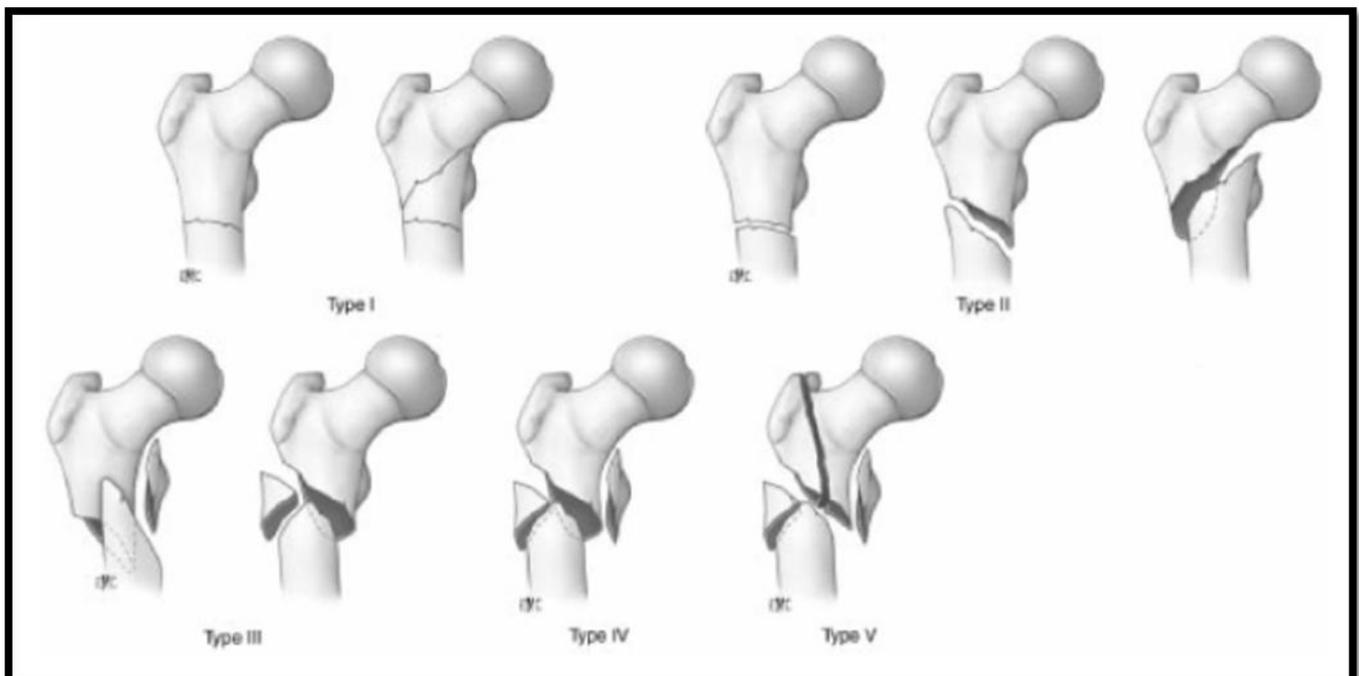


Figure 31 : Classification de Seinsheimer

VI. Notion d'instabilité :

Elle est liée à l'atteinte des deux systèmes mécaniques qui assurent la solidité de la région.

1. Le pilier antéro-interne :

Ensemble de travées osseuses nées du pôle supérieur de la tête qui converge vers la partie supérieure du col où il s'épaissit, pour former la corticale épaisse, véritable arc-bouton de l'éperon de Merckel.

Celui-ci se continue sans transition avec la corticale interne diaphysaire. Le poids du corps soumet ce puissant pilier à des contraintes de compressions.

2. Le massif trochantérien postéro-externe :

Beaucoup moins résistant, avec une corticale mince et un tissu spongieux dont la fragilité augmente avec l'âge, il supporte la corticale postérieure du col. Sa moindre résistance explique la fréquence des comminutions, voire des pertes de substances à ce niveau après réduction et de la tendance habituelle à la rotation externe de ces fractures sous l'action des forces musculaires.

De plus, l'atteinte du massif trochantérien ne s'oppose plus à la translation interne du fragment inférieure diaphysaire sous l'action des adducteurs. Ce système est principalement soumis à des forces de tensions sous l'action des adducteurs et des rotateurs.

3. La zone d'insertion du petit trochanter :

Participe au soutènement du pilier antéro-interne, mais ne joue pratiquement aucun rôle en lui-même dans la transmission du poids du corps. Or, ces fractures détachent très souvent avec lui un fragment osseux plus volumineux appartenant au pilier cortical interne ou au pilier cortical trochantérien compromettant ainsi la stabilité du foyer [13,41].

OSTEOSYNTHESE PAR CLOU GAMMA

I. Historique : [42]

Depuis 1858 Von Langenbeck et Koenig semblent être les précurseurs de l'ostéosynthèse du col fémoral, en utilisant des vis à bois pour les pseudarthroses du col fémoral.

En 1906, Calbin Lambotte ouvrit véritablement l'ère de la chirurgie osseuse en réalisant avec succès plusieurs ostéosyntheses de fractures per et sous trochantériennes.

En 1931, Smith Petersen marqua un tournant dans l'histoire du traitement chirurgical des fractures hautes du fémur, par sa publication des vingt-quatre premiers cas de fractures intra-capsulaires opérées au moyen d'un clou en acier inoxydable empêchant les mouvements de rotation et assurant une fixation solide.

En 1932, Sven Johansson modifia le clou en le perforant longitudinalement en son centre. Alors que l'extension vers la conception d'un implant cervicodiaphysaire adapté aux fractures de la région trochantérienne s'est faite dans la décennie suivante. C'est à Danis que vient la paternité de ce matériel, il présenta en

1933 dans le journal belge de la chirurgie, une vis à compression à large pas dont la tige passe à travers une tubulure prolongée par une petite plaque qui se fixe sur la face externe de l'os par deux vis courtes.

En 1937, Thomson réalise le premier clou-plaque en associant un clou Smith Peterson à une plaque grâce à un boulon coaptateur.

En 1940 le Hollandais Van Nes présenta un système comprenant un clou de Smith Peterson relié à une plaque terminée par un crochet placé dans le canal du clou.

En 1947, Mac Laughin présente dans l'American Journal of Surgery, son clou plaque à angulation variable.

Parallèlement à l'évolution des implants destinés à l'ostéosynthèse à foyer ouvert, l'idée de l'ostéosynthèse à foyer fermé s'est développée grâce à la publication de Gerhard Küntscher devant le congrès allemand de la chirurgie et la présentation de son clou en Yen 1940.

En juillet 1942 l'académie française de chirurgie découvre l'enclouage centromédullaire par la communication de Mondor et Nardi. La même année Rocher réalise à Bordeaux les premiers enclouages centromédullaires dans la mesure du possible à foyer fermé.

Il Semble historiquement prouvé que le premier «vrai enclouage fermé selon Küntsher» d'un fémur a été réalisé au centre de traumatologie de Strasbourg le 20 décembre 1944 par Gaston Pfister.

Dès 1946, Leveuf et Laurence, Merle d'Aubigné et Lance Debeyre rapportent leurs premières expériences de la méthode, mais réalisée à foyer ouvert.

En 1955 Granjon et Soeur signalent la réserve de la majorité des orthopédistes vis-à-vis de cette méthode.

Vers 1964, Merle d'Aubigné et ses élèves réussirent à faire progresser la méthode, mais au tibia encloué à foyer fermé.

Si l'apparition en 1966 de l'enclouage dit élastique selon Ender avait suscité de nombreux espoirs, et paraissait être le traitement idéal des différents types de fractures trochantériennes, l'expérience de certains auteurs a montré son insuffisance.

Les chirurgiens strasbourgeois eurent l'idée d'inverser le clou Y de Küntsher afin de mettre en place une vis trans-cervicale pour stabiliser les fractures de la région trochantérienne .Ce montage a également été abandonné en raison des ruptures de la vis cervicale qui était rigide et de petit diamètre.

C'est en 1981 qu'Arsène Grosse eut l'idée d'un implant centromédullaire muni d'une vis à compression qui a donné naissance au clou gamma. Les objectifs étaient d'obtenir une ostéosynthèse rigide permettant une mise en charge précoce, avec une stabilité rotatoire assurée par un verrouillage proximal et distal, et une impaction contrôlée du col par un coulissement de la vis cervicale, entraînant une mise en compression des fragments, favorable à la consolidation.

Depuis la phase de conception jusqu'à l'implantation du premier prototype clinique en décembre 1986 au centre de traumatologie et d'orthopédie de Strasbourg, Arsène Grosse, Ivan Kempf et Gilbert Taglang n'ont cessé d'apporter des améliorations (**Figure 32**) [42], tant au niveau de l'ancillaire et du clou lui-même qu'au niveau de la technique opératoire.

Le clou Gamma représente le dernier développement du traitement des fractures trochantériennes selon le principe du clou verrouillé et du foyer fermé, il s'inspire à la fois du clou en Y de Küntsher et du clou de Zickel [41,43].

Le clou gamma standard mis au point en 1981 au centre de traumatologie de

Strasbourg avec sa longueur de 200 mm ne permettait pas son utilisation dans les fractures

trochantérodiaphysaires et sous trochantériennes basses car le verrouillage distal se situait près du trait de fracture [13].

En 1989, le clou gamma long a été au tout début développé aux Pays-Bas.

En 1991, il était uniquement utilisé comme prototype sur commande spéciale des chirurgiens pour traiter des cas isolés de fractures diaphysaires.

Aujourd'hui, grâce à son verrouillage bas situé, le clou gamma long semble répondre aux exigences des fractures trochantériennes en particulier trochantérodiaphysaires et sous-trochantériennes.

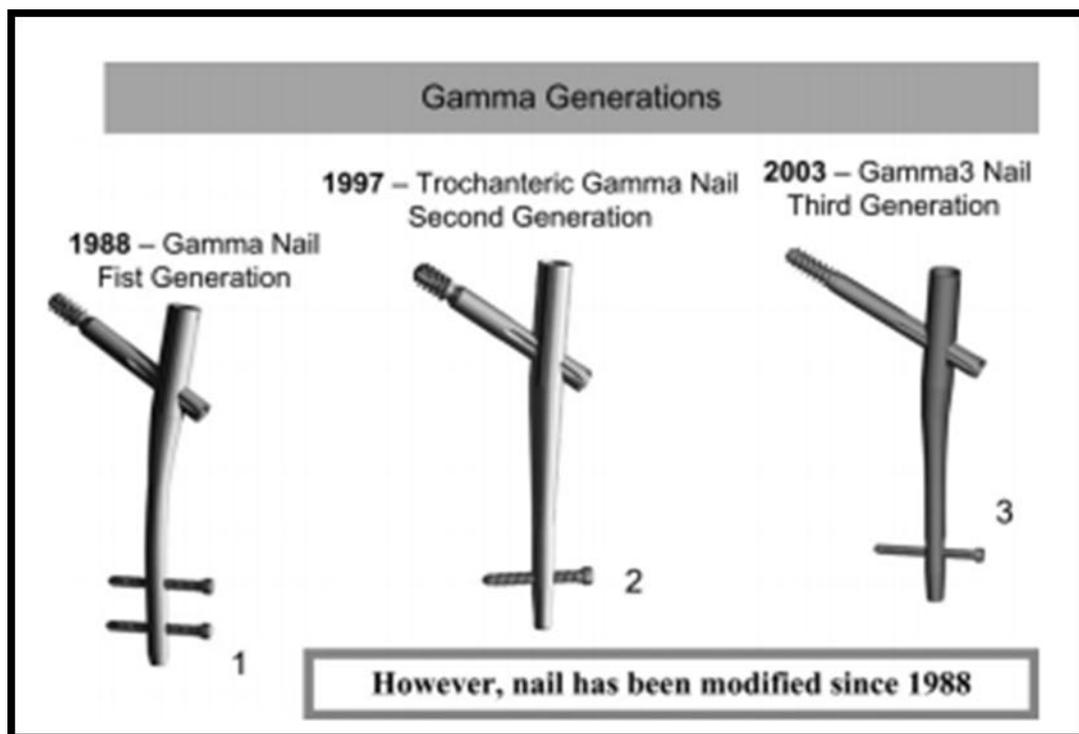


Figure 32 : Modification du design du clou gamma au fil de temps

II. Description du clou gamma :

C'est un moyen de synthèse centromédullaire à foyer fermé des fractures de la région trochantérienne.

1. Description générale de l'implant :

Apparu en 1990, développé par l'école strasbourgeoise, il s'agit d'un clou centromédullaire perforé en proximal par une vis cervicocéphalique et en distal d'une ou deux vis de Verrouillage.

[44]

Différents types de clou gamma sont disponibles :

- Le clou gamma court standard d'une longueur de 200 mm (**Figure 33, 34**).
- Le clou gamma trochantérien est plus court d'une longueur de 180 mm.
- Le clou gamma long avec une gamme de longueurs différentes de 280 mm à 460 mm avec deux vis de verrouillage distales.

Le clou existe en 3 angulations : 125°, 130° et 135°, on peut s'aider de calques pour choisir l'implant à partir de l'angle cervico-diaphysaire que l'on déterminera sur la radio après réduction ou sur la hanche controlatérale. [45,46].

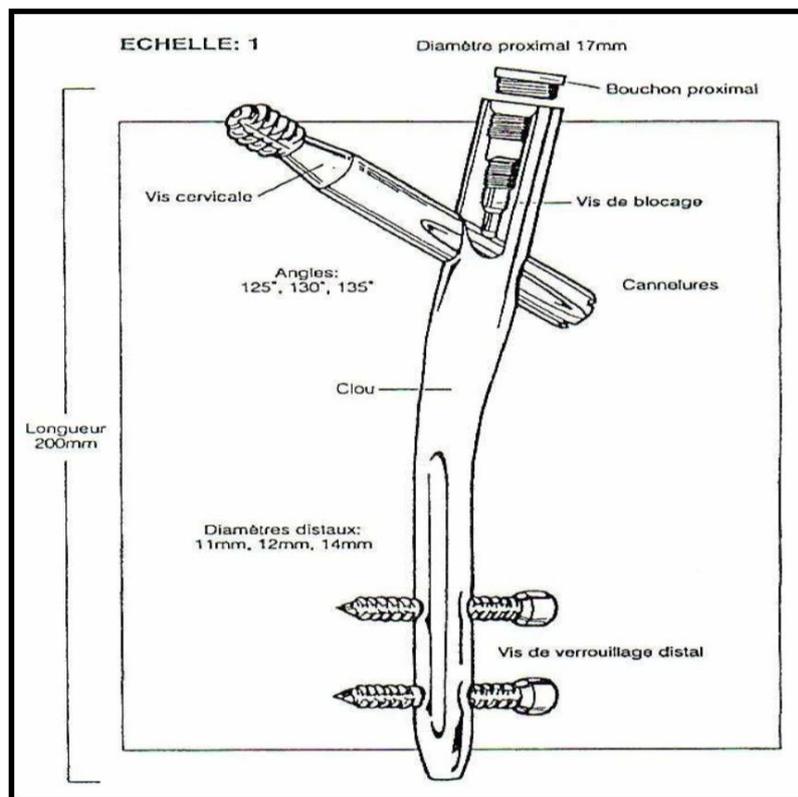


Figure 33 : Clou gamma standard avec 2 vis de verrouillage distal



Figure 34 : Clou gamma standard avec une seule vis de verrouillage distal

2. Description du clou Gamma court de 3^{ème} génération :

Le clou gamma de 3^{ème} génération est un implant centromédullaire qui répond aux objectifs du traitement des fractures du massif trochantérien :

- un montage stable et solide permettant la mise en charge rapide du patient.
- la possibilité de compression du foyer de la fracture sans risque de perforation céphalique.
- une technique percutanée permettant un minimum de lésions des parties molles et un risque infectieux réduit.
- une technique à foyer fermé, qui préserve l'hématome fracturaire et qui permet de favoriser une consolidation rapide [38, 48, 49].

Cet implant est constitué de quatre éléments (**Figure 35**) [50] :

Le clou proprement dit, la vis cervicale ou cervico-céphalique, la vis de blocage de la vis cervicale et la vis de verrouillage distal.

Deux matériaux sont disponibles : alliages d'acier ou de titane.

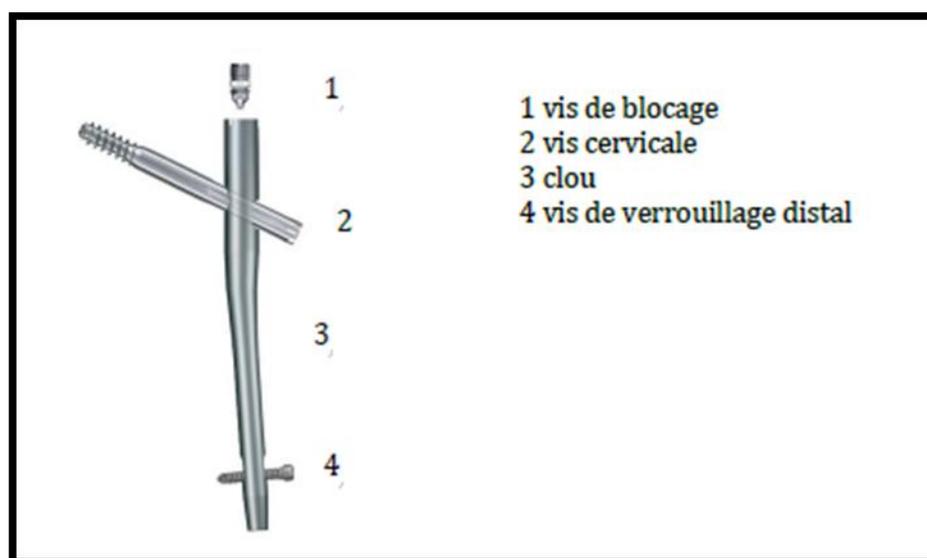


Figure 35 : Clou gamma de 3^{ème} génération

Le clou est une tige creuse de longueur de 180mm, de diamètre proximal de 15,5mm et de diamètre distal de 11mm, présentant une courbure concave latéralement de 4°.

Trois types de clous permettent de choisir une angulation entre le clou et la vis cervicale de 125°, 130° ou 135°.

Un trou rond permet de recevoir la vis cervicale, un trou oblong permet de recevoir la vis de verrouillage distal.

La vis cervicale présente un diamètre de 10,5mm. Sa longueur est choisie en fonction de la longueur du col fémoral du patient. Elle a la particularité d'avoir quatre rainures dans sa portion distale, qui permettent de recevoir la pointe de la vis de blocage.

Cette dernière bloque la rotation de la vis cervicale mais permet un coulisement limité le long de l'axe longitudinal [50].

La vis de verrouillage distal est de 5mm de diamètre et sa longueur est choisie en fonction de la largeur de la diaphyse.

Elle peut être positionnée soit dans la partie proximale du trou oblong pour un verrouillage statique, soit dans sa partie distale pour un verrouillage dynamique [50].

Une instrumentation ancillaire de pose spécifique au clou gamma est disponible (**Figure 36**), et permet grâce à l'utilisation d'un système de visée fiable de limiter au maximum l'irradiation peropératoire.



Figure 36 : Ancillaire de pose de clou gamma

3. Description du clou gamma long :

Le clou gamma long (**Figure 37**) est un moyen d'ostéosynthèse intramédullaire qui répond aux mêmes objectifs que le clou gamma court ou standard.

Cet implant est composé d'un clou centromédullaire long de 28 à 46cm, incurvé en valgus, sans fente, muni d'un gros orifice proximal permettant le passage d'une longue vis cervicale dont la rotation peut être bloquée par l'introduction d'une petite vis de blocage dans l'axe du clou se logeant dans l'une de ses quatre rainures, laissant toutefois la possibilité d'un recul externe.

La vis cervicale de diamètre de 10.5 à 12mm (en fonction de la marque) existe dans des longueurs allant de 85 à 120mm.

Cet implant est verrouillable à sa partie inférieure diaphysaire à l'aide de deux Vis.

Les vis de verrouillage distal ont 6.28mm de diamètre et leur longueur varie de 25 à 70mm [51, 52].

Une instrumentation ancillaire de pose spécifique au clou gamma long est disponible.

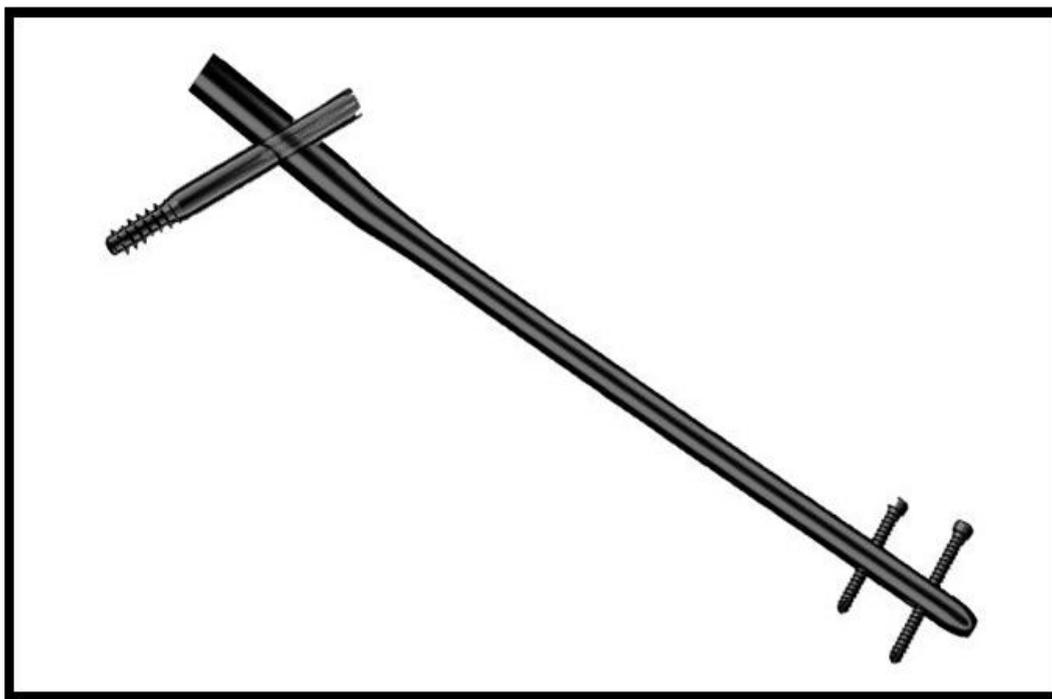


Figure 37 : Clou gamma long

III. Biomécanique du clou gamma :

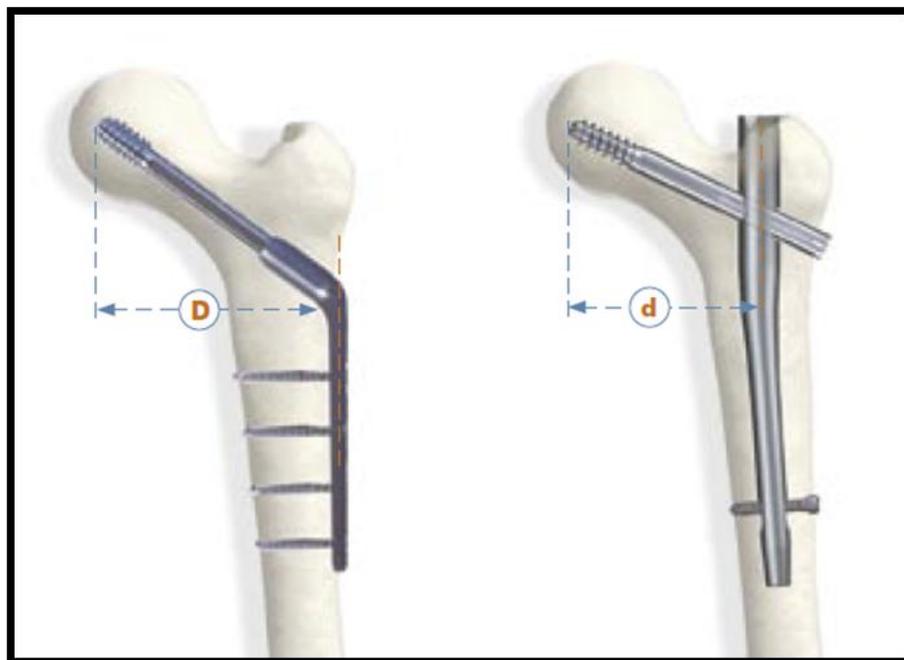
La synthèse des fractures trochantériennes avec un matériel intra médullaire, comme le clou gamma, possède des avantages biomécaniques en réduisant le bras de levier au niveau du col fémoral par rapport à une plaque fixée sur la corticale latérale (**Figure 38**). Les forces de flexion sont considérablement réduites au profit des forces de compression au niveau du foyer de fracture [53].

Rosenblum [54], dans une étude biomécanique sur cadavre, a conclu que la stabilité que confère le clou gamma augmente proportionnellement à l'instabilité de la fracture et ceci est dû à la rigidité de l'implant qui est massif.

Ces faits sont donc favorables à la reprise d'un appui précoce après l'ostéosynthèse quel que soit le type de fracture.

En outre, le clou gamma avec le glissement de la vis cervicale assure une meilleure impaction du foyer de fracture tout évitant la protrusion céphalique du matériel.

Ce système garantit un montage dynamique et stable à foyer fermé, et grâce à sa solidité mécanique il permet l'appui total précoce dans la majorité des cas [53, 54].



**Figure 38 : Bras de levier réduit par clou gamma en comparaison avec une vis plaque DHS
(Longueur d < Longueur D)**

IV. Technique chirurgicale :

La technique opératoire est celle décrite par Taglang [55–57] et les points clés sont les suivants :

1. Installation : (Figure 39, 40)

L'installation est contrôlée par l'opérateur.

Le patient est installé sur table orthopédique, en décubitus dorsal, un contre-appui installé dans l'entre jambe, le pied du membre fracturé est fixé dans une bottine à la table orthopédique.

Le tronc est incliné vers le côté controlatéral et tenu par un appui thoracique, afin que l'opérateur dispose d'un bon accès à la région trochantérienne.

Le membre inférieur controlatéral est installé pour permettre la mise en place de d'un ou deux amplificateurs de brillance, un pour l'incidence de face, l'autre pour l'incidence de profil.

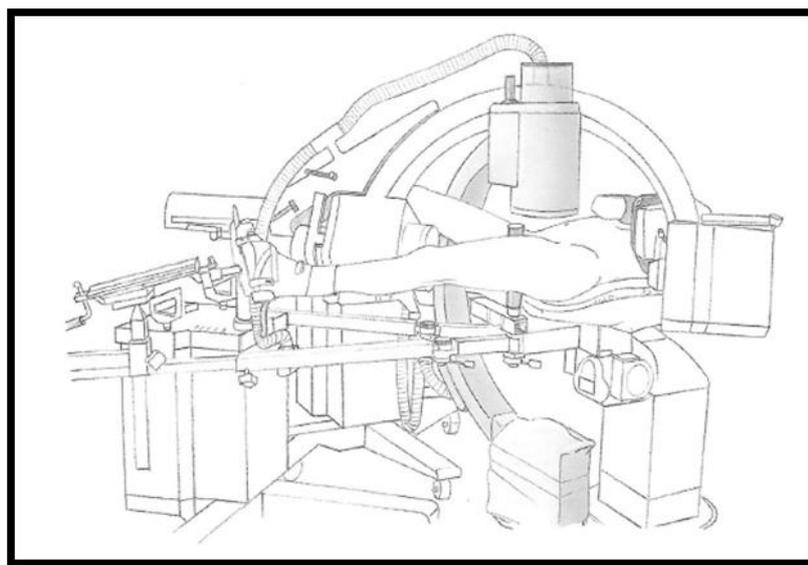


Figure 39 : Installation avec 2 amplificateurs de brillance selon Taglang



Figure 40 : Installation du patient sur table orthopédique (service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)

2. Réduction de la fracture : (Figure 41, 42)

C'est un préalable indispensable pour effectuer une ostéosynthèse correcte, quel que soit le matériel.

Dans les fractures per et inter trochantériennes, elle est généralement facile à obtenir à foyer fermé. Elle s'effectue sur table orthopédique, genou en extension avec une traction dans l'axe, surtout s'il existe un déplacement en varus. Le membre inférieur est généralement porté en rotation interne, ce qui réduit les fractures déplacées en rotation externe, les plus fréquentes.

Parfois, il faut effectuer une légère rotation externe pour obtenir la réduction exacte. Compte tenu de l'instabilité potentielle de ce type de fracture, une légère hyper réduction en valgus, permettant d'accrocher l'éperon cervical sur la corticale métaphysaire interne peut être utile [58]. La restauration du contrefort interne est probablement l'élément clé de la stabilité de la réduction.

Dans les fractures sous-trochantériennes, la réduction peut être très difficile à foyer fermé. Dans les fractures avec solution de continuité complète sous-trochantérienne, le piège est d'effectuer une rotation interne comme d'habitude. On génère alors automatiquement un cal vicieux en rotation interne visible dès le réveil du patient, surtout si le fragment proximal est déplacé en rotation externe par l'attache persistante du muscle psoas. Le mieux est de placer lors

de la réduction le membre inférieur en rotation indifférente, c'est-à-dire avec le plan de flexion du genou dans le plan vertical.

Dans les fractures sous-trochantériennes, la chute postérieure de la diaphyse doit être compensée par un soutien sous le foyer de fracture, comme par exemple une tablette coulissante placée sur le bras de la table orthopédique et venant soutenir la diaphyse. Il a été autrefois proposé d'installer le patient en décubitus ventral, ce qui facilite la réduction de la diaphyse, mais ce qui a bien entendu d'autres inconvénients sur le plan respiratoire et anesthésique.

Enfin, il arrive que la réduction soit très difficile à foyer fermé dans les fractures sous-trochantériennes, où le psoas est resté fixé sur le fragment proximal qu'il attire en rotation externe. Si un enclouage est décidé, la manœuvre du petit clou réducteur permet d'aligner les fragments en peropératoire. Dans les cas les plus difficiles, un court abord permet de saisir le massif trochantérien avec un davier et de l'orienter.

Dans ces cas difficiles, il faut vérifier l'équilibre des rotations fémorales en fin d'intervention pour dépister immédiatement un mal positionnement en rotation et pour le corriger.

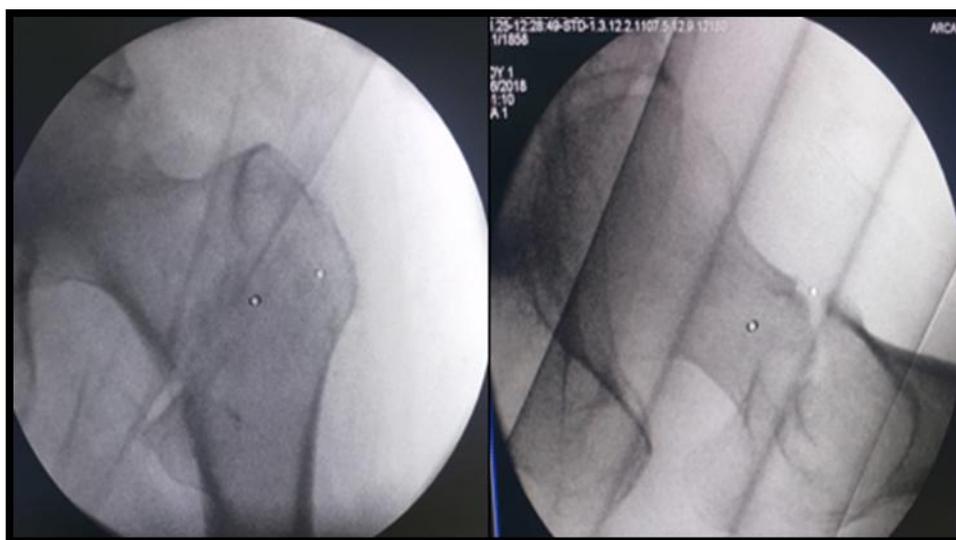


Figure 41 : Contrôle scopique satisfaisant après réduction de la fracture par manœuvre externe (service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)



Figure 42 : Badigeonnage et champage après réduction de la fracture après réduction (service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)

3. Voie d'abord : (Figure 43–45)

L'incision cutanée est longitudinale, latérale sus-trochantérienne, d'environ 5 à 8 cm.

On procède à l'ouverture du fascia lata et des fibres du moyen fessier dans leur axe.

Le point d'entrée est situé à la jonction entre le tiers antérieur et les deux tiers postérieurs du sommet du grand trochanter. Il est réalisé par une pointe carrée.

Les chirurgiens les plus expérimentés trépanent le sommet du grand trochanter après repérage palpatoire de ce dernier. Les autres dégagent le sommet du grand trochanter et le trépanent sous contrôle visuel et scopique, seule manière d'obtenir la bonne situation du point d'entrée fémoral.



Figure 43 : Repérage du sommet de grand trochanter sous contrôle scopique (service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)



Figure 44 : Vois d'abord latérale sus trochantérien

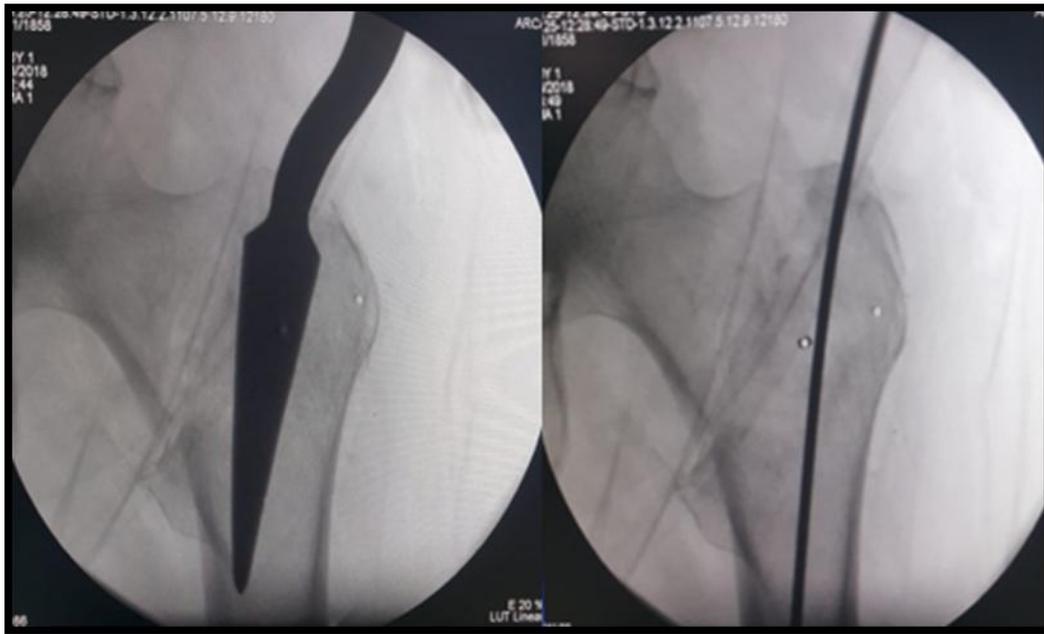


Figure 45 : Trépanation de sommet du grand trochanter par une pointe carrée puis introduction d'une broche guide (service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)

4. Technique d'alésage médullaire : [54,59]

Passage manuel du guide pré courbé d'alésage et de cathétérisme du canal médullaire jusqu'aux condyles fémoraux afin d'éviter son issue lors de l'alésage. Un contrôle scopique peut alors être effectué afin de visualiser le bon positionnement du guide.

L'alésage se fait classiquement comme pour l'enclouage traditionnel de manière progressive de 0,5 mm en 0,5 mm. Il est sûr que chez les patients fortement ostéoporotiques avec canaux médullaires larges, l'alésage peut se faire manuellement.

L'alésage doit être mené en zone diaphysaire jusqu'à un diamètre moins 2mm au-dessus du diamètre distal du clou, soit 13mm pour la partie diaphysaire et d'au moins 15,5 mm ou 17 mm pour la partie proximale en fonction du diamètre proximal du clou gamma.

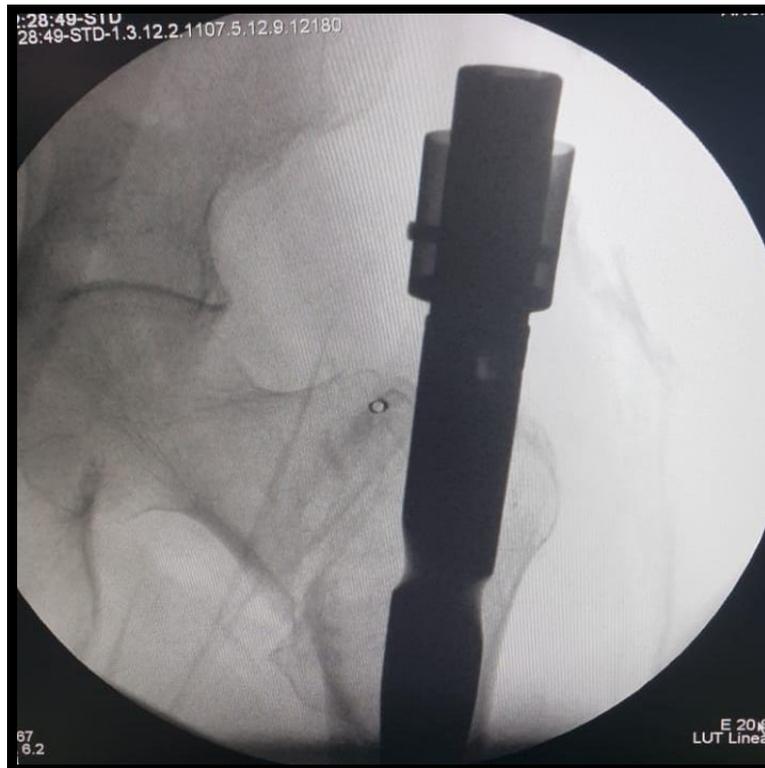
Toutes ces précautions d'alésage sont importantes car le clou Gamma sera introduit à la main sans l'aide du marteau.

5. Mise en place du clou gamma : (Figure 46, 47)

Le clou monté dans son support en carbone est introduit manuellement dans le canal médullaire grâce à des petits mouvements de rotation, sans jamais utiliser le marteau pour éviter les traits de refend diaphysaire. Le clou est enfoncé de façon à ce que le positionnement de la vis cervicale soit dans la partie inférieure de la vis fémorale sur la face. La profondeur finale d'introduction du clou est contrôlée au moyen de l'amplificateur de brillance. Placer une règlette sur l'écran du moniteur pour simuler la projection de l'axe de la vis céphalique à implanter et s'assurer ainsi que sa position sera optimale. L'axe de l'orifice de la vis céphalique (en forme de croissant à l'écran) doit être aligné avec la moitié inférieure du col fémoral.



Figure 46 : mise en place de clou gamma à la main



**Figure 47 : Contrôle scopique de la bonne position du clou gamma
(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)**

6. Mise en place de la vis cervicale : (Figure 48–52)

On vérifie après la bonne rigidité du montage. Sous contrôle scopique de profil on vérifie la bonne antéversion qui peut être modifiée si nécessaire par un mouvement de rotation externe (augmente l'antéversion) ou de rotation interne (diminue l'antéversion). On procède alors à la mise en place de la broche filetée, sous contrôle scopique, au moteur de face et de profil, l'extrémité de la broche doit arriver au contact de l'os sous-chondral de la tête fémorale.

La vis céphalique doit se trouver en position centrale ou légèrement inférieure dans la tête fémorale en vue de face et au milieu de la tête fémorale, vue de profil.

La longueur de la vis à utiliser doit être déterminée par le mesureur. La vis cervicale céphalique est introduite sur la broche à la main et, en fin de vissage, la manche du tournevis doit être parallèle ou perpendiculaire au viseur pour que la vis de blocage, qui va alors être introduite à l'extrémité supérieure du clou, puisse s'adapter à l'une des quatre rainures de la vis cervicale.

Il est important que la vis cervicale dépasse de la corticale externe, d'au moins 5mm, pour augmenter la stabilité du montage en torsion.

La vis de blocage est serrée à fond, grâce à une clé à cadran, puis desserrée d'un quart de tour pour autoriser le glissement de la vis cervicocéphalique sur son axe sans permettre de mouvement rotatoire.

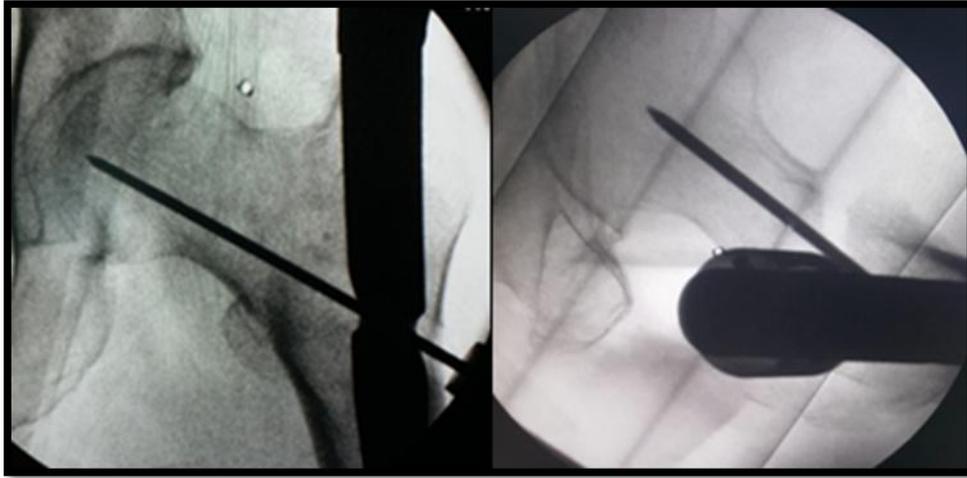


Figure 48 : Contrôle scopique de la bonne position de la broche filtrée au niveau du col fémoral
(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)



Figure 49 : méchage du trajet de la vis cervicale

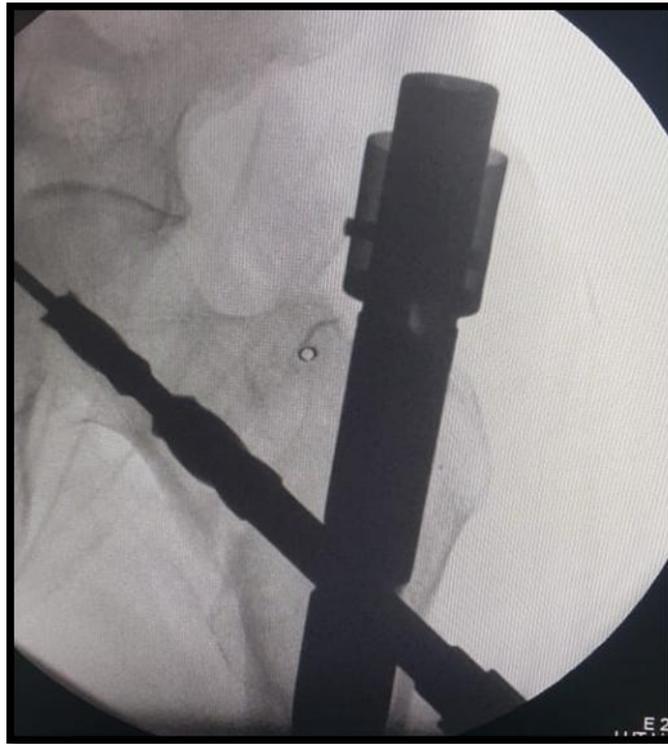


Figure 50 : Contrôle scopique de la bonne direction de la mèche et le bon niveau de méchage
(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)

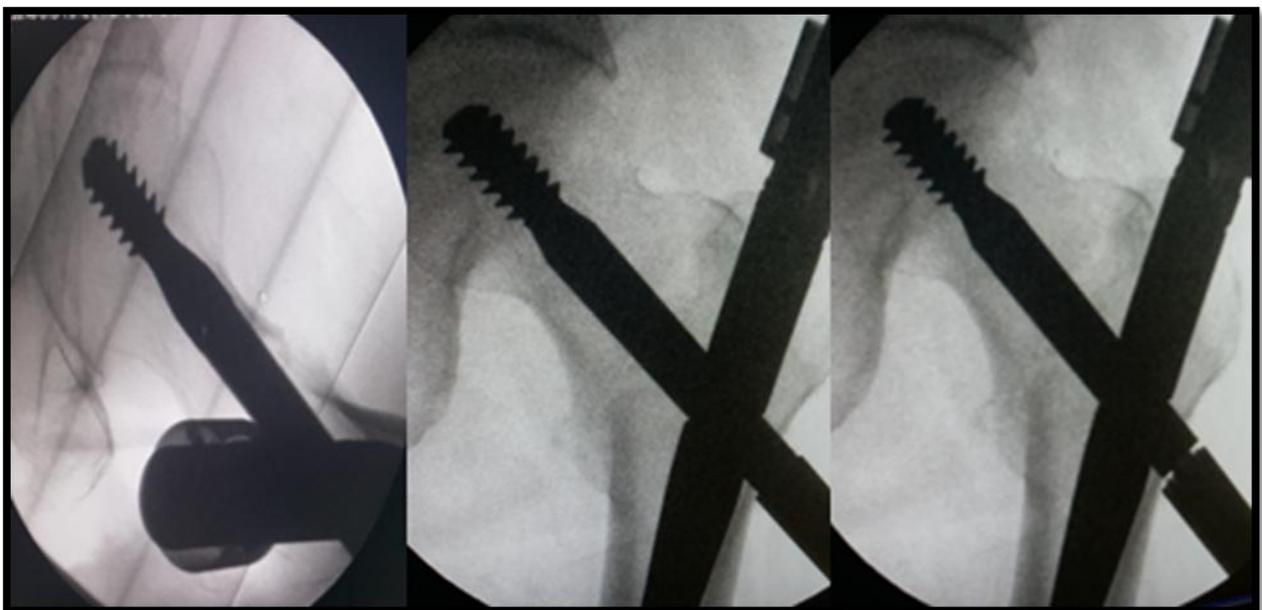


Figure 51 : mise en place de la vis cervicale sous contrôle scopique
(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)



Figure 52 : mise en place de la vis de blocage

7. Verrouillage distal : (Figure 53, 54)

Il peut être double mais généralement on procède à la mise en place uniquement de la première vis. L'intervention se termine par un contrôle scopique de face et de profil. La fermeture se fait plan par plan sur un drainage aspiratif au niveau de l'abord sous-trochantérien.

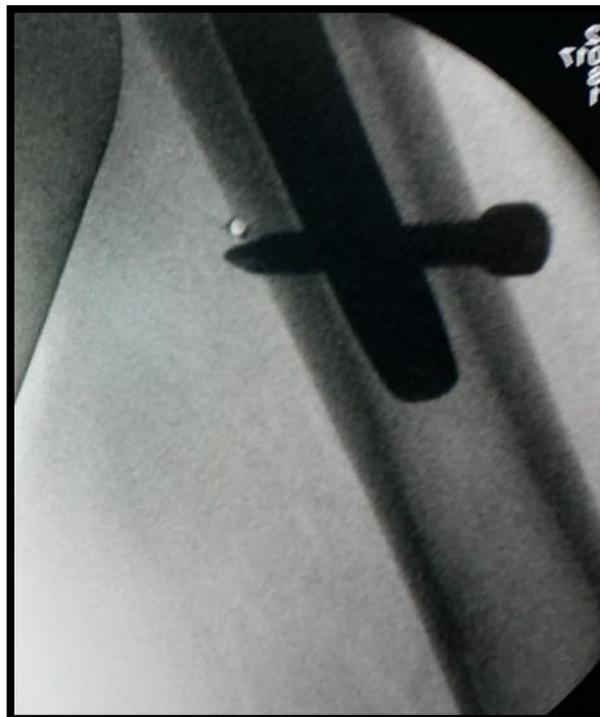


Figure 53: contrôle scopique de verouillage distal

(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)



Figure 54: contrôle scopique de clou gamma à la fin de l'intervention
(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)

V. Contrôle radiologique du clou gamma

La radiographie post opératoire précoce et celle faite à distance dans le suivi des patients permet de vérifier le montage par clou gamma de façon qualitative et quantitative.

1. Analyse qualitative :

L'analyse qualitative des clichés radiographiques permet de rechercher un déplacement secondaire, une ostéolyse, une perforation de l'articulation par la vis cervicale, un bris de matériel, une destruction articulaire par la pointe de la vis ou de toute autre anomalie.

La radiographie permet aussi d'apprécier **la qualité de réduction** qui peut être évaluée sur les radiographies post-opératoires précoces selon les 3 méthodes suivantes :

- **Evaluation selon les radiographies de face et de profil : [50]**

Sur la radiographie de face, la réduction est jugé insuffisante en cas de différence d'angulation de plus de 20° par rapport à l'angle cervico-diaphysaire attendu, et en cas de déplacement de plus de 10mm entre 2 fragments, sans tenir compte du petit trochanter.

Sur la radiographie de profil, la réduction est jugée insuffisante en cas de différence d'angulation de plus de 20° par rapport à l'antéversion attendue(19). Elle a été jugée bonne dans les autres cas.

- **Evaluation selon la radiographie de profil (classification d'Ikuta) :**

La réduction sur la radiographie de profil est classée selon la classification d'Ikuta [60] en A pour un fragment proximal antérieur par rapport à la diaphyse, P pour un fragment proximal postérieur par rapport à la diaphyse et N pour un fragment réduit de manière anatomique par rapport à la diaphyse.

- **Evaluation selon le critère original de réduction sur la radiographie de face : [50]**

La réduction est évaluée selon la position de la corticale médiale du fragment proximal par rapport à la corticale médiale du fragment distal sur la radiographie de face. Le fragment proximal est décrit comme étant en position anatomique, en position latérale ou en position médiale.

2. Analyse quantitative :

L'analyse quantitative permet le calcul des différents paramètres en rapport démontré ou présumé avec certaines complications (**Figure 55**) [50] :



Figure 55 : Mesures sur la radiographie de face

A. La distance TAD « tip-apex distance » :

Cette distance permet d'apprécier la tenue de la vis céphalique et ainsi d'en déduire le risque de déplacement secondaire de la vis. C'est la mesure définie par Baumgaertner [61] qui correspond à la somme des distances sur la radiographie de face et sur la radiographie de profil, entre la pointe de la vis céphalique et le sommet de la tête fémorale, corrigées chacune pour l'agrandissement du cliché (**Figure 56**).

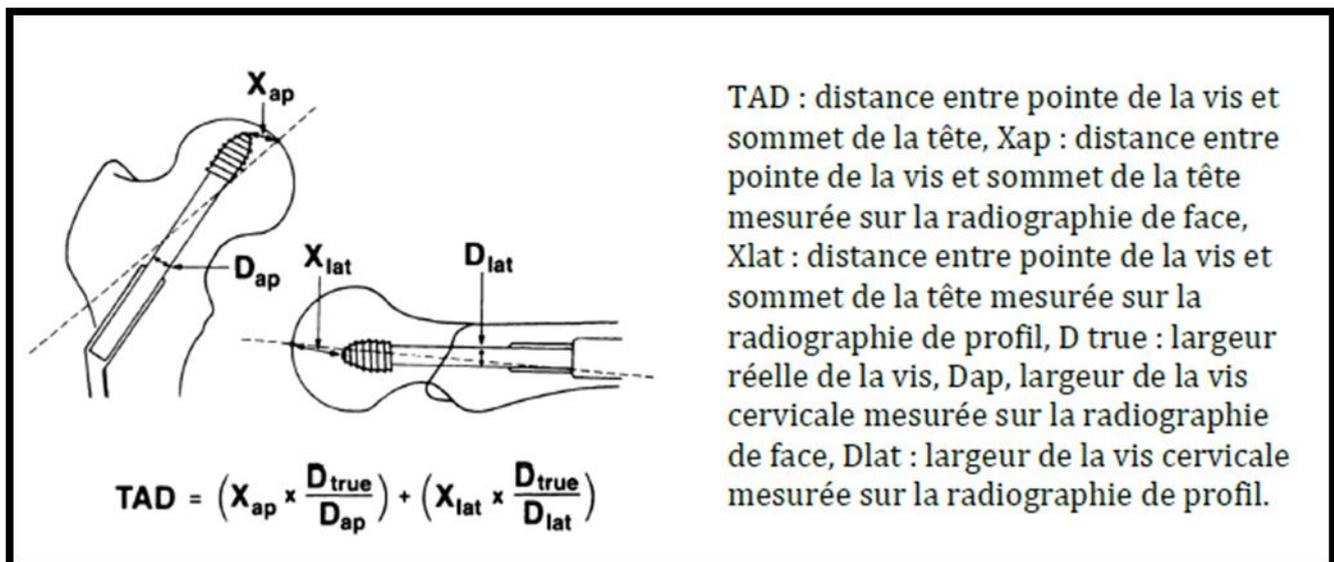


Figure 56 : Distance TAD selon Baumgaertner

Le sommet de la tête correspond au point où l'axe du col touche la corticale de la tête fémorale.

L'axe du col du fémur correspond à la droite qui traverse le centre de la tête fémorale et le centre du col fémoral.

B. L'angle cervico-diaphysaire :

Cet angle correspond à l'angle formé entre une droite passant par l'axe de la diaphyse, et l'axe du col du fémur.

C. Le dépassement de la vis cervicale par rapport au clou :

Ce paramètre se mesure entre le bord supéro-latéral de la vis et la partie latérale du clou selon l'axe de la vis. Cette mesure est corrigée pour l'incidence radiologique et l'agrandissement radiographique au moyen de la formule suivante :

$$\text{Distance estimée de dépassement de la vis par rapport au clou} = \frac{\text{Distance mesurée de dépassement par rapport au clou} \times \text{Longueur réelle de la vis cervicale}}{\text{Longueur mesurée de la vis cervicale}}$$

D. Le dépassement de la vis cervicale par rapport à la corticale :

Ce paramètre se mesure entre le bord supéro-latéral de la vis et la corticale externe selon l'axe de la vis. Cette mesure est corrigée en divisant la valeur obtenue par l'agrandissement du cliché.

L'agrandissement du cliché a été calculé en divisant la largeur mesurée de la vis cervicale par la largeur réelle de la vis cervicale qui est de 10,5mm.

E. La longueur du col osseux :

Elle se mesure entre le sommet de la tête fémorale et la corticale latérale selon l'axe du col. L'estimation de la longueur du col osseux corrigée pour l'incidence et l'agrandissement correspond à la formule suivante :

$$\text{Longueur estimée du col fémoral} = \frac{\text{Longueur mesurée du col fémoral} \times \text{Longueur réelle de la vis cervicale}}{\text{Longueur mesurée de la vis cervicale}}$$

Le raccourcissement du col cervical est estimé en calculant la différence entre la valeur post opératoire précoce et la valeur au dernier recul.

F. La largeur de la diaphyse fémorale à la hauteur du verrouillage distal :

Elle est mesurée selon une droite perpendiculaire à l'axe de la diaphyse à hauteur de la vis de verrouillage distal. La largeur de la diaphyse fémorale corrigée pour l'agrandissement correspond à cette mesure divisée par l'agrandissement du cliché.

G. La modification de l'angle cervico-diaphysaire :

La modification de l'angle cervico-diaphysaire entre la radiographie post-opératoire précoce et la radiographie post-opératoire au dernier recul est estimée en calculant la différence entre les deux valeurs.

H. L'indice de Parker :

Cet indice définit le centrage de la vis céphalique dans la tête fémorale et qui se veut prédictif d'un échec de l'ostéosynthèse. Cette mesure implique l'emplacement supérieur, inférieur, antérieur et postérieur de la vis cervicale par rapport aux bords de la tête fémorale [62].

Le point A correspond au bord inférieur de la tête fémorale sur l'incidence de face et au bord postérieur sur le profil. B correspond au point médian de la vis cervicale et C correspond au bord supérieur dans la projection antéropostérieure et au bord antérieur sur la projection latérale (Figure 57) [63].

Les distances AB et AC sont mesurées, la position du centre de la vis cervicale par rapport à la tête fémorale est calculée par le rapport : $(AB / AC) \times 100$ [63].

En accord avec la littérature, il est considéré que le centrage de la vis est excellent lorsque la vis se situe dans le 1/3 moyen de profil et dans le 1/3 moyen ou inférieur de face.

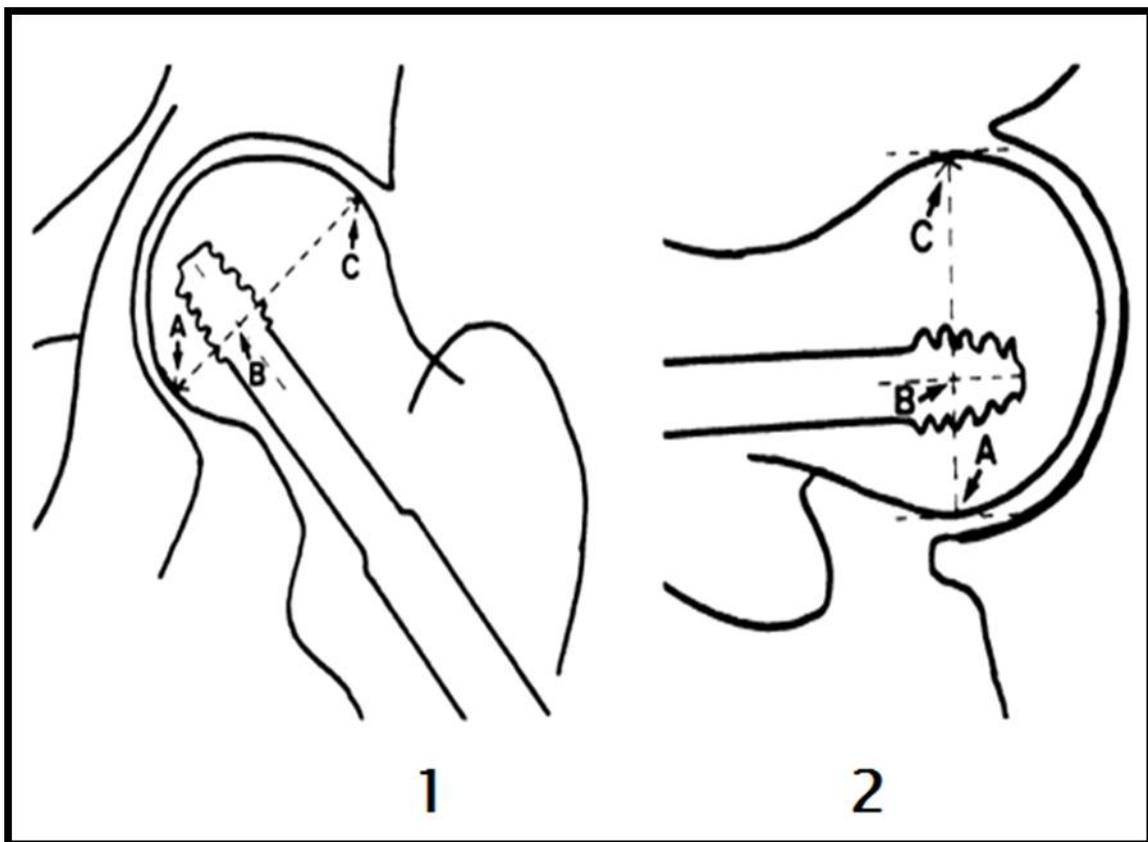


Figure 57 : Illustration de l'indice de Parker (1 : antéropostérieure) (2 : Latérale)

COMPLICATIONS DE L'OSTEOSYNTHESE PAR CLOU GAMMA

I. Complications peropératoires :

1. Mauvaise réduction et malposition de l'implant :

Une insuffisance de réduction peut déclencher une réaction en chaîne de complications [64], débutant par une position incorrecte de la vis céphalique dans la tête fémorale et allant jusqu'à l'échec mécanique de la fixation interne (Figure 58) [50].

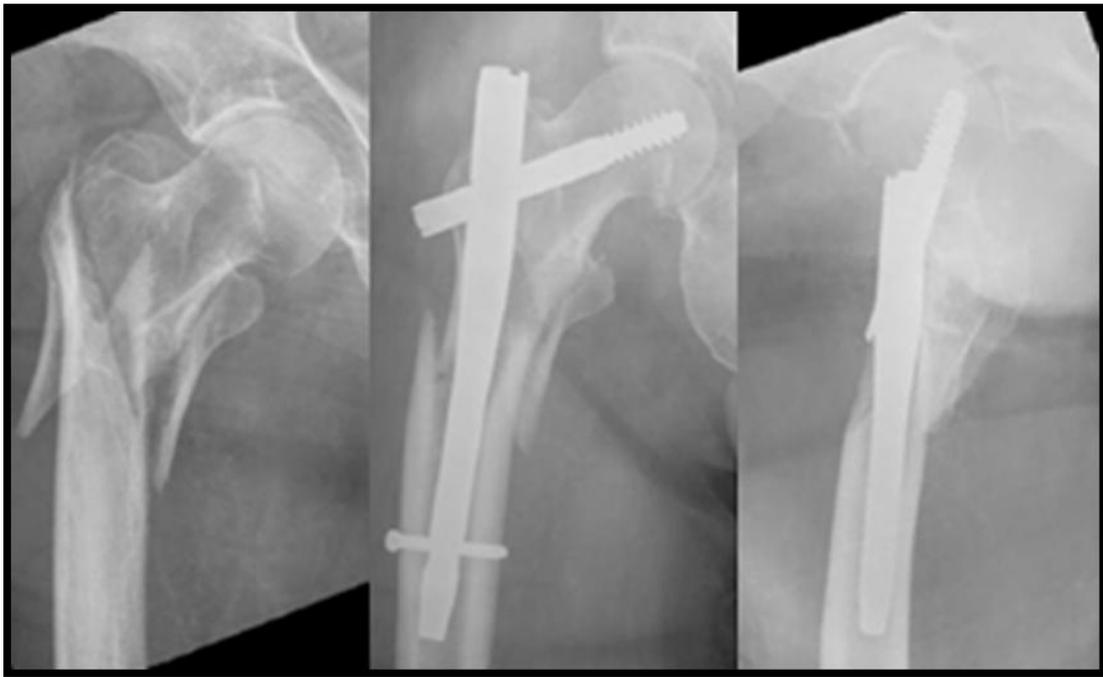


Figure 58 : Mauvaise réduction et malposition de clou gamma

Les fractures pertrochantériennes (31A1 et 31A2) peuvent dans la majorité des cas être réduites sans grandes difficultés. Une exception est faite pour le type de fracture décrit par Moehring (**Figure 59**) [65].



Figure 59 : Fracture pertrochantérienne irréductible, telle que décrite par Moehring

Les fractures intertrochantériennes (31A3) nécessitent une réduction anatomique à la fois dans le plan de face et de profil. Cette réduction peut être difficile à obtenir dans certains types de ces fractures.

2. Lésions des vaisseaux intrapelviens par la broche guide :

Les lésions des vaisseaux intrapelviens par une pénétration excessive de la broche guide est une complication rare, décrite lors de l'utilisation du clou gamma. Dans les deux cas publiés, cette lésion a été causée par la broche-guide de la vis céphalique ayant traversé la tête fémorale puis l'acétabulum jusqu'au pelvis. Dans le premier cas, la veine iliaque externe a été lésée, et le patient est décédé dans les suites. Dans le second cas, une lésion de l'artère obturatrice a été traitée avec succès par une embolisation artériographique sélective par bobines métalliques [64].

Lors de l'insertion de la vis céphalique, particulièrement lors du forage, le chirurgien doit donc régulièrement vérifier la position de la broche guide dans la tête fémorale et l'acétabulum à l'aide de l'amplificateur de brillance.

3. Position incorrecte de la vis cervicale :

La position de la vis céphalique dans la tête fémorale est un des facteurs les plus déterminants influant sur la stabilité de la fixation interne des fractures trochantériennes. Même une imprécision mineure peut aboutir à un échec de la fixation, particulièrement chez les patients ostéoporotiques.

Une insertion incorrecte de la vis céphalique est souvent la conséquence d'une réduction inadéquate, principalement dans les clichés de profil, et d'un contrôle imprécis par l'amplificateur de brillance [64].

L'insertion de la vis céphalique dans une position incorrecte augmente significativement le risque de balayage.

4. Rotation de la tête fémorale pendant l'insertion de la vis cervicale :

La rotation de la tête fémorale pendant l'insertion de la vis céphalique est généralement rencontrée en cas d'os dur (c'est-à-dire chez les patients jeunes). La vitesse élevée du moteur ou une position excentrée de la broche-guide dans la tête fémorale peut aussi causer cette complication [64]. Cette rotation peut endommager les vaisseaux extraosseux qui vascularisent la tête fémorale et provoquer une ONTF. Cette rotation peut être évitée en insérant une broche de Kirschner insérée dans l'acétabulum.

5. Longueur incorrecte de la vis cervicale :

Le choix de la longueur de la vis cervicale est crucial pour le succès de l'opération. Une vis trop longue ou trop courte peut causer de graves problèmes malgré une position correcte dans la tête fémorale.

Lors de l'utilisation d'un clou gamma une vis cervicale trop courte a un engagement insuffisant dans l'orifice de clou, et cette position augmente les forces de friction entre l'orifice et la vis et risque d'entraver le mécanisme de glissement. La partie latérale d'une vis trop courte peut même sortir médialement hors de son orifice dans le clou et provoquer un démontage du matériel et un échec total de la fixation interne [64].

Lorsqu'une vis cervicale est excessivement longue, la partie latérale fait saillie, après compression des fragments, hors de l'orifice et irrite les tissus environnants. Dans de tels cas, il est recommandé d'attendre la consolidation de la fracture avant de retirer le matériel le plus tôt possible. En cas de menace cutanée par une longueur de vis excessive, la vis doit être remplacée par une autre plus courte avant la consolidation.

6. Problèmes lors de l'insertion du clou dans le fragment diaphysaire :

Ces problèmes peuvent être de plusieurs origines.

L'une des raisons de ces complications est le faible rayon de courbure du fémur, dans les plans frontal et sagittal, retrouvé typiquement chez les patients asiatiques [64]. Une courbure anormale peut également se développer chez les patients présentant certaines pathologies osseuses ou des fractures dans la région sous trochantérienne du fémur.

La même chose s'applique dans les rétrécissements anormaux du canal médullaire.

Les patients plus jeunes, ou plus petits, présentent également un canal plus rétréci.

Le canal médullaire peut être compromis par du matériel provenant d'interventions chirurgicales précédentes (plaque, clou rétrograde).

La position du point d'entrée est aussi très importante. Les problèmes à l'insertion du clou en position correcte dans le fragment diaphysaire ont un impact négatif sur l'insertion de la vis céphalique ensuite.

Les radiographies préopératoires de face doivent donc toujours couvrir la longueur totale du clou à insérer dans le fémur proximal, et la courbure du fémur dans le plan frontal et la largeur du canal doivent être évaluées. Une réduction réalisée sur table orthopédique nécessite toujours une vérification minutieuse du canal médullaire sur les clichés de profil. Le diamètre et la longueur du clou doivent être choisis en fonction du diamètre et de la courbure du canal médullaire. Si un doute existe sur des risques à l'insertion d'un clou centromédullaire, un implant extramédullaire doit alors être utilisé à la place [64].

Le chirurgien ne doit jamais donner de coups de marteau pour insérer le clou. Si le clou se bloque, il faut choisir un diamètre inférieur, aléser la cavité médullaire prudemment, ou convertir en implant extramédullaire.

Durant l'insertion du clou, la réduction peut être perdue si, lors du passage du foyer de fracture, le clou sépare les deux fragments. L'insertion en force peut aboutir à une fracture secondaire de la diaphyse fémorale. Cette lésion était une des complications les plus graves rencontrées avec le clou gamma par le passé. La diaphyse fémorale peut aussi être fracturée en présence d'un refend méconnu s'étendant en sous trochantérien [64].

En cas de fracture de la diaphyse fémorale pendant l'intervention, l'utilisation d'un clou long et plus fin est recommandée. Quelquefois, l'insertion en force peut entraîner seulement une fissure corticale non reconnue pendant l'intervention, mais également une fracture de la diaphyse fémorale postopératoire.

Une complication moins grave est la fracture de la corticale latérale. Cela peut être dû à un point d'entrée trop latéral ou à une courbure médiolatérale du clou plus grande. Si le fragment est stable et peu déplacé, aucun traitement supplémentaire ne sera nécessaire. Cependant, le clou doit toujours être verrouillé en distal. Si le fragment est déplacé, il doit être fixé. Parfois, à l'insertion du clou, se produit « seulement » une fracture du grand trochanter. Une telle fracture ne requiert habituellement aucun traitement [64].

7. Problèmes de verrouillage distal :

Les problèmes avec le verrouillage distal étaient les complications les plus fréquemment rapportées lors de la mise en pratique clinique du clou Gamma ; les auteurs rapportèrent une incidence de cette complication allant jusqu'à 15 % [64]. Une incidence aussi élevée de problèmes avec le verrouillage distal n'a plus été retrouvée avec les clous gamma de dernière génération.

L'insertion des vis de verrouillage est associée à certaines difficultés. Les causes de ces complications incluent une insuffisance de serrage de l'écrou solidarissant le clou au système de visée, des surfaces de contact du système de visée endommagées, une déformation du système de visée, une inclinaison incorrecte du guide de méchage causée par une tension des tissus mous associée à une incision petite ou mal située, et des manipulations du système de visée pendant le méchage [64].

Le danger d'endommager la corticale de la diaphyse fémorale augmente le risque de fracture postopératoire dans la région de la pointe du clou. Une fissure de la corticale latérale peut être causée par la réalisation d'un prétrou à l'aide d'une pointe carrée et au marteau pour le verrouillage distal. Un méchage excentré peut fragiliser la corticale antérieure, ou postérieure, de la diaphyse fémorale. Le méchage répété des orifices de verrouillage a le même effet [64]. Si la première tentative est infructueuse, il est donc recommandé au chirurgien de passer à l'orifice suivant pour les clous gamma à double verrouillage distal.

Un serrage excessif de la vis de verrouillage peut causer une fissure de la corticale diaphysaire, ou l'émoussement du filetage de la vis qui peut ensuite migrer.

La saillie de la tête d'une vis insuffisamment serrée irrite les tissus mous avoisinants. La pointe de la vis de verrouillage faisant saillie hors de la corticale médiale peut léser l'artère fémorale profonde.

Au vu des problèmes fréquents, certains auteurs ne considèrent pas le verrouillage distal comme nécessaire [64]. Cela ne s'applique qu'aux fractures pertrochantériennes (31A1 et 31A2). Le verrouillage distal est toujours requis dans les fractures pertrochantériennes chez les patients présentant un canal médullaire inhabituellement large, une comminution de la corticale latérale de la diaphyse fémorale, un grand fragment postéromédial, ou un trait de fracture secondaire s'étendant jusqu'à la région sous trochantérienne.

Une situation différente s'obtient avec les fractures intertrochantériennes (31A3). En l'absence de verrouillage distal, le fragment diaphysaire peut tourner autour du clou et entraîner une malrotation du membre.

Une erreur grave dans le traitement des fractures intertrochantériennes (31A3) est de verrouiller le clou avec une distraction entre les deux fragments. La conséquence en est une consolidation déficiente, une fracture de fatigue du matériel, ou, plus souhaitable, une fracture des vis de verrouillage, entraînant une dynamisation spontanée de la fracture et sa consolidation. Pour ces raisons, Bartonicek préfère le verrouillage dynamique pour traiter les fractures intertrochantériennes (31A3) [64].

8. Autres complications :

Les complications rapportées incluent également :

- La rupture du système de visée, de la mèche, de la broche-guide, ou de la tarière.
- L'insertion incorrecte, ou le serrage insuffisant, de la vis de blocage du clou gamma avec risque de détachement et de migration de la vis de blocage.

II. Complications postopératoires :

1. Fracture diaphysaire sur matériel :

La fracture de la diaphyse fémorale est l'une des plus fréquentes complications mécaniques peropératoires ou postopératoires (**Figure 60**) [66].

Rantanen J [67] a montré que trois aspects de la conception de l'implant gamma ont été impliqués dans ce type de fracture : la Courbure, la rigidité et la taille.

L'incidence des fractures sur matériel a été diminuée par l'amélioration des dessins des clous gamma de 3^{ème} génération [42].

Clavert [68] décrit ces fractures comme secondaire à des fautes techniques comme :

- le problème de verrouillage distal fragilisant les corticales du fémur au niveau de l'extrémité distal du clou.
- Point d'entrée du clou trop interne ou externe.
- Alésage insuffisant, c'est-à-dire inférieur à 2 mm au-dessus du diamètre du clou.
- L'utilisation intempestive du marteau pour l'implantation du clou.



Figure 60 : Fracture diaphysaire avec reprise par clou Gamma long

2. Balayage de la vis cervicale :

A. Définition :

a. Balayage cervicale sans « cut out » :

Le balayage cervico-céphalique est un déplacement secondaire de la fracture par un mécanisme de bascule de la tête en varus et en rotation avec protrusion relative de la tête de la vis cervicale (Figure 61) [50].

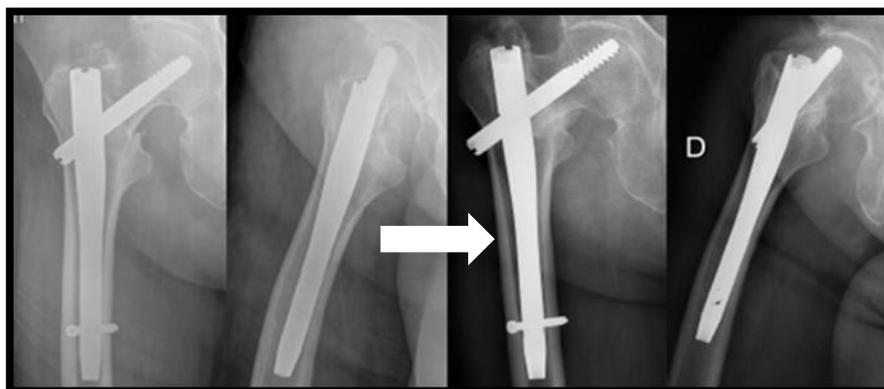


Figure 61 : Balayage de la vis cervicale sans cut out

b. Balayage cervicale avec « cut out » :

On parle de « cut-out » pour désigner un balayage cervico-céphalique avec perforation de la corticale céphalique par la vis cervicale (Figure 62) [50].

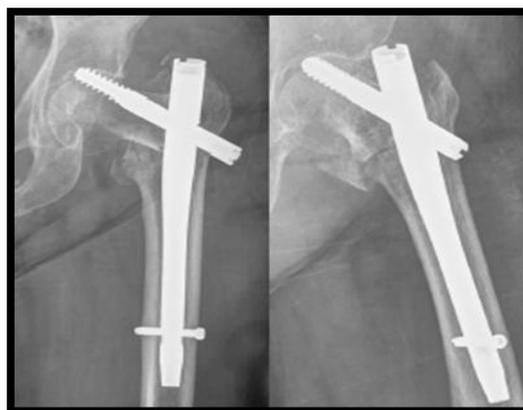


Figure 62 : Balayage de la vis cervicale avec cut out

B. Etiologies :

C'est une complication multifactorielle où rentrent en ligne de compte les forces appliquées sur l'os, le type de fracture, la qualité de la réduction et le dessin de l'implant [69, 70].

Le balayage peut être dû à un mauvais centrage de la vis cervicale dans la tête fémorale ou à une résistance du spongieux céphalique inférieur à la pression imprimée par le matériel de synthèse.

Certains types de fractures sont plus exposés à ce type de complication essentiellement les fractures inter-trochantériennes.

Docquier [8] recommande de centrer la vis cervicale dans La tête fémorale sur la vue antéro-postérieure 5 à 10 mm de l'os sous-chondral.

Une position dans la moitié inférieure est acceptée tandis qu'une position dans La moitié supérieure n'est pas recommandable. Sur le profil, la vis doit être exactement au centre de la tête fémorale.

3. Pseudarthrose :

La pseudarthrose dans le clou gamma reste une complication exceptionnelle qui tend presque à disparaître avec les progrès du traitement.

La richesse vasculaire de l'extrémité proximale du fémur et la nature spongieuse de l'os de cette région permettent une évolution spontanée vers la consolidation, ou vers un cal hypertrophique.

Les fractures sous trochantériennes sont les plus propices à la non consolidation à cause de la mauvaise vascularisation locale, à la frontière entre les réseaux épiphysaire et diaphysaire. Il convient de réaliser alors d'emblée une greffe osseuse autologue corticospongieuse.

Les pseudarthroses sont souvent la conséquence d'une faute technique : ostéosynthèse sur une fracture non ou mal réduite, mauvaise fixation entraînant un déplacement secondaire de la fracture (**Figure 63**) [8].

En cas de retard de consolidation, la dynamisation du clou et ou greffe peut être une bonne option.

Le traitement préventif de ces complications comporte :

- Une chirurgie dans les conditions optimales d'asepsie.
- Une réduction la plus anatomique possible de la fracture.

- La mise en place correcte du matériel d'ostéosynthèse.
- Une mise en charge reportée en cas de fracture instable, ou de fragilité osseuse excessive.



Figure 63 : Pseudarthrose après ostéosynthèse par clou gamma

4. Cal vicieux :

On appelle cal vicieux la consolidation en position anormale d'un os après une fracture.

Le cal vicieux est plus fréquent dans le clou gamma que dans l'ostéosynthèse par la DHS mais reste toutefois une gravité acceptable car il n'a pas de retentissement fonctionnel majeur.

IL existe plusieurs formes de cal vicieux :

- Cal vicieux en varus.
- Cal vicieux en valgus.
- Cal vicieux en rotation.
- Cal vicieux en impaction et raccourcissement

5. Rupture du matériel :

Les fractures pertrochantériennes instables et sous-trochantériennes du fémur proximal sont compliqués par des moments de tension latérale massive et des forces de compression formées par le poids du corps, résultant souvent en un déplacement de la fracture, perte de fixation et échec de l'implantation.

Un point faible dans le clou gamma semble l'ouverture pour la vis céphalique. C'est la zone critique où Les forces provenant du col fémoral sont transmises à l'angle diaphysaire [71,72]. Ainsi, la possibilité que l'implant soit cassé quand il y a une douleur récurrente à la hanche opérée doit être prise en considération.

6. Protrusion intra articulaire de la vis cervicale :

C'est une complication qui est rare dans la littérature, elle est due à un taraudage trop pénétrant ou le non respect de l'index de pénétration.

7. Démontage de l'ostéosynthèse :

Secondaire à un arrachement de la vis soumise à des forces de traction trop importantes dans un os ostéoporotique peu résistant.

8. Mortalité :

La mortalité constitue un problème majeur des fractures du massif trochantérien chez le sujet âgé [13, 51, 73], elle est liée à 3 facteurs essentiels [74,75] :

- L'âge physiologique.
- Le syndrome de glissement : se caractérise par une perte de la réactivité de l'opéré dans les jours post opératoires, il est surtout lié à l'éloignement du patient de l'entourage habituel et aux traumatismes de l'hospitalisation et du traitement.
- La perte de l'autonomie : associée notamment à la survenue de complications chirurgicales et du syndrome de glissement.

La mortalité dans l'année est influencée par l'âge du patient, le sexe et la comorbidité.

Le retard de la mise en charge chez certains patients à risque (ostéoporose,...) ou en cas de fracture instable est le principal cause des complications.

La mise en charge précoce semble réduire le taux de mortalité en diminuant l'incidence d'escarres, d'infections pulmonaires et d'atélectasie ...

9. Autres complications :

- Ostéonécrose de la tête fémorale
- Infection du site opératoire.

III. Complications générales :

- Décompensation des tares.
- Complications de décubitus :
 - Thrombophlébite / Embolie pulmonaire.
 - Infection urinaire.
 - Encombrement, fausses routes et Infection bronchique.
 - Escarres.
 - Troubles psychiques / Désorientation temporo-spatiale.
 - Constipation / Syndrome occlusif.
- Septicémie (à point de départ autre que le site opératoire).
- Insuffisance rénale aigue.
- Défaillance multi-viscérale.

MATERIEL ET METHODES

I. MATERIEL

1. Type et période d'étude :

Il s'agissait d'une étude rétrospective monocentrique menée au sein de service de chirurgie traumatologique et orthopédique A du CHU Hassan II de Fès sur une période de 14 ans (Janvier 2003 – Janvier 2017).

2. Population d'étude :

673 cas de fractures du massif trochantérien traitées par un clou gamma standard ou long de 11 mm de diamètre avec un angle cervico diaphysaire de 130° et un verrouillage distal systématique.

A. Critères d'inclusion :

- Toute fracture du massif trochantérien traitée par clou gamma standard ou clou gamma long.
- Seules les incidences radiographiques de face ont été utilisées.

B. Critères d'exclusion :

- Toute fracture du massif trochantérien traitée par une ostéosynthèse autre que clou gamma.
- Fracture sur lésion tumorale primitive ou secondaire.
- Les cas de polytraumatisme.
- Les dossiers incomplets non exploitables.
- Les patients perdus de vue de la consultation.

3. Objectifs :

Le but de notre travail est de :

- Montrer la gravité des fractures du massif trochantérien chez le sujet âgé.
- Montrer l'intérêt et l'importance du traitement chirurgical par clou gamma.
- Passer en revue les complications per et postopératoires de notre série en insistant tout particulièrement sur les complications mécaniques du clou gamma.
- Identifier les techniques qui pourraient prévenir les complications liées à l'utilisation du clou Gamma.

II. METHODES :

1. Méthodes d'évaluation :

Les patients ont eu un suivi clinique et radiologique avec un recul moyen de 42 mois. Au dernier recul, sur le plan clinique l'autonomie a été évaluée selon la cotation de Parker et le score de Postel et Merle d'Aubigné (PMA), sur le plan radiologique la consolidation et les complications mécaniques ont été appréciées.

A. Evaluation clinique :

a. Score de Parker : (Tableau 1) [76]

Tableau 1 : Score d'autonomie fonctionnel selon Parker

Score de Parker	Oui, sans difficulté et sans aide	Oui, avec aide technique (cane)	Oui, avec l'aide d'une personne	Non
Le patient marche-t-il à son domicile ?	3	2	1	0
Le patient marche-t-il à l'extérieur de son domicile ?	3	2	1	0
Le patient fait-il ses courses ?	3	2	1	0

b. Cotation de PMA : (Tableau 2) [77]

Cette cotation est la plus utilisée par les auteurs du fait de sa simplicité. Les paramètres évalués (douleur, mobilité, la marche) sont cotés de 0 à 6 puis additionnés et les résultats sont chiffrés comme suite :

- Excellent : 17 ou 18
- Bons : 13 à 16
- Moyens : 8 à 12
- Mauvais : 0 à 7
- Ainsi :
- **Un excellent résultat** est un résultat qui permet au sujet d'avoir une activité identique à celle qu'il avait avant la fracture.
- **Un bon résultat** est un résultat satisfaisant quoique ces patients

- Puissent présenter une petite gêne fonctionnelle diminuant l'activité du sujet et nécessitant parfois l'utilisation d'une canne.
- **Un résultat moyen** est retrouvé chez les patients présentant une
- Gêne fonctionnelle importante limitant considérablement leur activité et imposant l'utilisation des cannes.
- **Un mauvais résultat** est un sujet handicapé par une douleur intense et/ou un enraidissement empêchant même la position assise. Ce qui fait ces patients sont totalement immobilisés.

Tableau 2 : Cotation PMA

	Indolence	Mobilité	Marche
0	Douleurs très vives et continues.	Ankylose en attitude vicieuse	Marche impossible
1	Douleurs très vives et empêchant le sommeil.	Ankylose clinique avec attitude vicieuse légère ou nulle.	Seulement avec béquilles
2	Douleurs vives à la marche et empêchant toute activité limitée.	Flexion : 40° Abduction : 00°	Seulement avec deux cannes.
3	Douleurs vives mais tolérables avec activités limitées.	Flexion : 40° à 60°	Limitée avec une canne (moins d'une heure). Très difficile sans canne.
4	Douleurs seulement après la marche disparaissant par le repos.	- Flexion : 80° à 90°.	Avec une canne, même prolongée. Limitée sans canne (claudication).
5	Douleurs très légères et intermittentes n'empêchant pas une activité normale.	Flexion : 80° à 90° Abduction : 25°	Sans canne mais claudication légère.
6	Indolence complète.	Flexion : 90° Abduction : 40°	Normale.

B. Evaluation radiologique initiale :

Le bilan radiologique d'admission a associé :

- Une radiographie du bassin de face.
- Une radiographie de la hanche atteinte de face.
- Une radiographie du genou homolatéral.

Ce bilan radiologique initial a permis de:

- Confirmer la fracture du massif trochantérien et définir son type.
- Etudier la stabilité et le déplacement de la fracture.
- Rechercher les lésions osseuses locorégionales.
- Apprécier le degré d'ostéoporose.
- Evaluer les indications thérapeutiques et pronostiques.

C. Evaluation radiologique postopératoire précoce et à distance :

• Evaluation qualitative

Permet de vérifier le bon emplacement du clou gamma, d'apprécier la qualité de réduction, rechercher une complication (déplacement secondaire, balayage de la vis cervicale...) et évaluer la consolidation.

• Evaluation quantitative :

Permet le calcul de ces paramètres :

- La distance TAD « tip-apex distance ».
- le dépassement de la partie distale de la vis cervicale par rapport à la corticale latérale.
- Le dépassement de l'extrémité latérale de la vis cervicale par rapport à la tangente latérale au clou.
- le recul de la vis cervicale.
- le raccourcissement du col cervical
- la différence entre la largeur de la diaphyse fémorale à hauteur du verrouillage distal et la longueur de la vis de verrouillage.
- La modification de l'angle cervico-diaphysaire entre la radiographie post-opératoire précoce et la radiographie post-opératoire au dernier recul.
- L'indice de Parker.

2. Méthodes d'analyse

Les dossiers ont été analysés à partir des archives du service en se basant sur une fiche d'exploitation ayant regroupé les données suivantes :

- Epidémiologiques
- Cliniques
- Radiographiques
- Thérapeutiques
- Evolutifs

Ces données ont été saisies et analysées par le logiciel Excel 2013.

Nous avons procédé à une recherche bibliographique au moyen de Medline (Pubmed) et de l'analyse et l'étude des thèses et des ouvrages de traumatologie orthopédique disponible sur internet et à la faculté de médecine et de pharmacie de Fès, Rabat, Casablanca et Marrakech.

- Attitude vicieuse du membre inférieur : Raccourcissement + adduction + RE

Non Oui

- Lésions associées :

Lésion vasculaire

Lésion neurologique

Ouverture cutanée

Autre

• Bilan radiologique initial :

Radio du bassin

Radio du genou homolatéral

Radio de hanche Face

Radio de hanche Profil

Autre

• Classification radiologique : Classification AO 31-A (Figure 65) [79]

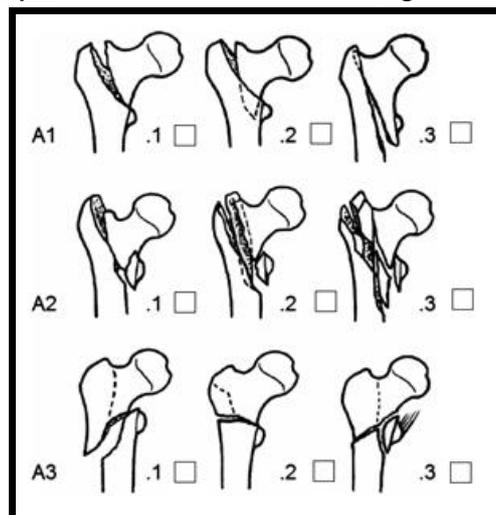


Figure 65 : Classification AO des fractures du massif trochantérien

• Stabilité de la fracture : Stable Instable

• Bilan d'opérabilité :

NFS Ionogramme TP/TCA Groupage

ECG Radio de thorax Echographie cardiaque ETT

• Traitement médical :

- Anticoagulant

- Antalgique

- Antibioprophylaxie

- Transfusion
 Transfusion préopératoire (culots)
 Transfusion peropératoire (culots)
 Transfusion postopératoire (culots)
- **Traitement orthopédique d'attente** :
 Traction tibiale Traction collée Autre
- **Traitement chirurgical** :
 - Délai d'ostéosynthèse : jours
 - Type d'anesthésie :
 Générale Locorégionale
 - Réduction sous amplificateur de brillance :
 Satisfaisante Acceptable Mauvaise
 - Type d'ostéosynthèse :
 Clou Gamma standard Clou Gamma long
 - Diamètre de la vis cervicale : mm
 - Durée de l'intervention chirurgicale : mn
- **Bilan radiologique de contrôle post-opératoire** :
 - Point d'entrée :
 Sommet du grand trochanter
 Externe
 Interne
 - Position de la vis cervicale par rapport au col fémoral :
 - Incidence de face : Supérieure Milieu Inférieure
 - Incidence de profil : Antérieure Milieu Postérieure
 - Distance du sommet de la tête fémorale au centre de la pointe de la vis cervicale: mm
 - Distance de dépassement de l'extrémité latérale de la vis cervicale par rapport à la corticale externe de fémur : mm
 - Distance de dépassement de l'extrémité latérale de la vis cervicale par rapport à la tangente latérale au clou : mm
 - Longueur de la vis cervicale : mm
 - Angle cervico-diaphysaire (ACD) : °
 - Appréciation de la réduction :
 - Position de la corticale médiale proximale par rapport à la corticale médiale distale sur la radiographie de face :
 Position anatomique
 Position médiale du fragment proximal
 Position latérale du fragment proximal

- Recherche d'une réduction considérée comme insuffisante :
 - Déplacement de plus de 10mm sans tenir compte du petit trochanter
 - Déplacement de plus de 10° sur la radiographie de face
 - Déplacement de plus de 20° sur la radiographie de profil
- Durée d'hospitalisation : jours
- Complications :
 - Difficulté ou incident peropératoire :
 - Décès
 - Pénétration intra-pelvienne de la broche
 - Cassure de la broche guide dans la tête fémorale
 - Perforation de la corticale céphalique par la vis cervicale
 - Mauvaise réduction ou malposition de l'implant
 - Verrouillage raté
 - Décès post opératoire :
 - < ou = 1 mois post op
 - > 1 mois post op
 - Complications chirurgicales post opératoires :
 - Infection
 - Hématome
 - Déplacement secondaire
 - Cal vicieux
 - Pseudarthrose
 - Balayage de la vis cervicale sans « cut out »
 - Délai entre la fracture et le balayage : semaines
 - Position de la vis cervicale :
 - Position d'entrée du clou :
 - TAD (distance pointe-apex) : mm
 - Indice de Parker :
 - Balayage de la vis cervicale avec « cut out » (mêmes mesures)
 - Fracture sur matériel (fracture diaphysaire)
 - Rupture du matériel (cassure du matériel)
 - Démontage du matériel

- **Reprise chirurgicale :** Oui Non (abstention)
- Date de la reprise chirurgicale :
- Délai entre l'opération initiale et la reprise chirurgicale : semaines
- Type d'intervention réalisée lors de la reprise :
 - Clou gamma long
 - Vis plaque condylienne DCS
 - Arthroplastie
 - Ablation de matériel
 - Lavage
 - Evacuation d'hématome
- Evolution après reprise chirurgicale :
- **Résultats :**
 - Evaluation des pertes sanguines :
 - Délai de mise en charge totale : semaines
 - Résultats fonctionnels :
 - Score de Parker :
 - Score de PMA :
 - Résultats radiologiques au dernier recul :
 - Consolidation :
 - Absence de cal
 - Présence de cal
 - Trait de fracture non visible
 - Délai de consolidation : semaines
 - Modification de l'angle cervico-diaphysaire entre la radiographie post-opératoire précoce et la radiographie post-opératoire au dernier recul :
 - Différence entre les TAD sur les radiographies précoces et au dernier recul :
 - Calcul de déplacement de la vis par rapport au clou entre les radiographies postopératoires précoces et celles au dernier recul :

N.B : Les mesures sur la radiographie de bassin de face ou de hanche de face postopératoire au dernier recul avec l'implant d'origine: ce sont les mêmes que pour les radiographies postopératoires précoces.

RESULTATS

I. Données épidémiologiques :

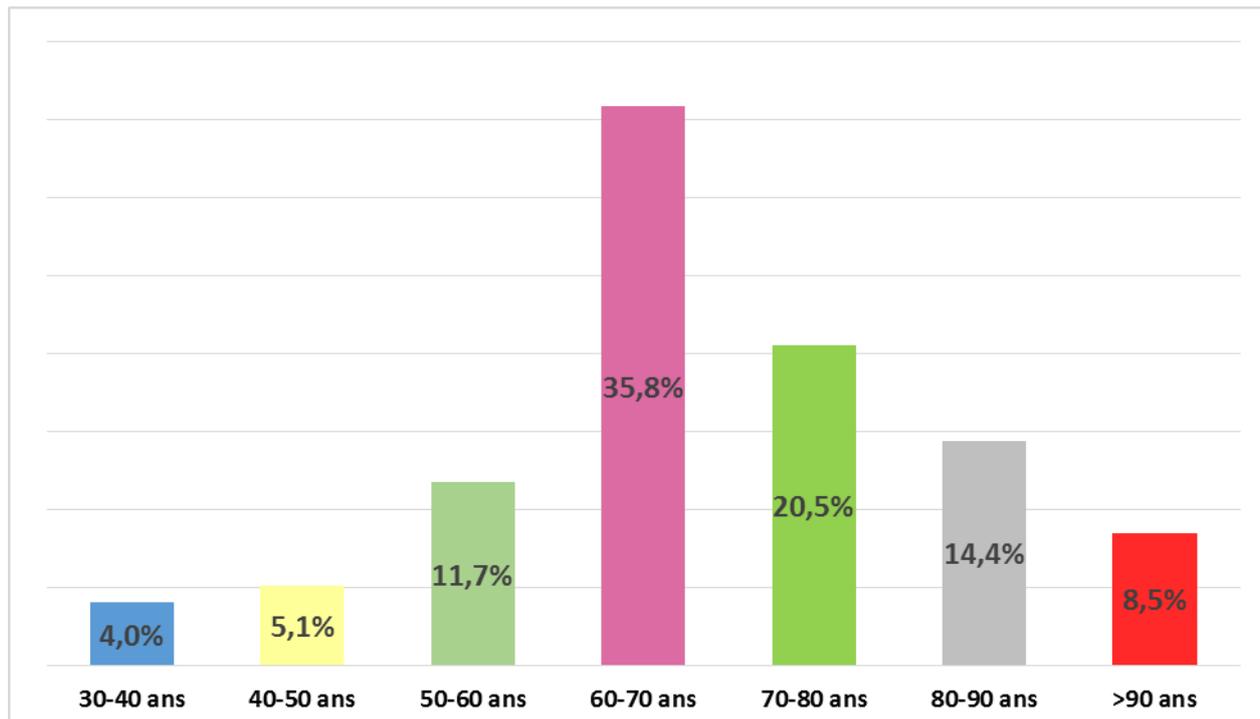
1. Age :

Les patients étaient appariés sur l'âge par tranches de 10 ans.

La moyenne d'âge de nos patients était de 67 ans avec des extrêmes de 32 et 95 ans

(Graphique 1).

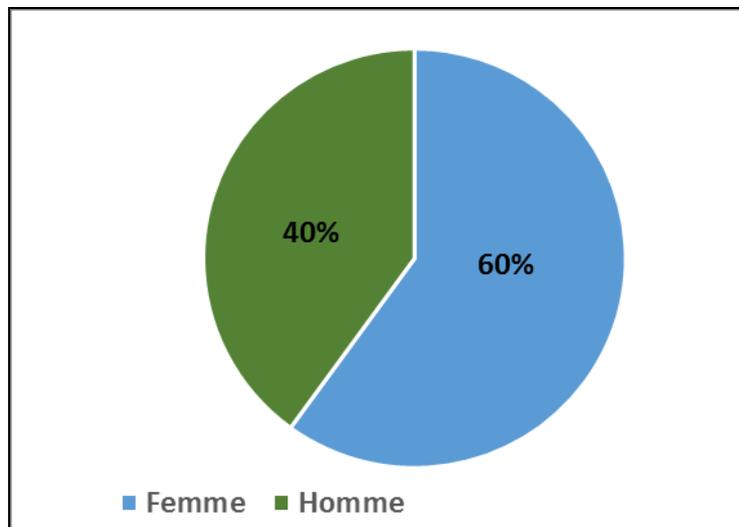
La tranche d'âge 60 - 90 ans constituait 70,7% des cas.



Graphique 1: La répartition des patients selon l'âge

2. Le sexe :

La majorité de nos patients était du sexe féminin. Nous avons noté : 404 femmes soit 60% et 269 hommes soit 40% avec un sexe ratio égal à 0,66 (269/404) (**Graphique2**).

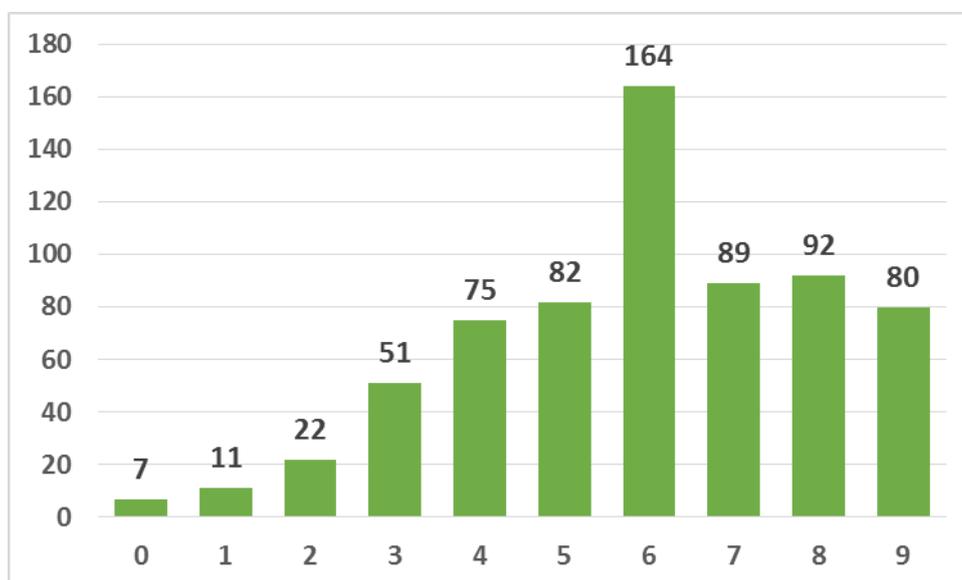


Graphique 2 : La répartition des patients selon le sexe

3. Score de Parker :

Le score de Parker moyen était de 6 (0 à 9) (**Graphique 3**).

40 patients (6%) avaient un score de Parker < 3.



Graphique 3 : La répartition des patients selon le score de Parker

4. Les antécédents :

Les affections métaboliques et cardio-vasculaires représentent le taux prédominant des tares associées :

- 108 cas de diabète (16%).
- 334 cas d'hypertension artérielle (49,6%).
- 198 cas de cardiopathie (29,4%).

289 patients (43%) présentaient des facteurs de risque de chute (démence, accident vasculaire cérébral, sclérose en plaques, neurosyphilis, maladie de Parkinson, hémiplégie, handicap mental).

72 patients (10,7%) présentaient des facteurs de risque d'ostéoporose (corticothérapie et insuffisance rénale).

5. Score ASA :

Le score ASA moyen était de 2,4 (Tableau 3).

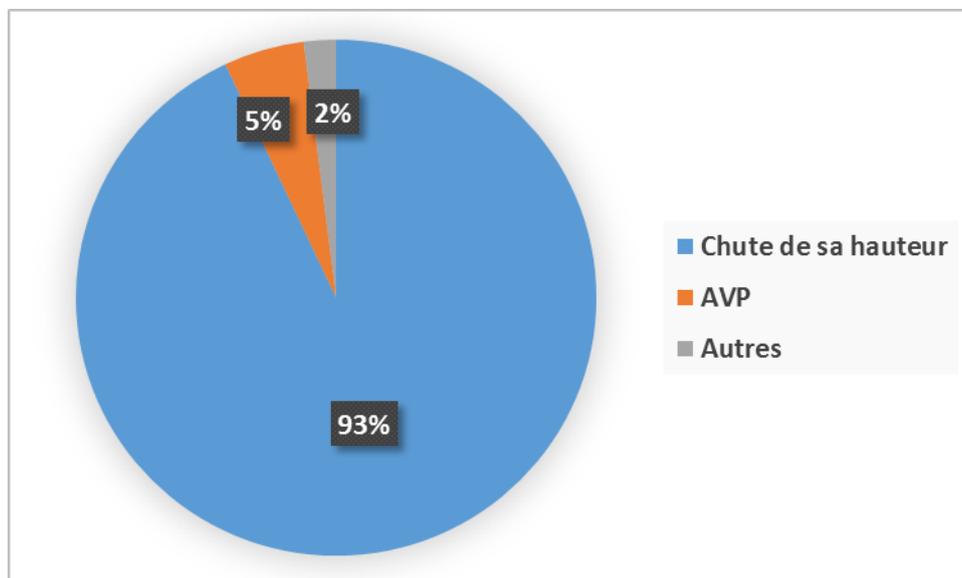
Tableau 3 : Evaluation des patients selon le score ASA

	Score ASA	N=673	%
Pas de pathologie particulière	1	174	25,8
Pathologie légère	2	135	20,1
Pathologie moyenne	3	236	35,1
Pathologie grave	4	128	19

6. Circonstances de traumatisme :

93% des fractures (626 cas) étaient survenues suite à des accidents à faible énergie (chute de sa hauteur) (**Graphique 4**).

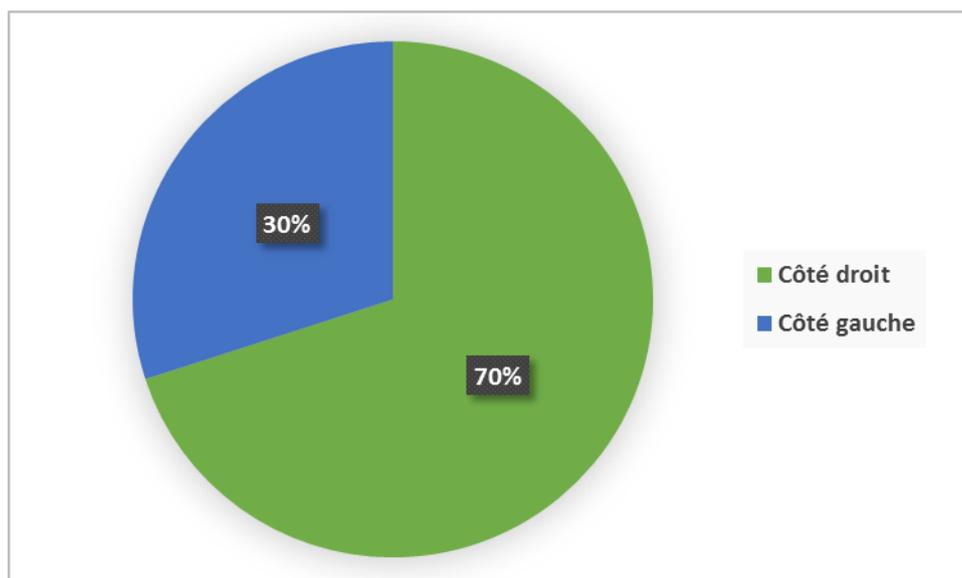
Les cas d'accident de la voie publique représentaient 5% (34 cas).



Graphique 4 : La répartition des patients selon les circonstances de traumatisme

7. Côté atteint :

La hanche droite a été fracturée chez 471 patients soit 70% des cas et la hanche gauche chez 202 patients soit 30% des cas (**Graphique 5**).

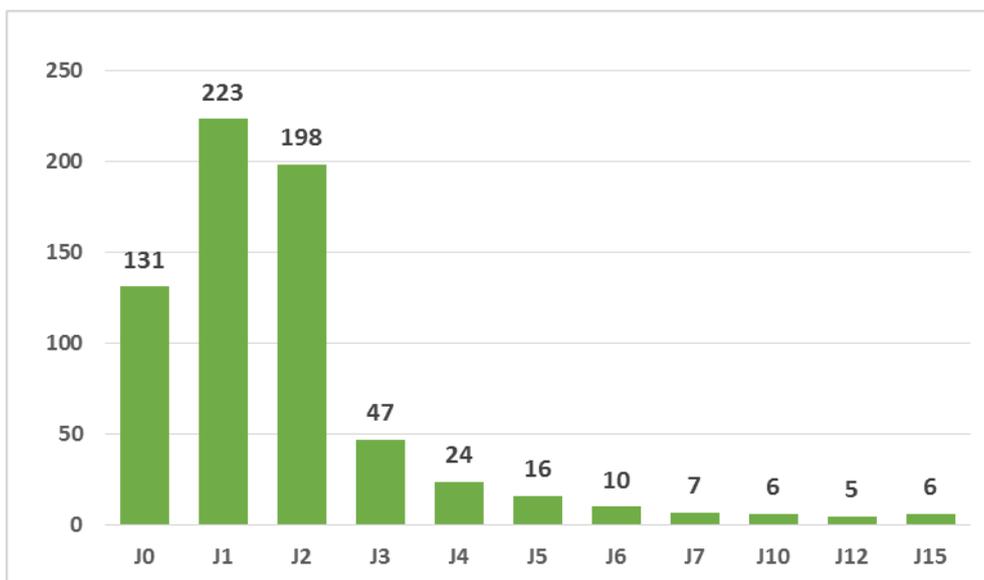


Graphique 5 : La répartition des patients selon le côté atteint

II. DONNEES CLINIQUES :

1. Délai de consultation :

Ce délai varie de quelques heures à plusieurs jours, avec une moyenne de 2 jours (Graphique 6).



Graphique 6 : Répartition des patients selon le délai de consultation

2. Les signes fonctionnels :

Tous les cas présentent une symptomatologie faite de douleur vive au niveau de la hanche, avec impotence fonctionnelle totale et incapacité de décoller le talon du lit.

3. Les signes physiques :

L'examen physique a révélé :

- Une douleur intense à la palpation du grand trochanter et à la mobilisation du membre inférieur chez tous nos patients.
- Une attitude du membre inférieur traumatisé qui est mis en adduction, rotation externe et raccourcissement chez 95% des cas.

4. L'examen général :

L'examen général a pour but de rechercher les lésions associées et d'apprécier le terrain des patients (l'état général, une éventuelle décompensation des tares préexistantes...) pouvant retentir sur le pronostic de la fracture et sur l'évolution post opératoire.

III. DONNEES RADIOLOGIQUES :

1. Type de fracture :

De multiples classifications des fractures du massif trochantérien ont été proposées.

Leurs auteurs ont toujours essayé de répondre à des impératifs différents :

- La fracture et ses caractéristiques.
- La notion de stabilité, au centre de la problématique. Cette notion ne repose pas sur les mêmes concepts selon les auteurs. Chaque conception de la stabilité donnant naissance à une nouvelle classification.

Certaines classifications sont descriptives, d'autres pronostiques.

Nous disposons de plusieurs classifications tenant compte des préoccupations de leurs auteurs respectifs parmi elles :

- Classification d'Evans
- Classification de Ramadier
- Classification de Decoux et Lavarde
- Classification d'Ender
- Classification de Seinsheimer
- Classification AO (Muller)

En revanche, dans notre étude nous avons utilisé la classification AO, puisque c'est une classification adoptée universellement. Cependant cette classification ne tient pas compte des fractures sous trochantériennes.

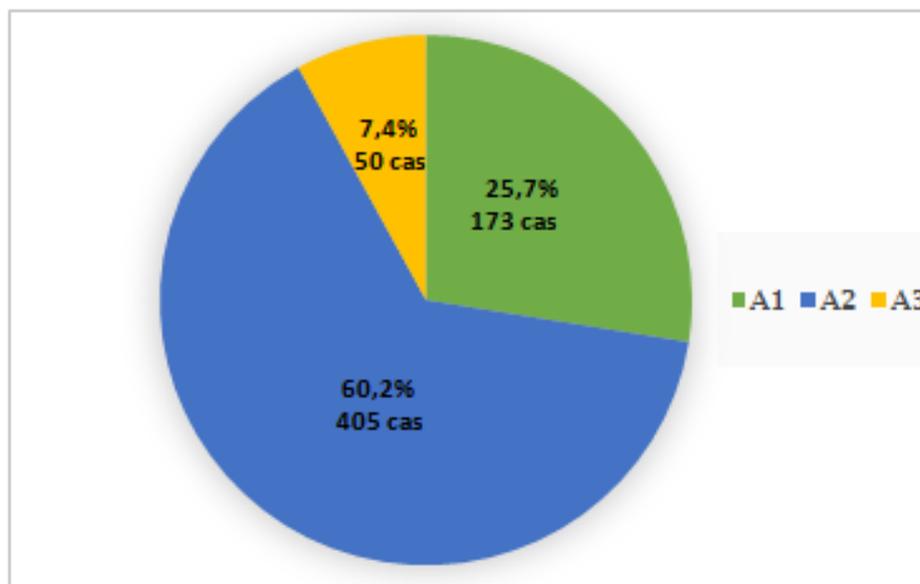
Dans notre série on a constaté que les fractures type A2 selon la classification de l'AO sont les plus fréquentes avec un nombre de 405 cas soit 60,2 % (**Graphique 7**).

Parmi les fractures 31A2, nous avons distingué:

- Le sous-groupe A2.1 chez 185 patients (27,5 %),
- Le sous-groupe A2.2 chez 136 patients (20,2 %),

- Le sous-groupe A2.3 chez 84 patients (12,5%).

Les fractures sous trochantériennes étaient diagnostiquées chez 45 cas soit 6,7%.



Graphique 7 : Répartition des patients selon la classification radiologique de l'AO

2. Stabilité de la fracture :

La distinction entre une fracture stable et une fracture instable fait appel à deux éléments :

- La rupture du mur trochantérien postéro-externe.
- La comminution de l'arc antéro-interne correspondant à la fracture de la corticale interne située en avant et au-dessous du petit trochanter.

Dans notre série, les fractures instables (fractures pertrochantériennes complexes, fractures inter-trochantériennes, fractures soustrochantériennes et fractures trochantéro-diaphysaires) prédominent qui représentent 74,4% de l'ensemble des fractures, contre les fractures stables (fractures cervicotrochantériennes et pertrochantériennes simples) qui représentent 25,6% (Tableau 4)

Tableau 4 : Répartition des patients selon la stabilité de la fracture

Stabilité de la fracture	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Fracture stable	172	25,6
Fracture instable	501	74,4
Total	673	100

IV. ETUDE D'OPERABILITE :

L'examen clinique préopératoire et l'évaluation du risque opératoire avant la mise en place de l'implant, passent par des étapes habituelles comme toute intervention chirurgicale (interrogatoire, examen somatique et examen paraclinique).

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan pré opératoire comportant :

- Numération formule sanguine.
- Groupage sanguin.
- Ionogramme sanguin.
- Bilan d'hémostase (TP/TCA).
- Radiographie pulmonaire de face.
- ECG.

D'autres consultations spécialisées et examens paracliniques spécifiques ont été réalisés selon la nécessité.

Par ailleurs certains patients ont nécessité un conditionnement médical avant l'intervention chirurgicale. Nous avons ainsi effectué :

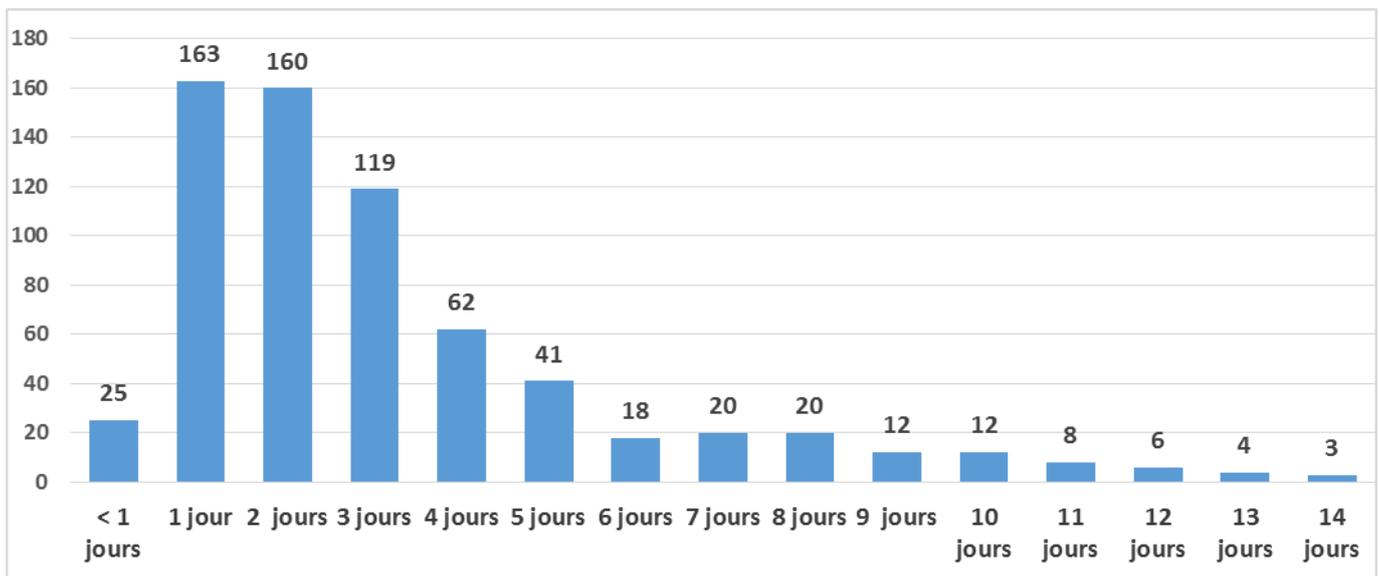
- Une transfusion sanguine en préopératoire chez 81 patients (12%).
- Une équilibration de la glycémie pour les patients diabétiques avec arrêt des ADO et mise sous insuline.
- Une régulation de la TA pour les patients hypertendus avec bilan cardiaque complet.
- Une exécution d'un relais anti vitamine K - Héparine en cas de trouble de coagulation.

V. DONNEES THERAPEUTIQUES :

1. Délai entre l'admission et l'intervention :

Le délai moyen entre l'admission et l'intervention était d'environ 3 jours, avec des extrêmes allant de 12 heures à 15 jours (**Graphique 8**)

- La majorité des patients, soit 90 %, ont été opérés au cours des 7 premiers jours.
- 10 % des patients ont été opérés au cours de la deuxième semaine (disponibilité du matériel, visite pré anesthésique, correction des tares associées).



Graphique 8 : Répartition des patients selon le délai d'ostéosynthèse

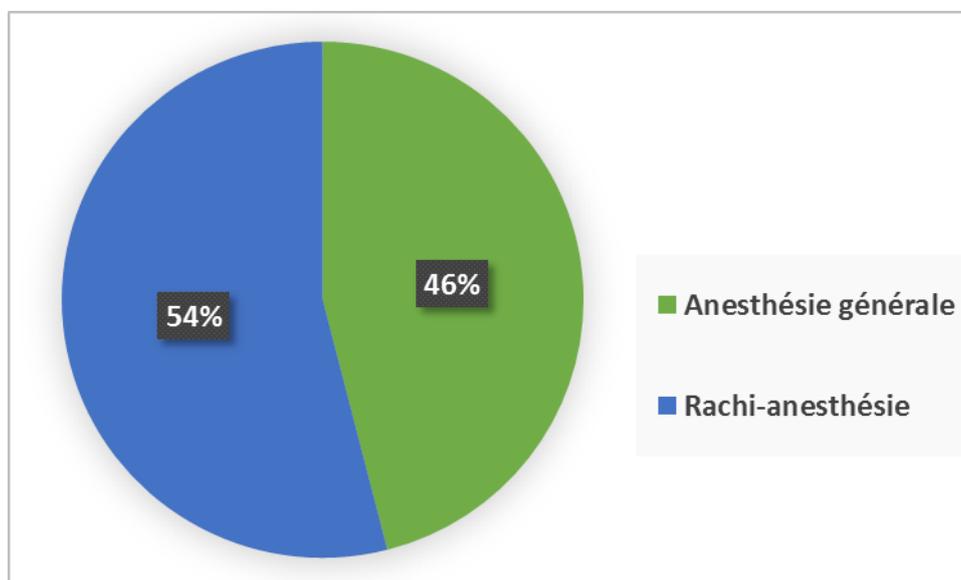
2. Traitement orthopédique d'attente :

Nos patients ont bénéficié d'une traction collée en attendant la prise en charge chirurgicale, après correction des éventuelles tares.

3. Traitement chirurgical :

A. Type d'anesthésie :

L'intervention a eu lieu sous anesthésie générale dans 310 cas (46 %) et sous rachianesthésie dans 363 cas soit (54 %) (**Graphique 9**).



Graphique 9 : Répartition des patients selon le type d'anesthésie

B. Installation du malade :

Le décubitus dorsal sur table orthopédique permet un abord externe ou antéro-externe, c'est l'abord parfait pour les fractures trochantériennes.

Tous nos patients ont été opérés en décubitus dorsal sur table orthopédique.

C. Réduction :

La réduction a été pratiquée chez tous nos patients sous contrôle par amplificateur de brillance, généralement sans difficulté, en appliquant une traction sur l'axe du corps avec une légère rotation interne (si déplacement en rotation externe) ou rotation externe (si déplacement en rotation interne) et rotule au zénith.

A défaut d'une réduction satisfaisante une ostéosynthèse à foyer ouvert était nécessaire surtout pour les fractures trochantéro-diaphysaires, intertrochantériennes et sous trochantériennes.

Dans notre série la réduction était anatomique dans 73% des cas.

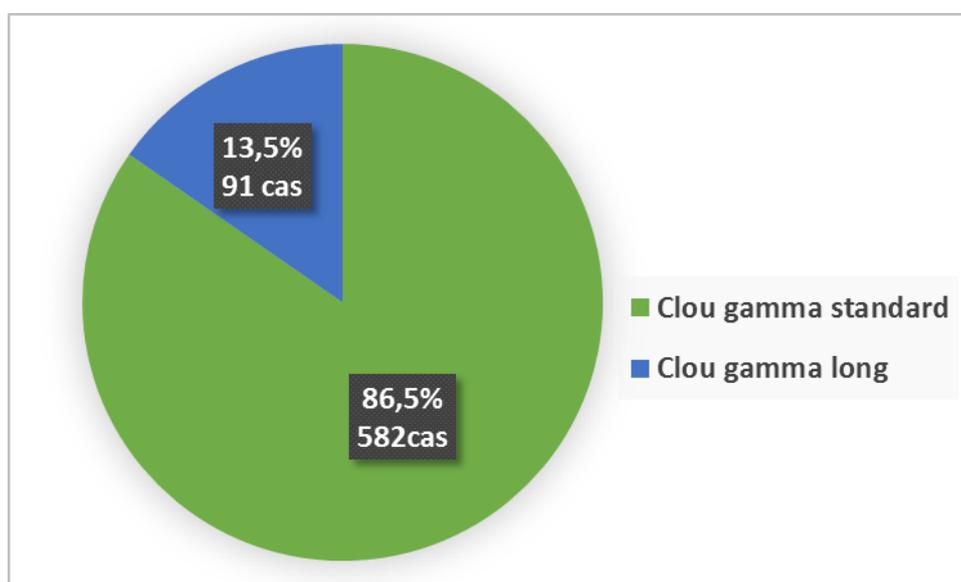
D. Moyen d'ostéosynthèse :**a. Type de clou gamma :**

Le moyen d'ostéosynthèse utilisée était un clou gamma standard ou long de 11 mm de diamètre avec un angle cervico diaphysaire de 130°.

La longueur de clou gamma standard était de 180 mm.

La longueur de clou gamma long varie en fonction de la longueur de la diaphyse fémorale du patient.

Dans notre série, nous avons utilisé le clou gamma standard chez 582 patients soit 86,5 %, et le clou gamma long chez 91 patients soit 13,5 % (**Graphique 10**).



Graphique 10 : Répartition des patients selon le moyen d'ostéosynthèse

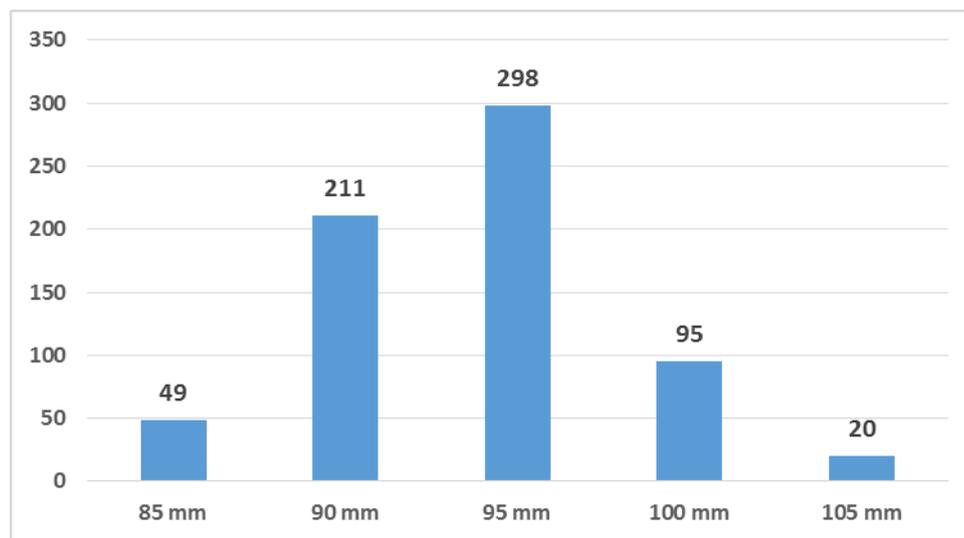
b. Vis cervico-céphalique :

La largeur de la vis cervicale était de 10,5mm.

La longueur 95 mm était la longueur la plus utilisée dans 44,3 % des cas (298 patients) (**Graphique 11**).

Le pourcentage des autres longueurs était comme suit :

- 85 mm : 7,3 %
- 90 mm : 31,4 %
- 100 mm : 14 %
- 105 mm : 3 %



Graphique 11 : Répartition des patients selon la longueur de la vis cervicale

c. Verrouillage distal :

Le verrouillage distal était normalement systématique avec un montage statique sauf pour les verrouillages ratés qui sont considérés comme un montage dynamique avec une vis en dehors de trou de verrouillage distal.

E. Durée de l'intervention :

La durée moyenne d'intervention était de 50 min avec des extrêmes (20–80 min).

Cette durée d'intervention dépend de :

- La difficulté de réduction.
- L'abord ou non du foyer fracturaire.
- Les caractéristiques de la fracture.

F. Technique chirurgicale :

a. Clou gamma standard :

La technique chirurgicale utilisée est la même chez les patients bénéficiant d'une ostéosynthèse par clou gamma standard avec un recours à l'amplificateur de brillance à chaque étape :

- Installation du patient.
- Réduction par manœuvres externes de la fracture.
- Insertion de la broche de contrôle de l'antéversion (étape facultative).
- Incision comprise entre 4 cm et 8 cm au niveau du sommet du grand trochanter.

- Introduction de la pointe carrée au niveau du sommet du grand trochanter.
- Introduction de la broche guide dans le canal médullaire.
- Alésage de la région trochantérienne à 17mm.
- Introduction du clou gamma standard (11 mm de diamètre) à l'aide de l'ancillaire de pose.
- Positionnement de la broche de Kirschner dans le col fémoral avant la mise en place de la vis céphalique à l'aide d'un guide broche et de la douille.
- Introduction de la vis de blocage.
- Verrouillage distal du clou.
- Fermeture plan par plan sous drain en partie proximale et fermeture cutanée de l'incision pour vis cervicale et vis distale.

b. Clou gamma long :

Les étapes sont identiques.

La particularité réside dans :

- L'utilisation des alésoirs rigides et/ou souples de façon progressive pour aléser le canal médullaire de la diaphyse fémorale.
- L'absence d'un système dans l'ancillaire pour le verrouillage distale qui se fait à main levée sous contrôle scopique.

VI. DONNEES POSTOPERATOIRES :

1. Antibioprophylaxie :

L'antibioprophylaxie était systématique chez tous nos patients à base de céphalosporine de 1^{ère} ou 2^{ème} génération ou d'amoxicilline protégée ou pendant 48 heures.

2. Prophylaxie thromboembolique :

Dans notre série, la totalité de nos patients a été mis sous anticoagulants à dose préventive pendant une durée de 6 semaines par voie sous cutanée (héparine de bas poids moléculaire ou calciparine si insuffisance rénale) sauf pour les patients cardiaques nécessitant une anticoagulation à dose curative.

3. Analgésie :

Le traitement par antalgiques et AINS a été systématique chez tous nos patients en post opératoire pendant le séjour hospitalier.

4. Radiographie postopératoire :

Faite systématiquement chez la totalité de nos patients afin de contrôler le positionnement du matériel d'ostéosynthèse.

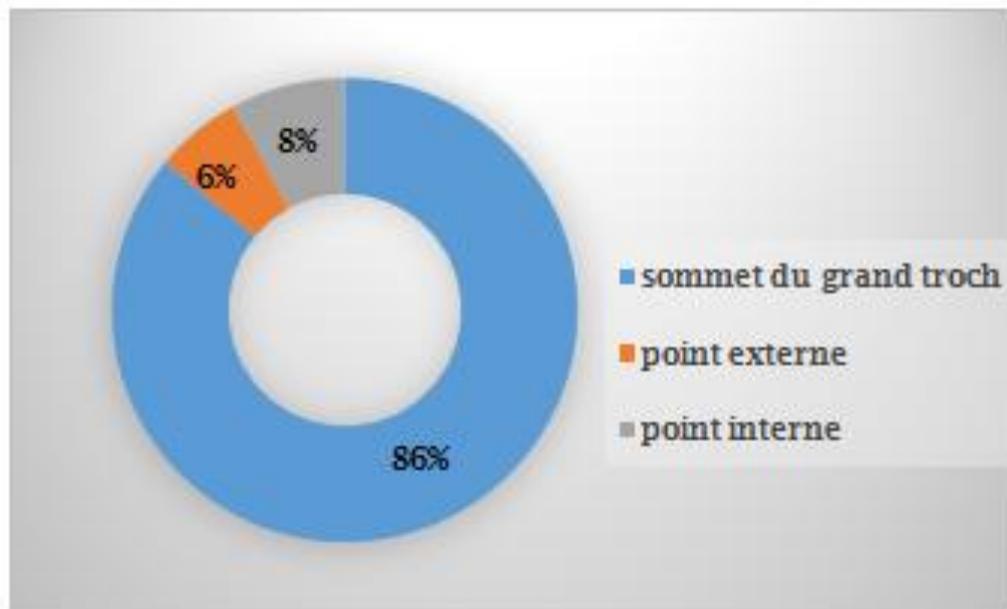
Nous avons étudié plusieurs paramètres sur la radiographie de hanche de face.

L'incidence de profil n'a pas été faite de façon systématique en post opératoire.

A. Point d'entrée :

Le point d'entrée du clou a été jugée centrée sur la fossette du grand trochanter dans la majorité des cas (579 cas) soit 86%.

La position était latéralisée chez 40 cas soit 6%, et médialisée chez 54 cas soit 8% (**Graphique 12**).



Graphique 12 : Répartition des patients selon la position du point d'entrée

B. Position de la vis cervicale par rapport au col fémoral :

En analysant les incidences de face on a trouvé :

- Une position supérieure : 30 cas soit 4,5%
- Une position centrale : 136 cas soit 20,2%
- Une position inférieure : 507 cas soit 75,3%

La vis cervicale était en position centrale et inférieure dans 95,5% des cas.

C. Distance pointe-apex (TAD) sur une incidence antéro-postérieure

La distance pointe-apex (TAD) est définie comme la distance en mm, de la pointe de la vis au sommet de la tête fémorale, mesurée sur une radiographie de face (antéropostérieure) et de profil.

Dans notre série la distance pointe apex TAD moyenne sur une incidence de face était de 8 mm.

5. Soins locaux :

Les pansements de la plaie opératoire sont changés un jour sur deux avec une surveillance de l'état local.

L'ablation du drain de redon se faisait généralement au 2^{ème} jour.

Les fils de suture sont enlevés vers le 15^{ème} jour postopératoire.

6. Pertes sanguines :

Le taux moyen d'hémoglobine postopératoire était de 9,4 g/dl (6,8 à 12 g/dl).

Les pertes sanguines étaient en moyenne de 150 ml (10 à 620 ml).

Les pertes sanguines péri-opératoires ont nécessité une transfusion chez 15% des patients.

Tous les patients ayant un taux d'hémoglobine inférieur à 10 g/dl ont reçu un apport ferrique pour une durée d'au moins un mois.

7. Rééducation :

La rééducation post opératoire a été démarrée chez tous les patients au niveau du service dès le premier jour postopératoire, sous forme d'une mobilisation passive de la hanche par une kinésithérapeute et ce durant tout le séjour hospitalier.

La mise en charge était partielle avec protection dès la 48^{ème} heure.

Cette rééducation était poursuivie à domicile.

La mise en charge était complète à partir de la 3^{ème} semaine chez 80% des patients.

8. Séjour hospitalier :

La durée moyenne d'hospitalisation était de 5 jours avec un minimum de 2 jours et un maximum de 17 jours.

VII. LES RESULTATS THERAPEUTIQUES:

1. Le recul postopératoire :

Tous nos patients ont été régulièrement suivis en consultation, ils sont revus à 1 mois après, le 3ème mois puis chaque 6 mois. Le recul moyen était de 42 mois.

Les patients qui n'ont pas pu être contactés étaient considérés comme perdus de vue. Ces patients n'ont pas été inclus dans l'étude.

2. Evaluation fonctionnelle :

A. Critères d'évaluation :

Nous avons évalué nos résultats selon le score de Parker et selon la cotation chiffrée de la fonction de la hanche de Postel et Merle d'Aubigné (cotation PMA).

B. Résultats globaux :

Le score Parker moyen était de 5,5 (0 à 9) avec perte de 1,5 point.

Concernant la cotation de PMA (douleur, mobilité et fonction) les résultats sont les suivants

(Tableau 5) :

- Résultats excellents et bons : 76% (511 cas).
- Résultats moyens : 13% (87 cas).
- Résultats mauvais : 11% (75 cas).

Tableau 5 : Résultats en fonction de la cotation PMA

Résultat	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Excellents et bon	511	76
moyen	87	13
mauvais	75	11

C. Résultats analytiques :

a. En fonction de l'âge :

Selon la classification de l'OMS, les résultats étaient les suivants :

- Patients de moins d 60 ans : (139 patients)

Les résultats excellents et bons étaient de 87% (121 patients).

Les résultats moyens étaient de 11,5% (16 patients).

Les résultats mauvais étaient de 1,5% (2 patients).

- Patients entre 60 et 74 ans : (310 patients)

Les résultats excellents et bons étaient de 77,7% (241 patients).

Les résultats moyens étaient de 12% (37 patients).

Les résultats mauvais étaient de 10,3% (32 patients).

- Patients entre 75 et 100 ans : (224 patients)

Les résultats excellents et bons étaient de 66,5% (149 patients).

Les résultats moyens étaient de 15,2% (34 patients).

Les résultats mauvais étaient de 18,3% (41 patients).

Nous constatons que l'âge est impliqué dans le pronostic fonctionnel : plus le sujet est jeune plus les résultats sont bons et excellents (Tableau 6).

Tableau 6 : Cotation PMA en fonction de l'âge

Age	Nombre de cas	Résultat (%)		
		Excellent et bon	moyen	mauvais
Moins de 60 ans	139	87	11,5	1,5
Entre 60 et 74 ans	310	77,7	12	10,3
Entre 75 et 90 ans	224	66,5	15,2	18,3

b. En fonction du type anatomopathologique :

Nos résultats fonctionnels selon le type anatomopathologique sont résumés dans le tableau suivant (Tableau 7) :

Tableau 7 : Cotation PMA en fonction de type anatomopathologique

Type de fracture	Nombre de cas	Résultat		
		Excellent et bon	moyen	mauvais
A1	273	82%	14%	4%
A2	280	74%	15%	11%
A3	120	67%	26%	7%

On constate que les résultats bonnes et excellentes prédominent peu importe le type de fracture.

c. En fonction du délai d'intervention :

Dans notre série, le délai entre le traumatisme et l'intervention chirurgicale était variable ne dépassant pas 2 semaines, avec une moyenne de 3 jours,

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant (**Tableau 8**) :

Tableau 8 : Cotation PMA en fonction de l'âge

Délai d'intervention	Nombre de cas	Résultat		
		Excellent et bon	moyen	mauvais
1 ^{ère} semaine	539	80%	17%	3%
2 ^{ème} semaine	134	71%	13%	16%

On constate que les mauvais résultats sont fréquents quand le geste opératoire est retardé.

3. Evaluation radiologique :

Evalués essentiellement sur la consolidation considérée comme acquise à la constatation d'un pont osseux entre le fragment cervico-céphalique et le fragment diaphysaire, avec disparition du trait de fracture à la radiographie (**Figure 66**). Le délai moyen de constatation de la consolidation était de : 11 semaines.

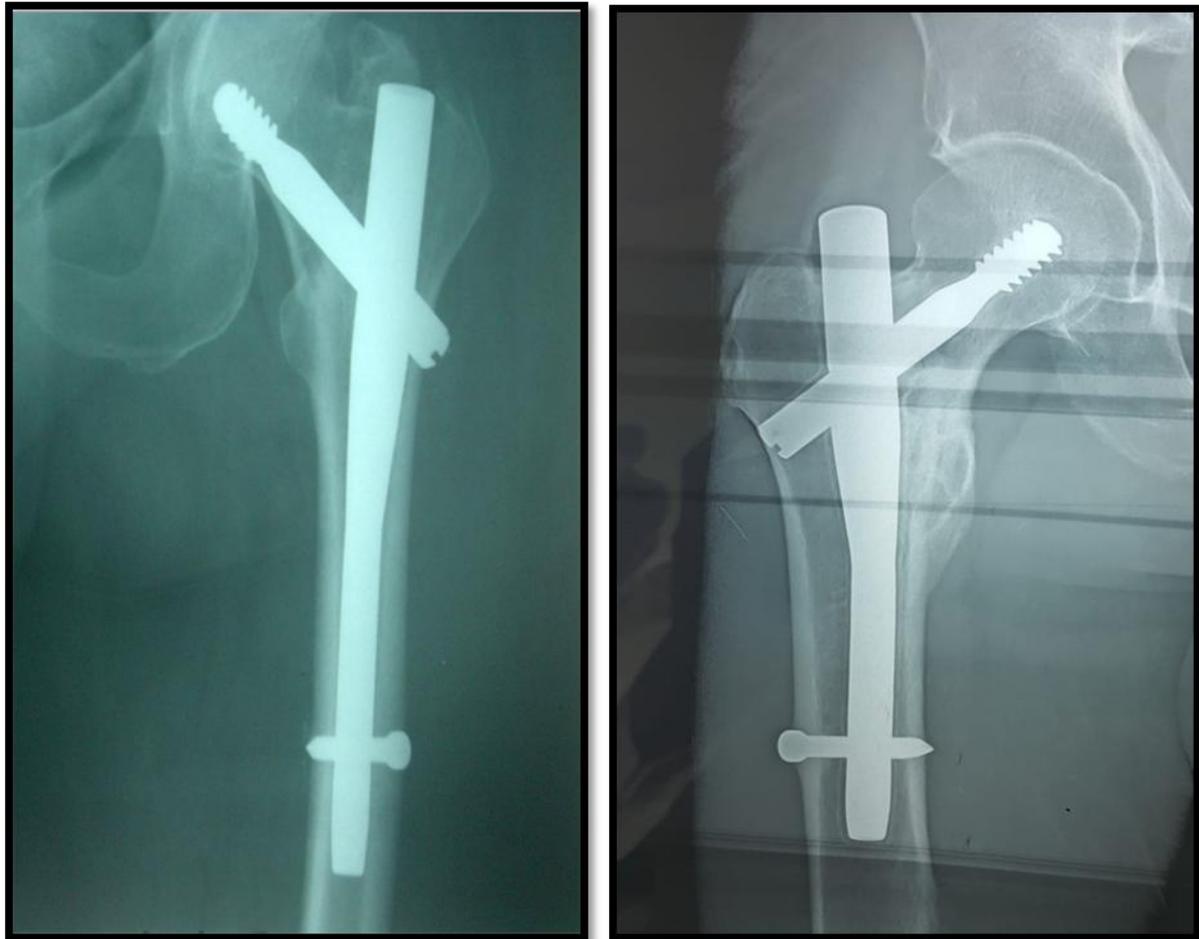


Figure 66 : aspect radiologique de consolidation de fracture trochantérienne avec implant en place

VIII. Complications :

L'analyse des relations entre les complications surtout mécaniques notamment le balayage de la vis cervicale et certains paramètres a été faite par une comparaison entre les caractéristiques des patients qui ont présenté une complication et ceux qui n'en ont pas présenté. L'analyse a été focalisée sur les paramètres connus, décrits, mesurés ou estimés à partir des données.

1. Complications peropératoires :

Nous avons observé 24 complications peropératoires (soit 3.56%) :

A. Verrouillage raté :

On a noté 16 verrouillages distaux ratés. La vis était postérieure dans tous les cas à cause d'un ancillaire défaillant entraînant une échappé postérieure de la mèche (**Figure 67**).



Figure 67 : vis de verrouillage distal en dehors de trou

B. Mauvaise réduction et malposition de l'implant :

On a noté 2 mauvaises réductions (**Figure 68**). L'indication opératoire n'a finalement pas été retenue au vu de la faible demande fonctionnelle et de la démence avancée.

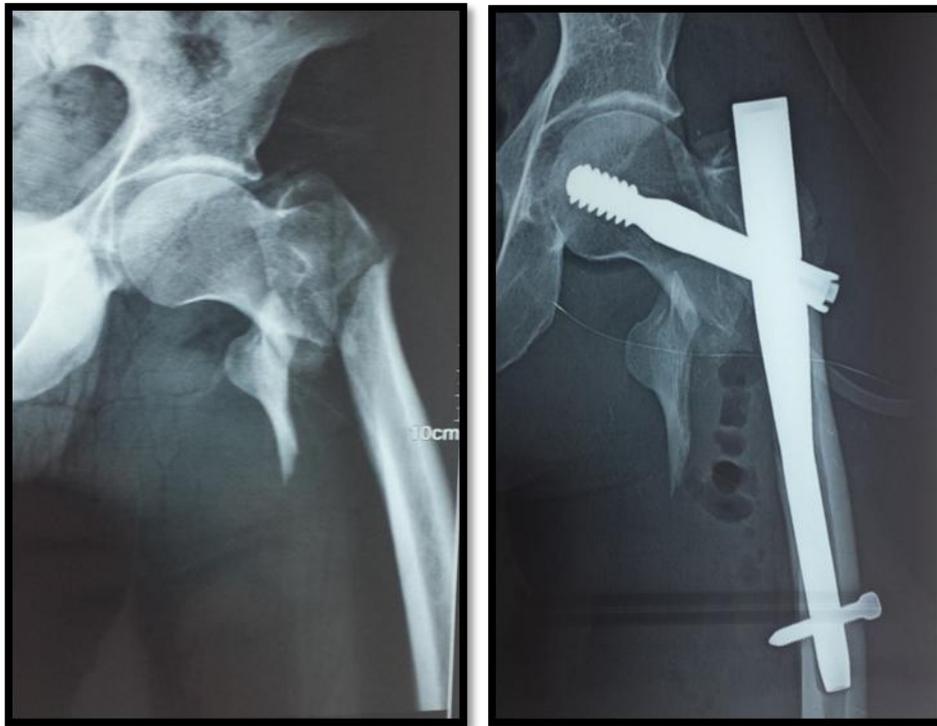


Figure 68 : Malposition de clou gamma suite à une mauvaise réduction

C. Cassure de broche :

- On a noté 2 cas de cassure de la broche guide dans la tête fémorale (**Figure 69**).



Figure 69 : Bout de broche cassé dans la tête fémorale

D. Pénétration intra-pelvienne de la broche guide :

On a noté 2 cas de pénétrations intra-pelviennes de la broche guide. 1 s'est compliquée par une péritonite.

E. Décès :

On a noté 2 décès sur la table opératoire.

2. Complications postopératoires :

Au dernier recul nous avons noté 201 complications post-opératoires dont les trois majeurs étaient :

- Le décès.
- Les fractures diaphysaires.
- le balayage de la vis cervicale.

A. Décès

On a noté 44 décès (6,5%) dans le premier mois post-opératoire suite à des complications générales (Infarctus de myocarde, embolie pulmonaire, troubles lié à l'anesthésie, septicémie...).

La mortalité à 42 mois était de 23% (155 cas).

B. Fracture diaphysaire :

Les fractures diaphysaires étaient aux nombre de 11 cas (1,6%).

Ces fractures sont survenues entre le 1^{er} et le 5^{ème} mois post opératoire, le trait de fracture siégeait en regard de la vis de verrouillage distal ou en bout du clou.

Dans tous les cas, elles ont nécessité une ablation du matériel avec une reprise par un clou gamma long dans 8 cas (**Figure 70**) et un clou de fémur dans 3 cas avec une bonne évolution clinique et radiologique.



Figure 70 : Fracture diaphysaire au bout de clou repris par un clou gamma long

C. Balayage de la vis cervicale :

Le balayage de la vis cervicale survenait chez la plupart de nos patients au cours des deux premières années de leur fracture, la durée moyenne entre la fracture et le balayage était de 18 mois, avec des extrêmes allant de 4 mois à 5 ans.

Le balayage de la vis céphalique est la deuxième complication mécanique post-opératoire signalée dans notre série, cette complication était noté chez 10 patients soit 1,5% des cas constatés (Figure 71, 72). Nos complications de balayage sont presque toutes imputées à des fautes techniques.

L'analyse de la radiographie post-opératoire immédiate a objectivé :

- un mal positionnement de la vis cervicale : une position très haute et/ou postérieure dans 6 cas avec un indice de Parker > 67.
- une vis cervicale trop courte dans 6 cas avec une distance pointe-apex sur la radio de face > 13 mm
- Une position et une longueur correcte de la vis cervicale dans 2 cas

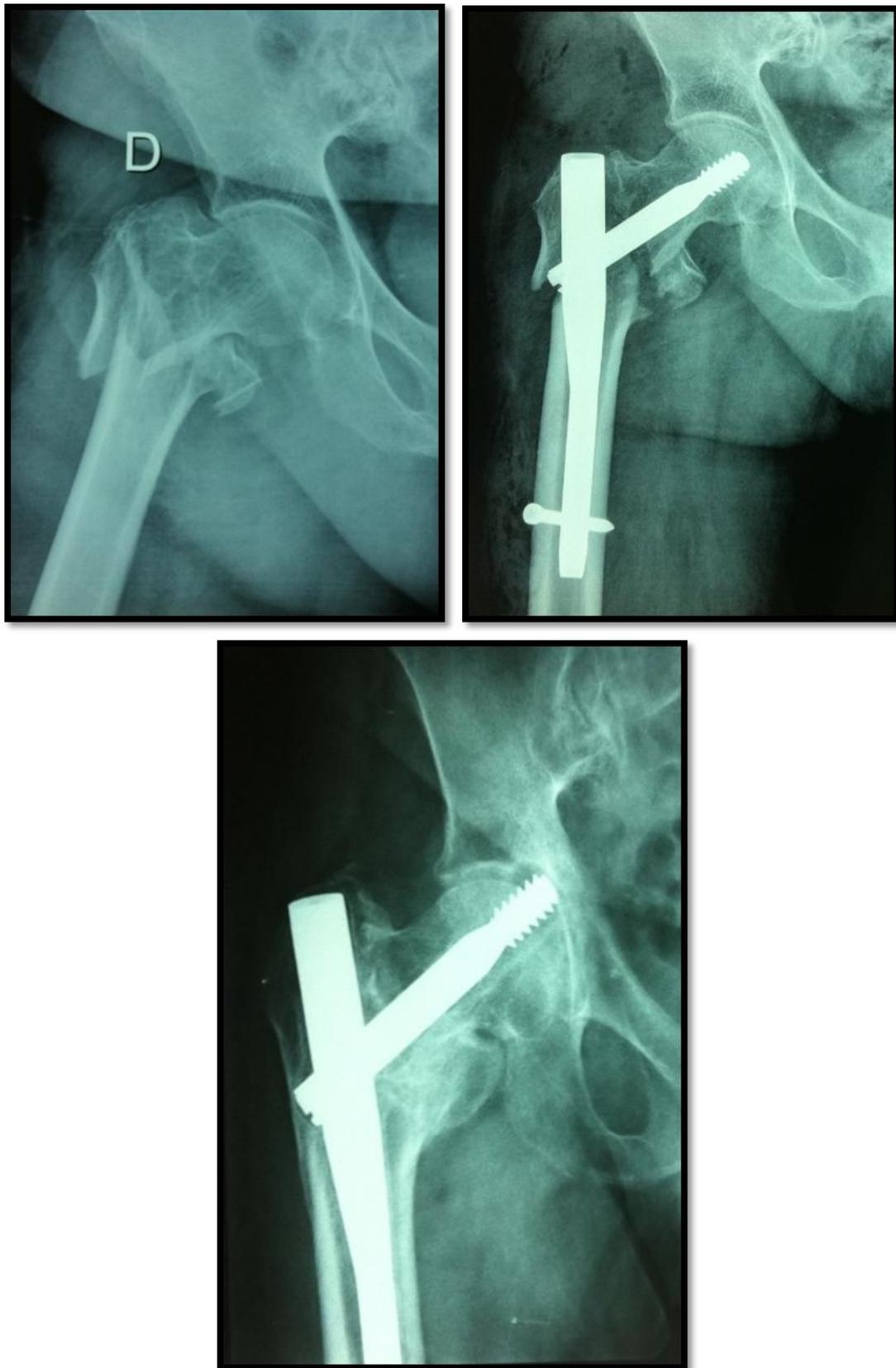


Figure 71 : Aspect radiologique de balayage de la vis cervicale avec cut out modéré



Figure 72 : Aspect de balayage de la vis cervicale avec cut out avancé

Dans notre série (Tableau 9), la TAD variait de 8 à 16mm chez le groupe de balayage de la vis cervicale avec une moyenne de 12,1mm, par contre chez le groupe sans balayage, elle variait de 4 à 11mm avec une moyenne de 5,9mm.

Tableau 9 : Répartition des patients selon la TAD

TAD	Valeur minimale	La moyenne	Valeur maximale
Cas avec balayage	8mm	12,1mm	16mm
Cas sans balayage	4mm	8,9mm	11mm

La répartition en fonction de l'indice de parker est noté dans le tableau suivant (Tableau 10) :

Tableau 10 : Répartition des patients selon l'indice de Parker

Indice de Parker	Cas avec balayage	Cas sans balayage
0-33	0	0
34-66	3	663
67-100	7	0

Les différents paramètres incriminés dans la survenue du balayage de la vis cervicale ont été représenté dans ce tableau (Tableau 11):

Tableau 11 : Analyse des différents paramètres cliniques et radiologiques incriminées dans le balayage de la vis cervicale

Paramètres	Cas avec balayage	Cas sans balayage
Sexe féminin	100%	60%
Sexe masculin	-	40%
Point d'entrée centré	40%	86%
Point d'entrée trop externe	60%	6%
Point d'entrée trop interne	-	8%
TAD	12,1mm	8,9mm
Indice de Parker	68.9	46.5

2 cas de balayage ont été repris, dont un a présenté une véritable pénétration acétabulaire (avec cut out) et a nécessité une arthroplastie totale, et un cas a été repris par une vis plaque condylienne 95° avec bonne évolution radio-clinique.

Les autres 8 cas de balayage étaient asymptomatiques ou peu symptomatique avec une faible demande fonctionnelle sans pénétration acétabulaire (sans cut out). Ils ont bénéficié d'une abstention thérapeutique avec un suivi radio-clinique rapproché.

D. Démontage de l'implant :

On a noté 1 cas, survenu dans les suites post opératoires immédiates pour une fracture sous-trochantérienne traitée par un clou gamma standard, le patient a été repris avec une ostéosynthèse par une vis plaque condylienne 95°, avec une bonne évolution radio-clinique (**Figure 73**).

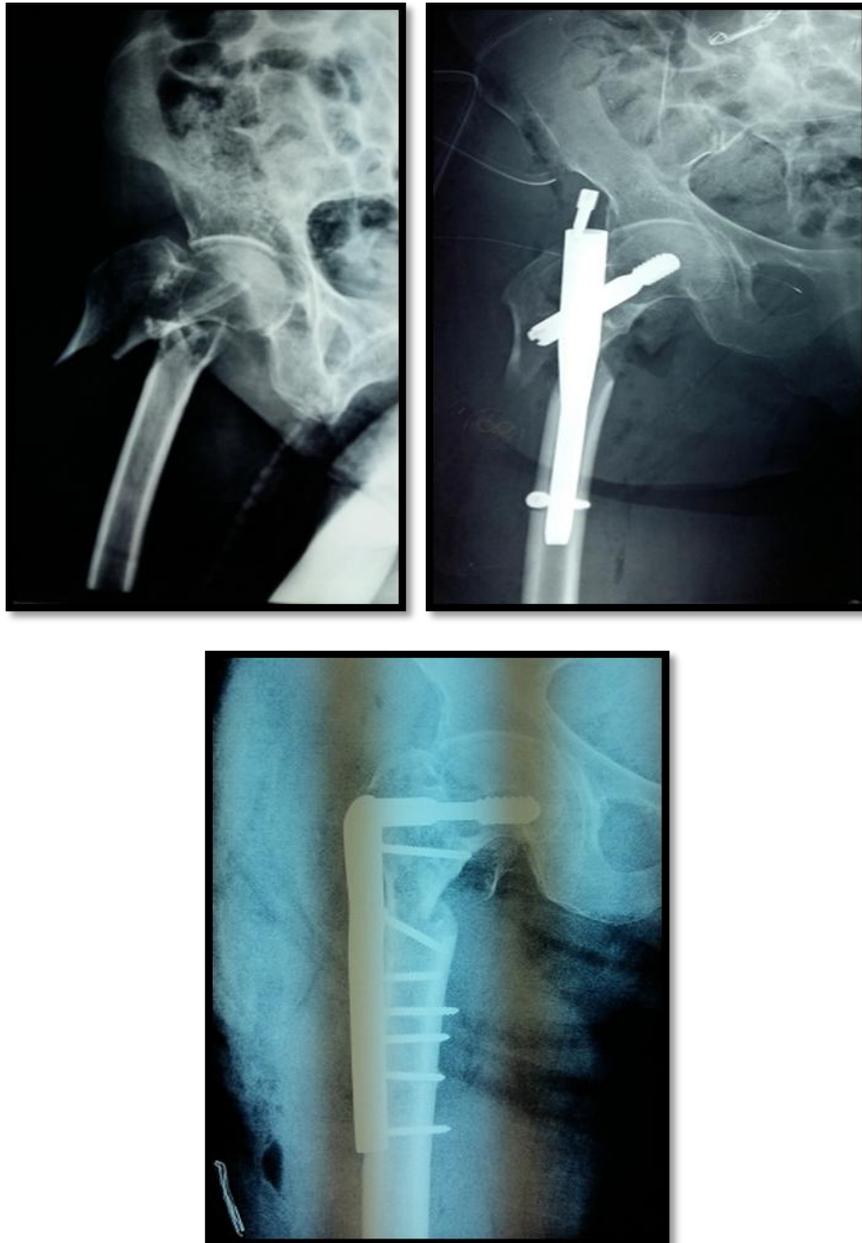


Figure 73 : démontage de clou gamma repris par uen vis plaque DCS

E. Pseudarthrose :

On a noté 3 cas soit 0,4%.

Le premier cas présentait une fracture sous-trochantérienne et ostéosynthésé par un clou gamma long, le patient été repris à 6 mois par une vis plaque condylienne avec greffe cortico spongieuse.

Le 2^{ème} cas s'est compliqué par la cassure du clou standard à 5 mois et il a bénéficié d'une reprise par les mêmes moyens (**Figure 74, 75**).



Figure 74 : Aspect radiologique et macroscopique peropératoire d'une rupture de clou gamma

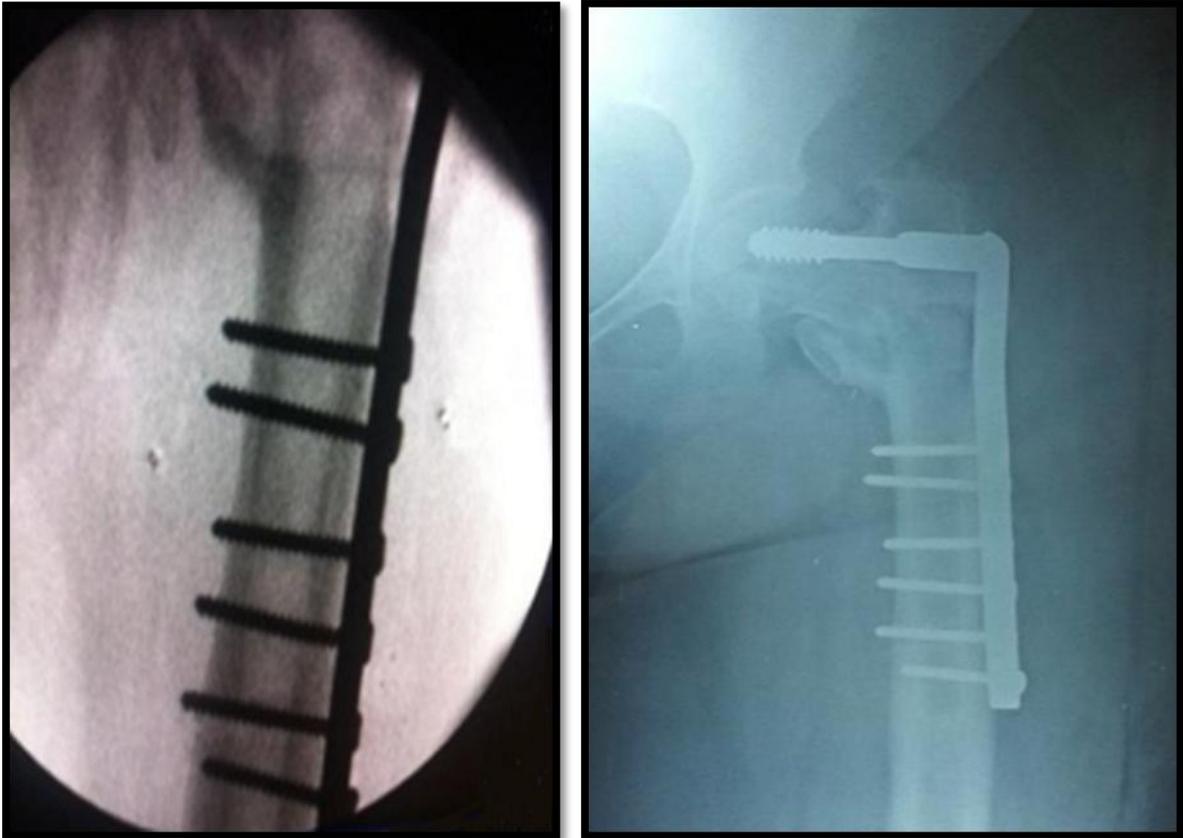


Figure 75 : Reprise de la rupture par une vis plaque DCS

Le 3^{ème} cas de rupture de clou survenu au 4^{ème} mois a bénéficié d'un suivi rigoureux et a consolidé au bout du 6^{ème} mois sans réintervention (**Figure 76**).



Figure 76 : Aspect d'une rupture de clou gamma avec consolidation au 6^{ème} mois

F. Cals vicieux :

Les cals vicieux étaient au nombre de 20, dont 8 en varus, 6 en valgus et 6 en impaction verticale. Ils étaient bien tolérés sur le plan fonctionnel (**Figure 77,78**).



Figure 77 : Cal vicieux en varus



Figure 78 : Fracture déplacée consolidée en cal vicieux en valgus

G. Recul de la vis cervicale :

On a noté un cas de recul de la vis avec cliniquement des douleurs latérales minimales suite au conflit de la vis avec les parties molles (**Figure 79**).



Figure 79 : Aspect radiologique d'un recul de la vis cervicale

H. Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale :

On n'a noté aucun cas d'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

I. Infection de site opératoire :

Il a été déploré une infection de site opératoire chez une patiente. Elle a nécessité une reprise pour lavage avec antibiothérapie. L'évolution a été favorable sur le plan clinique.

J. Hématome :

Un patient a nécessité une reprise chirurgicale pour évacuation d'hématome en regard de la vis cervicale. L'évolution a été favorable par la suite.

3. Récapitulatif des complications per et postopératoires :

Tableau 12 : complications per et post opératoires

Complications	Nombre	Pourcentage	Prise en charge
Verrouillage distal raté	16 cas	2.4%	Abstention thérapeutique et suivi
Cassure de la broche	2 cas	0,3%	Abstention thérapeutique et suivi
Broche intrapelvienne	2 cas	0,3%	Ablation de la broche
Malposition de l'implant	2 cas	0,3%	Abstention thérapeutique et suivi
Décès per opératoire	2 cas	0,3%	
Balayage de la vis cervicale	10 cas	1,5%	2 cas : reprise chirurgicale
Fracture diaphysaire	11 cas	1,6%	11 cas : Reprise chirurgicale
Démontage de clou	1 cas	0,14%	Vis plaque condylienne 95°
Pseudarthrose	3 cas	0,4%	2 cas : Reprise chirurgicale
Cal vicieux	20 cas	3.0%	Abstention thérapeutique
Recul de vis cervical	1 cas	0,14%	Abstention thérapeutique
Infection	1 cas	0,14%	Lavage + antibiothérapie
Hématome	1 cas	0,14%	Evacuation chirurgicale
OATF	0 cas	0%	
Décès postop (1 ^{er} mois)	44 cas	6,5%	
Mortalité à 42 mois	155 cas	23%	

DISCUSSION

I. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES

1. Répartition selon l'âge :

Les fractures du massif trochantérien touchent essentiellement les sujets âgés. L'âge moyen dans notre série est de 67 ans, les patients des autres séries étrangères sont plus âgés (**Tableau 13**). Ceci peut s'expliquer d'une part par une espérance de vie supérieure pour les populations étrangères liées à des facteurs socio-économiques plus favorables que dans notre contexte, et d'autre part par leur profil démographique caractérisé par une population de plus en plus vieillissante [80].

Tableau 13 : Répartition selon l'âge dans les différentes séries

Auteurs	Age
CHERCHI [50]	77 ans
BAUMGAERTNER [61]	85 ans
LUIGUI [81]	84.7 ans
ANTONIO [82]	81.1 ans
SHANG-WEN [83]	80.8 ans
FORTHOMME [9]	92 ans
Notre série	67 ans

Quoiqu'il en soit, la population la plus exposée à ces fractures reste la population âgée, favorisée par la déperdition osseuse et l'atrophie musculaire liées à l'âge fragilisant l'os.

2. Répartition selon le sexe :

Comme nous l'avons vu précédemment, les populations étrangères sont caractérisées par une nette prédominance de la population âgée. La femme semble par conséquent être plus exposée à ce type de fracture. En effet, c'est à partir de 40 ans environ que débute dans les deux sexes une perte osseuse lente. Chez la femme, immédiatement après la ménopause, la perte osseuse s'accélère, ce qui favorise les fractures liées aux troubles phosphocalciques liés à la ménopause [84].

Ce qui explique la nette prédominance du sexe féminin révélée dans les résultats des études étrangères ainsi que notre série (**Tableau 14**).

Tableau 14 : Répartition selon le sexe dans les différentes séries

Auteurs	Femme	Homme
LUIGUI [81]	79.3%	20.7%
ANTONIO [82]	78.8%	21.2%
SHANG-WEN [83]	90.9%	9.1%
FORTHOMME [9]	79%	21%
Notre série	60%	40%

3. Répartition selon les circonstances de traumatisme :

Dans la majorité des séries, la chute simple représente la principale étiologie de ce type de fracture devant l'âge avancé des patients (Tableau 15).

Tableau 15 : Répartition selon les circonstances de traumatisme dans la littérature

Auteurs	Chute simple	Traumatisme violent (AVP...)
FORTHOMME [9]	95 %	5 %
KEMPF [38]	81,8 %	18,2 %
Notre série	93 %	7%

L'ostéoporose et l'atrophie musculaire liées à l'âge avancé participent à la fragilisation osseuse, ce qui rend l'extrémité supérieure du fémur vulnérable au moindre traumatisme. La moindre vitesse du sujet âgé tend à le faire tomber sur place et sur la hanche, plutôt qu'en avant. La baisse d'absorption de l'énergie cinétique lors de la chute s'explique par la perte des propriétés élastiques des tissus et l'atrophie des parties molles autour de la hanche [84].

4. Répartition selon le côté atteint :

On note une prédominance du côté droit sans pouvoir l'expliquer (**Tableau 16**). Cette différence reste sans intérêt pratique car chez le sujet sain, il n'y a strictement aucune variante sur le plan anatomique, histologique, vasculaire et biomécanique entre l'extrémité supérieur du fémur droit et gauche qui pourrait influencer le siège de la survenue d'une fracture [84].

Tableau 16 : Répartition selon le côté atteint

Auteurs	Côté droit	Côté gauche
KEMPF [38]	64%	36%
Notre série	70%	30%

5. Antécédents :

Les antécédents sont essentiellement représentés par Les affections métaboliques et cardio-vasculaires. On les retrouve dans toutes les publications.

Les affections préexistantes sont un facteur de genèse des fractures du massif trochantérien, de la chute, ainsi qu'un facteur de pronostic fonctionnel et vital.

Les facteurs de risque de chute sont représentés par la démence, les accidents vasculaires cérébraux, la sclérose en plaques, la neurosyphilis, la maladie de Parkinson, l'hémiplégie et le handicap mental.

Les facteurs de risque d'ostéoporose sont représentés essentiellement par la prise des corticoïdes et l'insuffisance rénale.

II. DONNEES CLINIQUES

1. Interrogatoire

Il permet de préciser les circonstances du traumatisme, le point d'impact, une impotence fonctionnelle totale ou une douleur, de localiser son siège, son intensité et son irradiation. Il permet également de déterminer les antécédents médicaux et chirurgicaux du patient.

Dans notre étude la totalité de nos patients se présentaient avec un tableau clinique typique, fait d'une douleur intense avec une impotence fonctionnelle total du membre.

2. Délai de consultation :

On constate que dans notre série, le délai entre le traumatisme et l'hospitalisation est élevé par rapport à toutes les séries étrangères (**Tableau 17**). Ceci s'explique par multiples raisons, parmi eux on trouve :

- L'éloignement du centre hospitalier.
- La négligence et l'ignorance du malade et de son entourage.
- Le recours aux traitements traditionnel.
- L'accès difficile aux soins.

Alors que le traitement des fractures trochantériennes doit être entrepris rapidement : c'est une opération du lendemain de la chute selon KEMPF [38].

Tableau 17 : Répartition selon le délai de consultation

Auteurs	Délai moyen
Kempf [38]	27 heures
CZERNICHOW [85]	30 heures
Notre série	48 heures

3. Examen physique :

Comparatif, il permet de rechercher une attitude vicieuse du membre inférieur blessé.

En position allongée, l'examineur peut retrouver (**figure 80**) :

- Une adduction par rapprochement du pied à la ligne médiane.
- Une rotation externe par l'appui du bord externe du pied sur le plan du lit.
- Un raccourcissement du membre blessé qui se manifeste par le retrait du talon du côté malade par rapport au côté sain.
- Une ascension du grand trochanter.
- Une ecchymose.
- Une douleur provoquée à la pression du grand trochanter.

En revanche, l'étude de la mobilité passive est impossible.

Il faut continuer par un examen complet la recherche d'autres traumatismes associés rentrant dans le cadre d'un poly traumatisme (rachis, thorax, crâne,.....), d'un état de choc ou des décompensations des tares associées.



Figure 80 : membre inférieur droit raccourci en adduction et rotation externe

III. DONNEES RADIOLOGIQUES :

1. Bilan radiologique :

Indispensable dans les plus brefs délais, cet examen doit être effectué en évitant de mobiliser intensivement le membre. Il comporte trois clichés :

- Une radiographie du bassin face.
- Une radiographie de la hanche suspecte face et profil.
- Une radiographie du genou (à chaque traumatisme il faut faire la radiographie des articulations sus et sous-jacent).

C'est ainsi que la radiographie va confirmer le diagnostic en montrant le trait de fracture et en précisant son siège, sa direction, l'existence d'une éventuelle comminution et l'état de la trame osseuse en vue de dépister une ostéoporose.

Elle permet d'apprécier l'évolution de la consolidation par des clichés de contrôle et permettra enfin de rechercher un éventuel déplacement secondaire ou une défaillance du matériel.

2. Type de fracture :

L'étude comparative des différents types de fractures faite par certains auteurs a permis d'établir le tableau suivant (Tableau 18) :

Tableau 18 : Répartition selon le type de fracture dans la littérature

Auteurs	A1 (%)	A2 (%)	A3 (%)
GIRAUD [86]	32,35	58,83	8,82
PAJARINEN [87]	38,9	48,1	13
Notre série	25,7	60,2	14,1

La répartition en fonction du type de fracture est la plus délicate à apprécier car peu de séries en font mention.

Globalement, on constate que les fractures pertrochantériennes notamment le type A2 sont les plus fréquentes.

3. Stabilité de fracture :

L'étude de la stabilité est un élément important et déterminant dans l'orientation du traitement [13].

La stabilité des fractures est liée à l'intégrité, avant ou après réduction du pilier interne qui est essentielle dans le sens frontal pour éviter un déplacement en varus. Elle est liée aussi à l'état du petit trochanter et de la crête intertrochantérienne postérieure dont l'atteinte induit une instabilité dans le sens sagittal en rotation externe [38].

Nous distinguons :

- Fractures stables : cervico-trochantériennes et per trochantériennes simples.
- Fractures instables : per trochantériennes complexes, trochantérodiaphysaires, sous trochantériennes et intertrochantériennes.

Dans notre série on a relevé 74,4% de fractures instables, ce taux concorde avec les résultats obtenus dans la majorité des séries étrangères (Tableau 19).

Tableau 19 : Répartition selon la stabilité de la fracture

Auteurs	Fracture stable	Fracture instable
GIRAUD [86]	47,06	52,94
ARNAOUT [6]	47 %	53 %
SAARENPAAL [88]	40,3	59,7
Notre série	25,6%	74,4%

IV. DONNEES THERAPEUTIQUES

1. Délai entre l'admission et l'intervention :

Dans notre série, le délai moyen est de 3 jours avec des extrêmes allant de 12 heures à 15 jours.

Le traitement chirurgical doit être entrepris en urgence : 1 à 3 jours au maximum, puisque tout retard de l'intervention retentit sur le taux de mortalité et de morbidité associées à ce type de fracture.

La recommandation actuelle est d'opérer les malades dans les 48 heures qui suivent leur admission sous réserve que leur état médical le permet [59, 89]

Ce court délai permet de réaliser un bilan, rechercher une affection majeure, évaluer le risque opératoire et surtout le type d'anesthésie appropriée.

Notre délai d'intervention est plus ou moins supérieur par rapport aux séries étrangères (Tableau 20).

Tableau 20 : Répartition selon le délai d'intervention

Auteurs	Délai d'intervention
KEMPF [38]	27 heures
FORTHOMME [9]	32 heures
SAARENPAAL [88]	1.2 jours
Notre série	3 jours

Ce délai reste logique et acceptable pour le conditionnement préopératoire du patient, la régulation des paramètres biologiques et l'évaluation du risque opératoire. En outre il est lié au contexte socio-économique qui pose des problèmes quant à la disponibilité du matériel d'ostéosynthèse.

Selon KEMPF [38], seul un état médical particulièrement précaire peut éventuellement retarder l'intervention, le moment optimum étant le lendemain de l'admission.

Ce genre de fracture peut donc être considéré comme une urgence différée.

2. Type d'anesthésie :

Dans notre série la rachianesthésie est la technique la plus utilisée dans 54 % des cas, ce qui correspond aux résultats retrouvés dans la littérature (Tableau 21).

Tableau 21 : Répartition selon le type d'anesthésie

Auteurs	Rachianesthésie	Anesthésie générale
FORTHOMME [9]	90%	10%
KEMPF [38]	79,4%	20,6%
Notre série	54%	46%

L'anesthésiste aura à choisir entre ses deux techniques :

- L'anesthésie générale permet une meilleure adaptation circulatoire à l'hypovolémie et à l'hypoxémie, mais elle augmente les pertes sanguines par la diminution du retour veineux et favorisant un taux important des thromboses.
- L'anesthésie locorégionale offre plus d'avantages :
 - Prévention per opératoire des thromboses veineuses.
 - Complications cardiovasculaires et pulmonaires moindres.
 - Analgésie postopératoire immédiate et prolongée.
 - Produits narcotiques non utilisés [90, 91].

Cependant aucune étude n'a pu mettre en évidence une supériorité nette de l'une ou l'autre méthode en termes de morbidité et/ou de mortalité ultérieure, ainsi le choix entre l'anesthésie locorégionale et l'anesthésie générale est à adapter au cas par cas.

3. Durée d'intervention : (Tableau 22)

Tableau 22 : Répartition selon la durée d'intervention dans la littérature

Auteurs	Durée d'intervention en min
DUBRANA [92]	70
BENDRA [93]	90
PALM [94]	68
GIRAUD [86]	35
ADAMS [95]	55
Notre Série	50

Malgré la disparité des résultats analytiques des séries étrangères de clou gamma, l'enclouage centromédullaire par clou gamma montre ici un avantage certain en réduisant de manière considérable le temps opératoire par rapport aux techniques à appui cortical externe.

4. Type d'ostéosynthèse :

Le massif trochantérien est fait d'os spongieux qui consolide rapidement, les principaux buts du traitement sont :

- Verticalisation précoce.
- Réduction anatomique.
- Ostéosynthèse stable et solide.
- Lever précoce pour éviter les complications du décubitus.

L'ostéosynthèse a été réalisée dans notre série à l'aide de 2 types d'implants :

- Le clou gamma standard pour les fractures pertrochantériennes simples, cervicotrochantériennes, intertrochantériennes et sous trochantériennes basses.
- Le clou gamma long pour les fractures trochantérodiaphysaires et sous trochantériennes basses.

De nombreuses études ont comparé les systèmes de clou cervico-diaphysaire, en particulier le clou Gamma et différents systèmes de vis-plaque. La plupart de ces études montrent peu de différence significative entre les deux systèmes.

Le clou Gamma a été développé initialement dans l'optique de permettre l'ostéosynthèse notamment des fractures instables du massif trochantérien. Du fait de sa position intramédullaire qui confère un bras de levier court à la vis cervicale, il possède un avantage biomécanique par rapport aux plaques appliquées sur la corticale latérale.

L'absence d'ouverture du foyer de fracture et l'alésage assurent les conditions d'une bonne consolidation.

Pour ses avantages, le clou Gamma, dans sa version standard et sa version longue, permet de faire face efficacement à l'ensemble des problèmes posés par les fractures du massif trochantérien et leur extension vers la diaphyse, l'excellente tenue mécanique du dispositif permettant l'appui précoce quasi systématique et les avantages biologiques du foyer fermé représentent les atouts majeurs de la technique.

De ce fait, la plupart des auteurs préfèrent réserver l'enclouage aux fractures instables, ce système apportant une meilleure stabilité dans cette indication, en particulier les fractures sous trochantériennes par le clou Gamma long qui permet un meilleur contrôle rotatoire [96].

La prise en charge des fractures sous trochantériennes est difficile pour deux raisons :

- L'instabilité de ces fractures
- Les forces appliquées des muscles sur le fragment proximal et distal

Typiquement le trait fracturaire est transverse ou oblique provenant de petit trochanter dans une direction inféro-latérale.

La force exercée par les muscles abducteurs et le muscle psoas iliaque sur le fragment proximal, rend la réduction à foyer fermée difficile et entraîne une malposition de fragment proximal.

L'implant idéal pour stabiliser ce type de fracture doit avoir une résistance à la médialisation de la diaphyse fémorale et en même temps à la varisation et l'angulation du fragment proximal.

Les différentes études biomécaniques suggèrent que le clou gamma est le moyen d'ostéosynthèse qui fournit la meilleure stabilité pour les fractures sous trochantériennes [97].

5. Qualité de réduction :

Les taux de bonne réduction relevés dans les études ont été les suivants (**Tableau 23**) :

Tableau 23 : Pourcentage de réduction satisfaisante des différentes séries

Auteurs	Réduction satisfaisante
LOUBIGNAC [98]	85%
KEMPF [38]	72%
Notre série	73%

Les fractures pertrochantériennes (31A1 et 31A2) peuvent dans la majorité des cas être réduites sans grandes difficultés [64].

Les fractures intertrochantériennes (31A3) nécessitent une réduction anatomique à la fois dans le plan de face et de profil. Cette réduction peut être difficile à obtenir dans certains types de ces fractures. L'insertion percutanée d'un clou de Steinmann, monté sur une poignée en T, et la réduction à foyer ouvert des fragments à travers une courte incision sont des techniques utiles [64].

Les fractures sous trochantériennes et trochantéro–diaphysaires nécessitent souvent une réduction à foyer ouvert (avec utilisation de daviers et crochet de Lambotte).

6. Durée d'hospitalisation :

La durée d'hospitalisation de nos patients est relativement courte (5 jours) par rapport à la littérature ce qui témoigne de la simplicité des suites opératoires (**Tableau 24**).

La réduction de la durée d'hospitalisation est un moyen prioritaire de retour à l'autonomie antérieure, locomotrice et psychologique chez les sujets âgés [99].

Tableau 24 : Répartition selon le séjour hospitalier

Auteurs	Séjour hospitalier
CZERNICHOW [85]	15 jours
FORTHOMME [9]	24 jours
PAJARINEN [87]	6.1 jour
SAARENPAAL [88]	7,1 jours
SADOWSKI [100]	10 jours
Notre série	5 jours

V. RESULTATS THERAPEUTIQUES :

1. Résultats fonctionnels :

Dans notre série, on a démontré que l'ostéosynthèse par clou Gamma a de très bons résultats en matière des fractures du massif trochantérien, avec un taux de bons et excellents résultats qui atteint 76%.

Nos résultats se rapprochent des autres résultats du clou gamma de la littérature (Tableau 25).

Tableau 25: Répartition des résultats fonctionnels des différentes séries

Auteurs	Résultat excellent et bon	Résultat moyen	Résultat mauvais
CHEVLLEY [101]	82%	–	–
PENOT [102]	79,8%	5,6%	14,6%
ARNAOUT [6]	80%	13%	7%
KEMPF [38]	69%	22,8%	8,2%
FORTHOMME [9]	90%	10%	0%
NOTRE SERIE	76%	13%	11%

2. Résultats radiologiques :

La consolidation d'une fracture s'estime par la restauration de la structure tissulaire avec des propriétés mécaniques égales à celles qu'elle possédait auparavant.

La consolidation osseuse est d'autant meilleure que la fracture est réduite anatomiquement et que les fragments fracturaires sont ostéosynthésés au contact.

La consolidation de l'os spongieux peut se faire en 45 jours, celle de l'os cortical en 2 à 6 mois [59].

On constate que les délais de consolidation des différentes séries sont identiques confirmant ainsi l'excellent potentiel de consolidation des fractures du massif trochantérien (Tableau 26).

Tableau 26 : Délai de consolidation des différentes séries

Auteurs	Délai moyen de consolidation
KEMPF [38]	10,8 semaines
PENOT [102]	2.5 mois
LOUBIGNAC [98]	14 semaines
BADILA [103]	10 semaines
DUBRANA [92]	12 semaines
Notre série	11 semaines

VI. COMPLICATIONS :

1. Mauvaise réduction et malposition de l'implant :

Lors de la réduction des fractures trochantériennes, de possibles troubles de la rotation du membre sont à prendre en compte. Ces troubles de la rotation, souvent externes, ne sont habituellement révélés qu'en postopératoire. Certains auteurs considèrent une rotation de plus de 10° comme une complication, alors que d'autres auteurs utilisent 20° comme critère de trouble de rotation. L'incidence de cette complication va de 1,3 à 2,5 %. Dans la période postopératoire, les troubles de rotation ne se produisent que dans les fractures intertrochantériennes (31A3) sans verrouillage distal. Un trouble de rotation excessive, particulièrement chez les patients jeunes, doit être bénéficié d'une ostéosynthèse avec réduction en position correcte ou d'une ostéotomie intertrochantérienne après consolidation de la fracture [64].

2. Balayage de la vis cervicale :

Le balayage de la vis cervicale est défini comme une pénétration ascendante de la vis cervicale dans la tête du fémur sur l'incidence radiographique de face, ou une pénétration antéropostérieure sur l'incidence radiographique de profil [61, 104, 105].

D'autre part, le balayage de la vis de la tête fémorale a été signalé comme l'un des plus graves complications mécaniques post opératoires après une fixation interne des fractures du massif trochantérien, avec un taux qui varie entre 1,9% et 3,2% [61, 104, 105].

A. Taux de balayage de la vis cervicale :

Le taux de « cut-out » de 1,5% est faible en comparaison avec les données de la

littérature : les premières études Strasbourgeoises par Kempf I, Grosse A et Taglang G [28] sur les clous Gamma de première génération font part de 4,9% de « cut-out », celle de Bojan [106] sur les clous de 1ère et 2ème génération rapporte 1,85%. Parker [44] retrouve 3,4%, Papisimos [107] 5%, Abram [108] même 7,2%. La méta-analyse de Parker [44] corrobore l'absence de différence pour cette complication selon que l'ostéosynthèse se fasse par clou ou par plaque (Tableau 27).

Tableau 27 : Taux de balayage en fonction des séries

Auteurs	Balayage de la vis (cervicale %)
PAPASIMOS	5
ABRAM [108]	7,2
ADAMS [95]	3,94
Notre série	1,5

B. Délai entre la fracture et le balayage

On observe une disparité de répartition du délai entre la fracture et le balayage au sein même des séries étrangères (Tableau 28).

Tableau 28 : Répartition selon le délai entre la fracture et le balayage dans la littérature

Auteurs	Délai moyen (mois)
GABRILE [109]	34.04
PO-CHENG LEE [110]	6
Notre série	18

C. Le sexe et le côté atteint :

SHANG-WEN [83] le seul qui a constaté que le sexe féminin est un facteur prédictif du balayage avec une valeur p statistiquement significative ($p=0.001$)

La plupart des auteurs étrangers, ANTONIO [82] et TATSUYA [111], ainsi que notre série, ont noté une nette prédominance du côté droit chez leur groupe de balayage

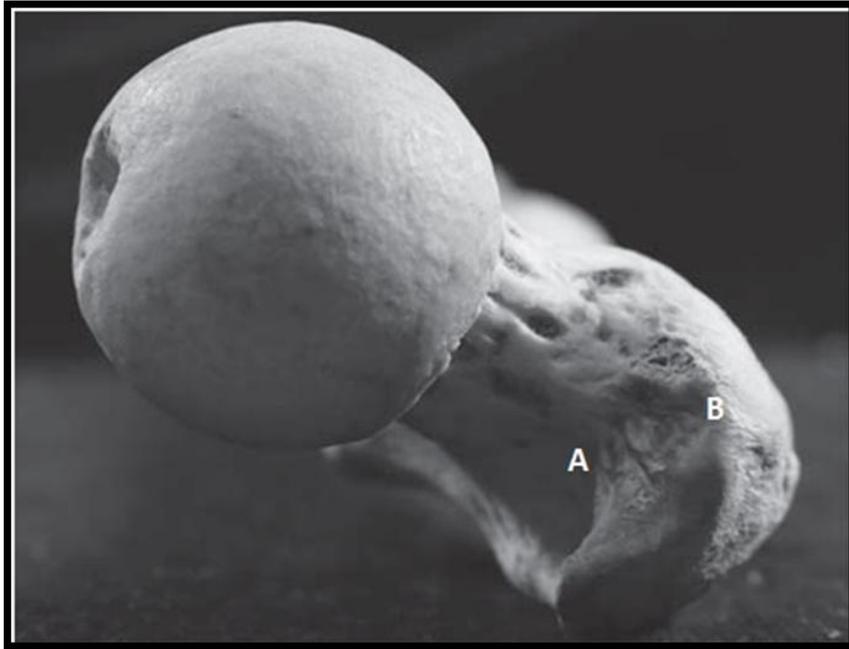
ANTONIO [82] et TATSUYA [111] ont conclu dans leurs études que le côté droit des fractures du massif trochantérien est parmi les facteurs prédictifs du balayage.

D. Type de fracture :

Le type de fracture 31A3 n'était pas associé à une majoration du taux de cut-out contrairement à ce qu'ont trouvé De Bruijn [112] et Bojan [106].

E. Point d'entrée du clou :

L'idéal point d'entrée est à la pointe légèrement médiale du grand trochanter, qui est située postérieurement et latéralement à la fosse piriforme (Figure 81) [113].



**Figure 81 : Illustration montrant le point d'entrée du clou
(A=fosse piriforme) (B=Pointe du grand trochanter)**

Une entrée inappropriée peut survenir lorsque la pointe carrée est insérée au niveau de la brèche de la fracture au lieu de la pointe du grand trochanter. Ceci peut conduire à une plus grande médialisation du fragment proximal, perturbation de la ligne de Shenton (**Figure 82**) pendant l'insertion de clou, et l'alignement valgus du fragment proximal [29] ainsi que des lésions des tissus mous, une défaillance de l'implant et des fractures iatrogènes.

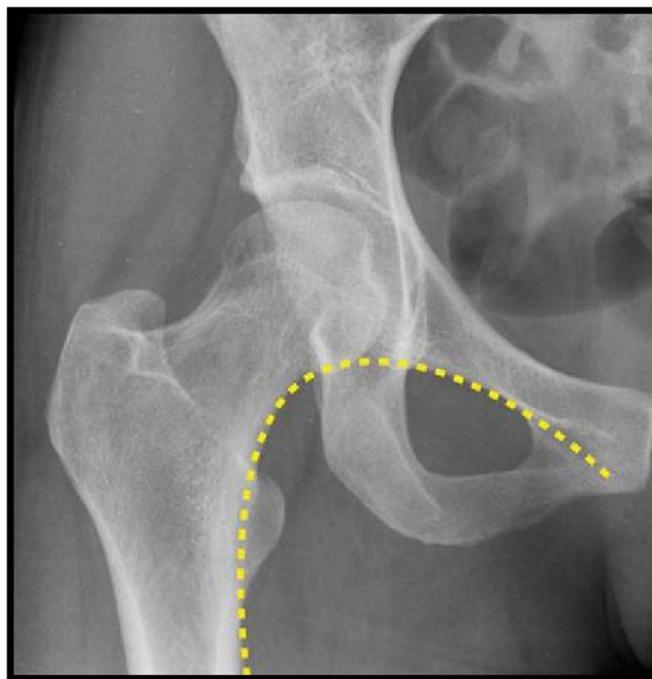


Figure 82 : Ligne de Shenton

OSTRUM et PARKER ont trouvé qu'un point d'entrée latéral à la pointe pourrait conduire à une angulation et à des écarts plus importants [53]

SHANG-WEN [83] était d'accord avec la suggestion d'OSTRUM [114] que le bon point d'entrée est à la pointe ou légèrement en dedans, vu la prédominance du point d'entrée incorrect.

F. TAD (Distance pointe-apex)

La distance pointe-apex(TAD) est définie comme la distance en mm, de la pointe de la vis au sommet de la tête fémorale <25mm, mesurée sur une radiographie de face (antéropostérieure) et de profil.

La position de la vis cervicale est d'une importance prépondérante pour les deux synthèses. Cette position est représentée de manière simple par la distance TAD. Il a été démontré que la valeur de la distance TAD de la radiographie post-opératoire précoce est prédictive de balayage cervico-céphalique et de cut-out [50, 104].

Menant sa propre méthode pour mesurer la TAD sur les deux incidences antéropostérieure et latérale, Baumgaertner [61] a défini deux groupes :

- 1er groupe avec TAD (Tip apex distance) inférieur à 25 mm.
- 2^{ème} groupe avec TAD \geq 25 mm.

Baumgaertner [61] a conclu qu'une TAD \geq 25mm est un facteur prédictif direct du balayage de la vis cervicale (Tableau 29).

Tableau 29 : Mesure de TAD des séries de balayage de la vis cervicale

Auteurs	TAD
BAUMGAERTNER [61]	38 mm
TATSUYA [111]	55% >20mm
LUIGUI [81]	29 mm
ANTONIO [82]	32.2 mm
PERVEZ [115]	38 mm

G. Indice de Parker

Bien que la TAD a été utilisée comme une forme d'évaluation de la mise en place des clous Gamma, une autre méthode a été étudiée par Parker (Méthode du ratio de Parker).

L'indice est calculé à la fois dans les incidences antéropostérieure et latérale pour donner une valeur comprise entre 0 et 100 pour chaque vue. Dans la vue antéropostérieure, la partie inférieure est classée entre les valeurs 0 et 33, la partie médiane entre 34 et 66, ainsi que la partie supérieure reste entre 67 et 100. Dans la projection latérale, de 0 à 33 est considéré comme l'emplacement le plus postérieur de la vis, de 33 à 66 correspond à la partie médiane, et finalement de 67 à 100 est considéré comme le plus antérieur (**Figure 83**).

Parker a bien défini que l'emplacement inférieur en projection antéropostérieure et antérieur sur le profil restent l'idéaux [63, 116–118].

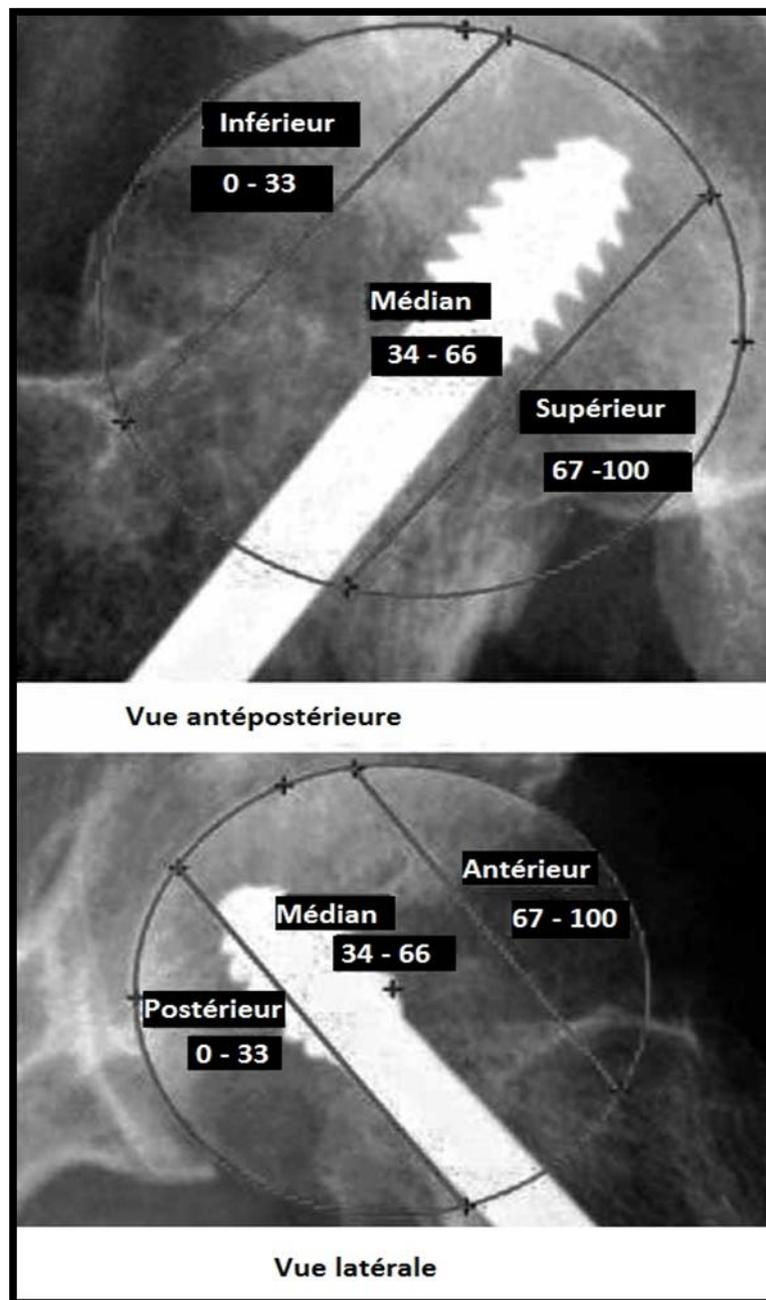


Figure 83 : Projections antéropostérieure et latérale montrant les différents emplacements de la vis cervicale définis par PARKER

La position de la vis cervicale était significativement supérieure chez les études étrangères citées ainsi notre série (Tableau 30).

Tableau 30: Répartition des cas de balayage de la vis cervicale selon l'indice de PARKER dans la littérature (incidence antéro-postérieure)

Auteur	Indice de Parker
LUIGUI [81]	45
ANTONIO [82]	43.6
PERVEZ [115]	63
PARKER [57]	58
Notre série	69.2

PARKER et PERVEZ [63, 115] ont conclu qu'une position très supérieure (indice de Parker >67) sur une incidence antéropostérieure, et une position antérieure ou postérieure sur une incidence de profil est en faveur d'un balayage.

3. Fracture diaphysaire sur matériel :

Il a été démontré par des essais biomécaniques que l'ostéosynthèse par clou gamma est stable même en cas de fracture distale, avec dans ce cas une augmentation des forces s'appliquant au niveau de la vis de verrouillage distal [50]

La concentration des forces au niveau de la vis de verrouillage distal pourrait expliquer le risque majoré de fracture autour de cette zone.

La littérature semble défavorable aux clous en ce qui concerne le taux de fractures fémorales. Dans sa méta-analyse d'essais cliniques randomisés de 2009, Bhandari met en évidence une diminution du taux de fractures fémorales sur clou au fil des publications. Il ne retrouve plus de différence significative entre clous et plaques dans les études publiées entre 2000 et 2005[42]. Cette évolution est le fruit de l'amélioration du dessin des clous de génération plus récente.

Notre taux de fractures secondaires de 1,6% est très proche des 1,7% sur 2129 clous

Gamma 3^{ème} génération retrouvés par Norris [119] dans sa revue systématique. La cohorte rétrospective de 3066 clous Gamma de première et deuxième génération posés au Centre de Traumatologie de Strasbourg (CTO) entre 1990 et 2002, trouve également des taux de fracture moindres : 0,6%.

La méta-analyse d'essais cliniques randomisés de Parker [38] met en évidence un taux de fractures sur clou de 2,6% avec les clous Gamma de première et deuxième génération, soit un taux plus élevé que celui de notre étude. Par contre, Norris trouve que les clous avec deux vis cervicales s'accompagnent d'un taux de fractures secondaires de l'ordre de 0,6%, nettement moindre que pour les clous à fixation monoaxiale.

Les préoccupations antérieures concernant l'augmentation du risque de fracture de la diaphyse fémorale avec les clous Gamma ont été résolues grâce à une conception améliorée de l'implant (Gamma3) et une courbe d'apprentissage améliorée de la technique chirurgicale.

Au total, en ce qui concerne les fractures autour du clou, les résultats de notre série sont identiques à ceux constatés dans d'autres études récentes, et meilleurs que celles concernant les clous Gamma plus anciens.

4. Pseudarthrose :

Elle est rare dans ce type de fracture, vu que la vascularisation de l'extrémité supérieure du fémur et la structure spongieuse de l'os fracturé sont des facteurs favorables à la formation du cal osseux. Dans la majorité des cas, la pseudarthrose est liée à une faute technique (réduction insuffisante, mauvais positionnement de l'implant), ainsi qu'à la mauvaise qualité de l'os. Les pseudarthroses des fractures trochantériennes instables sont les plus fréquentes, telles que les fractures sous trochantériennes.

Dans notre série nous avons observé trois cas de pseudarthrose soit 0,4% dont 2 cas s'est compliqué d'une cassure de clou.

5. Infection :

Les fractures ouvertes étant exceptionnelles, il s'agit presque toujours d'une infection iatrogène.

Notre taux d'infection de site opératoire de 0,14% (1/673) est faible face aux 1,5% (46/3066) de Bojan [106].

L'infection du foyer de fracture, surtout au niveau sous trochantérien est un facteur favorisant le retard ou la non consolidation de la fracture, surtout s'il s'agit d'une fracture comminutive dont la réduction a été difficile, et dont la stabilisation reste imparfaite.

6. Cal vicieux :

Les cals vicieux sont dues essentiellement à une détérioration de l'ostéosynthèse, une mauvaise réduction et un délai de mise en charge trop court.

Ils peuvent associer à des degrés divers, le varus (un angle cervico-diaphysaire de face inférieur à 120°), exceptionnellement le valgus (un angle supérieur à 150°), la rotation et le raccourcissement.

7. Rupture du matériel :

Dans notre série nous avons observé deux cas de rupture du matériel soit 0,3%.

Dans la littérature récente, l'incidence rapportée de la défaillance de l'implant Gamma est entre 0% et 0,4% dans les études multicentriques [71, 120]. Le temps de rupture variait entre le 6^{ème} au 15^{ème} mois post-opératoires [71]. Elle était essentiellement retrouvée chez des patients présentant une réduction insuffisante avec un écart inter-fragmentaire important ou une pseudarthrose.

Les options pour le traitement dépendront de chaque situation particulière. La récupération de l'implant peut être très difficile, pour cette raison, nous recommandons une planification préopératoire et une technique rigoureuse. Un suivi strict est nécessaire pour prévenir la rupture d'implant, qui siège habituellement au niveau de la vis cervical définie comme une zone de faiblesse du clou.

8. Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale :

L'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale est une complication peu rapportée en rapport avec le clou centromédullaire. Bojan [106] en a trouvé 0,5% contre 0% dans notre étude. Cette complication est sans doute sous-évaluée étant donné sa survenue tardive et sa symptomatologie insidieuse.

9. Décès et mortalité :

Les complications générales bien connues des fractures de l'extrémité proximale du fémur sont dominées par une mortalité élevée. Elle semble plus élevée en cas de fracture du massif trochantérien qu'en cas de fracture du col du fémur. Pendant les deux ans qui suivent la survenue de la fracture, il existe une surmortalité. Elle prédomine dans les 3 premiers mois, avec un risque relatif de l'ordre de 2,8 par rapport à une population semblable mais sans fracture. La mortalité à un an est de 19% chez Parker [44], 32% chez Holt [121], Kukla constate une mortalité de 19% à un an, 27,5% à deux ans [122]. La mortalité de 23% à 42 mois que nous avons observée est relativement basse (**Tableau 31**).

Nous constatons que les scores prédictifs de mortalité, de dépendance et morbidité lourde étaient associés à la survenue des complications.

Le taux de mortalité, dans les fractures du massif trochantérien est très important, variant selon les séries entre 14 et 36% pendant la première année postopératoire.

Le risque de surmortalité est présent pendant les 4 à 6 mois postopératoire.

Après la première année, ce risque rejoint celui de la population d'âge comparable.

La mortalité est due à deux facteurs : d'une part à la fracture proprement dite, qui tient du terrain, et d'autre part à la chirurgie.

Hommel et al. [4] ont déterminé des facteurs influençant directement la mortalité à 12 mois de la fracture, qui sont l'âge avancé, le sexe masculin, la présence de tares associées retardant le geste opératoire y compris les pathologies psychiatriques (démence).

Tableau 31 : Taux de mortalité en fonction des séries

Auteurs	Mortalité (%)
KEMPF [38]	12,3%
PARKER [44]	19%
KUKLA [122]	27,5%
HOLT [121]	32%
CHERCHI [50]	41%
Notre série	23%

Le taux du décès dans notre série est relativement bas, ceci pourrait être expliqué par :

- La moyenne d'âge qui est relativement jeune.
- Les tares associées dans notre série qui ne représentent que 65% des cas.
- La mise en charge et lever précoce permettant d'éviter les complications du décubitus.

VII. Limites de clou gamma :

Certes le clou gamma est le gold standard dans l'ostéosynthèse des fractures du massif trochantérien et donc applicable dans la quasi-totalité des cas, cependant il a ses propres difficultés et limites.

1. Difficulté de visée idéale de la vis céphalique :

Les problèmes posés par les systèmes d'enclouage cervico-diaphysaire, en particulier le clou Gamma, sont la difficulté de visée idéale de la vis céphalique avec un trajet imposé par le clou. Pour éviter la mauvaise position de la vis, surtout dans la partie supéro-externe de la tête fémorale (qui prédispose au cutting-out, surtout dans un os porotique), il est essentiel de placer correctement la broche-guide, et de bien contrôler sa position de face et de profil avec la scopie (**Figure 84**) [28].

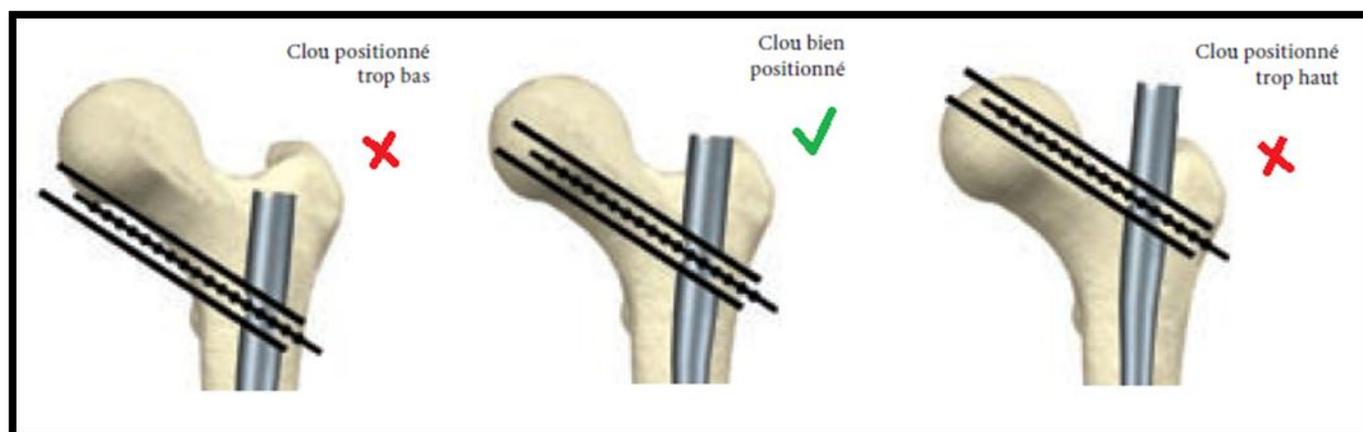


Figure 84 : Différentes positions de la vis cervicale en vue de face

2. Choix de l'indication :

A. Les fractures stables 31-A1 :

Selon Dan Putenianu [28] la DHS (Dynamic Hip Screw) est l'implant à choisir car pour la même stabilité que le clou gamma, il y a moins de complications liées à l'implantation. La DHS permet une impaction secondaire de la fracture au long de la vis céphalique, qui doit être bien positionnée au centre de la tête fémorale. Si le grand trochanter est comminutif, la plaque de stabilisation trochantérienne peut être superposée sur la plaque DHS.

B. Les fractures instables 31-A2 :

Selon Dan Putenianu [28] l'implant centromédullaire (clou gamma, PFNA et similaires) est le bon choix. De nouveau, la position correcte de la broche guide dans la tête fémorale est essentielle. La profondeur de l'insertion de la vis est également importante, pour pouvoir avoir une

bonne tenue dans l'os sous chondral. Le TAD (Tip–Apex Distance, décrit par Baumgaertner) – la somme entre les distances pointe de la vis – apex de la tête fémorale de face et de profil doit rester inférieur à 25 mm.

C. Les fractures instables avec la corticale externe fracturée A3 :

Selon Dan Putenianu [28] une planification préopératoire soigneuse est nécessaire. L'implant est choisi en fonction de l'anatomie particulière de chaque fracture : implant centromédullaire (clou gamma, PFNA), DCS (Dynamic Condylar Screw), plaque LCP anatomique pour le fémur proximal.

Quelle que soit la méthode de traitement utilisée, il peut être difficile d'obtenir une réduction satisfaisante avec une technique fermée, et il est souvent nécessaire d'effectuer une réduction ouverte.

D. Place de l'arthroplastie de hanche dans les fractures du massif trochantérien :

Si le patient avec une fracture pertrochantérienne présentait déjà une arthrose sévère avant le traumatisme, le traitement de choix est une arthroplastie totale de la hanche non plus une ostéosynthèse par un clou gamma [28].

Certains auteurs proposent la mise en place d'une prothèse de la hanche (PIH ou PTH) pour les fractures pertrochantériennes instables avec ostéoporose importante chez les patients âgés qui tolèrent mal les reprises chirurgicales puisque aucun implant qu'il soit extra ou intra médullaire, ne permet une ostéosynthèse à l'abri de nombreux déboires mécaniques [123, 124].

Selon l'étude de Haentjens [125], dans le cadre de comparaison entre les résultats obtenus par arthroplastie et ostéosynthèse par clou gamma dans la prise en charge de ces fractures, il s'avère que le taux de mortalité pour le traitement conservateur est élevé à 22%, contrairement à l'arthroplastie où celui-ci ne dépasse pas 13 %.

L'arthroplastie de la hanche constitue donc une modalité thérapeutique efficace pour le traitement de ces fractures (**Figure 85**) puisqu'elle assure de bons résultats cliniques et permet une bonne réhabilitation post opératoire à savoir une mise en charge et reprise de la marche précoce ainsi qu'un retour rapide à l'état d'activité pré fracturaire avec le moindre de complications possibles [123–124].

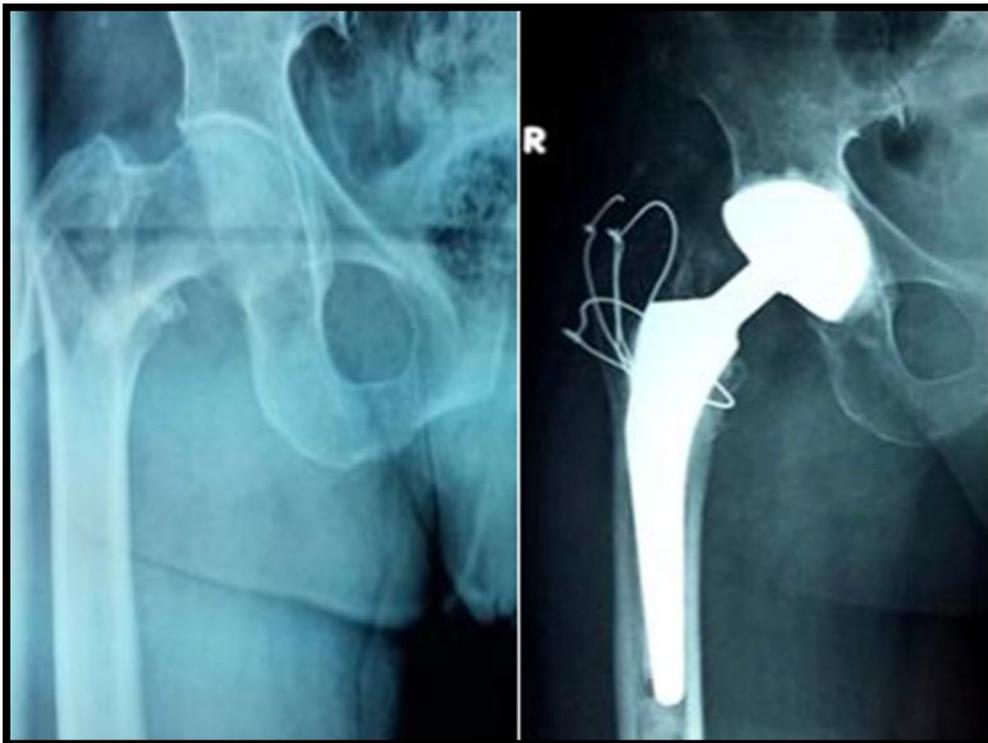


Figure 85 : Fracture pertrochantérienne instable type A2.2 traitée par PTH double mobilité cimentée avec double cerclage (Service de chirurgie traumatologique et orthopédique CHU Hassan II de Fès)

VIII. RECOMMANDATIONS

D'après l'analyse de nos résultats et de ceux de la littérature, on peut conclure que :

- la réduction de la fracture doit être acquise avant l'ostéosynthèse. Si ce n'est pas possible sans ouvrir le foyer de fracture, le chirurgien ne doit pas hésiter à ouvrir le foyer.
- Il est nécessaire de vérifier minutieusement l'instrumentation et de faire très attention en fixant le système de visée correctement au clou.
- Le sexe féminin est un facteur parmi les facteurs prédictifs du balayage de la vis cervicale.
- Le point d'entrée du clou gamma doit être centré sur la pointe du grand trochanter ou légèrement en dedans.
- Un point d'entrée du clou gamma trop externe ou trop interne est à éviter.
- La distante pointe-apex (TAD) ne doit pas dépasser 25 mm.
- Le positionnement de la vis cervicale selon l'indice de Parker doit être inférieur ou médian (< 66) sur une incidence antéropostérieure (de face).
- Le positionnement de la vis cervicale selon l'indice de Parker doit être central (médian) sur une incidence latérale (de profil).
- le méchage répétée de la diaphyse fémorale en cas de difficulté de verrouillage distal fragilise les corticales du fémur au niveau de l'extrémité distal du clou et expose la diaphyse fémorale à des fractures sur clou gamma.
- Un alésage doit être suffisant, c'est-à-dire supérieur à 2 mm au-dessus du diamètre du clou choisi.
- L'utilisation intempestive du marteau pour l'implantation du clou est à proscrire.
- La DCS ou la DHS peut être une alternative au traitement de certaines fractures du massif trochantérien par clou gamma.
- l'arthroplastie de la hanche peut être une alternative au traitement conservateur standard dans certaines situations.

CONCLUSION

Les fractures trochantériennes représentent une part très importante et croissante de la traumatologie tant en ce qui concerne leur nombre que leur coût social. En effet, les fractures du massif trochantérien constituent un véritable problème de santé publique qui ne cessera de s'amplifier en raison de la fréquence de ces fractures croissant avec l'âge.

Chez le sujet âgé, la gravité est liée aux complications de décubitus et à la déchéance physique et psychologique que risque d'entraîner une interruption brutale et prolongée d'activité, ce qui rend indispensable la réalisation d'ostéosynthèse stable autorisant la mise en charge immédiate.

Ce sont les fractures le plus fréquemment opérées, avec le taux de mortalité postopératoire le plus élevé.

Les méthodes de traitement, dont l'objectif est toujours le lever et la mise en charge précoce, pour améliorer le pronostic vital, ont beaucoup progressé.

L'avantage du clou Gamma est avant tout le lever et la reprise immédiate de l'appui sans restriction dans la majorité des cas en prenant en charge l'ensemble des sollicitations grâce à ses propriétés biomécaniques et à l'excellente tenue de son montage.

Il permet ainsi la restitution au mieux de l'état fonctionnel et favorise par conséquent la réhabilitation précoce des patients. Ceci est un atout particulièrement majeur pour les sujets âgés.

L'ostéosynthèse par clou Gamma représente une technique, ayant certes ses propres difficultés mais applicable dans la quasi-totalité des cas sans autre adjonction et sans ouverture du foyer. Sa solidité mécanique permet l'appui total précoce dans la majorité des cas.

Les cals vicieux, plus fréquents que dans l'ostéosynthèse par la DHS, restent toutefois de gravité acceptable car ils n'ont pas de retentissement fonctionnel majeur.

Tous les types de fractures trochantériennes peuvent être théoriquement traités par ce procédé. Une planification préopératoire soigneuse, une technique chirurgicale rigoureuse, la connaissance parfaite de la technique chirurgicale et l'utilisation correcte de l'ancillaire et de l'implant permettent d'éviter les complications per et postopératoires.

RESUMES

RESUME

Le clou Gamma représente le dernier perfectionnement du traitement des fractures trochantériennes selon les principes de l'enclouage centromédullaire et du foyer fermé. Malgré ses qualités mécaniques le clou gamma n'échappe pas aux critiques faites à toutes les méthodes de traitement chirurgical de ce type de fracture.

L'objectif de notre travail rétrospectif était d'évaluer les résultats du traitement chirurgical des fractures trochantériennes par le clou gamma avec une attention focalisée sur les complications liées au clou gamma et ceci en comparant nos résultats à ceux de la littérature.

Il s'agit d'une étude rétrospective menée dans le service de chirurgie traumatologique et orthopédique A du CHU Hassan II de Fès sur 673 cas de fractures du massif trochantérien colligées sur une période de 14 ans (Janvier 2003 – Janvier 2017) et traitées par clou gamma.

L'âge moyen était de 67 ans, avec une prédominance des fractures instables (76% étaient de type A2 et A3). Sur le plan radiologique la consolidation était acquise à 3 mois dans 95,5%, avec un aspect anatomique satisfaisant dans 80% des cas. 225 complications (33,4%) per et post opératoires ont été révélées, dont 18 cas ont nécessité une reprise chirurgicale. La complication majeure était le décès per ou post opératoire (153 cas). Les autres complications étaient présentées par le balayage de la vis cervicale, les fractures diaphysaires, les cals vicieux, le démontage de l'implant, la rupture de l'implant la pseudarthrose et l'échec du verrouillage distal.

L'ostéosynthèse par clou Gamma représente une technique, ayant certes ses propres difficultés mais applicable dans la quasi-totalité des cas sans autre adjonction et sans ouverture du foyer. Sa solidité mécanique permet l'appui total précoce dans la majorité des cas.

ABSTRACT

The gamma nail represents the latest improvement in the treatment of trochanteric fractures according to the principles of intramedullary nailing and closed surgical technique. In spite of its mechanical properties, the gamma nail does not escape the criticisms made to all the methods of surgical treatment of this type of fracture.

The aim of our retrospective study was to evaluate the results of the surgical treatment of trochanteric fractures by gamma nail with an attention focused on the complications related to gamma nail and this by comparing our results with those of the literature.

This is a retrospective study conducted in Department of trauma and orthopedic surgery A of Hassan II teaching hospital Fez on 673 cases of trochanteric fractures collected over a period of 14 years (January 2003 – January 2017) and treated by gamma nail.

The mean age was 67, with unstable fractures predominating (76% were type A2 and A3). Radiologically the consolidation was acquired at 3 months in 95.5%, with an anatomical appearance satisfactory in 80% of cases. 225 per and postoperative complications (33,4%) were revealed, of which 18 cases required surgical revision. The major complication was per or postoperative death (153 cases). Other complications included cut out of the lag screw, shaft fractures, malunited fractures, implant disassembly, implant breakage, nonunion, and failure of distal locking.

Osteosynthesis by gamma nail represents a technique, having certainly its own difficulties but applicable in almost all cases without further addition and without opening the site. Its mechanical strength allows early weight-bearing in the majority of cases.

ملخص

يمثل مسمار غاما أحدث تقنية في علاج الكسور المدورية وفقا لمبادئ التسمير الداخلي والجراحة المغلقة. وعلى الرغم من مزاياه الميكانيكية، فإن مسمار غاما لا يفلت من النقد الذي يشمل جميع طرق العلاج الجراحي لهذا النوع من الكسور.

كان الهدف من دراستنا هو تقييم نتائج علاج هذه الكسور بواسطة مسمار غاما مع التركيز على المضاعفات المتعلقة بمسمار غاما.

هذه دراسة بأثر رجعي أجريت في قسم جراحة العظام والمفاصل أ بالمستشفى الجامعي الحسن الثاني بفاس حول 673 حالة كسر على مدى 14 عاما (يناير 2003 - يناير 2017) والتي تم علاجها بواسطة مسمار غاما.

كان متوسط العمر 67 سنة، مع كسور غير مستقرة في الغالب (76 % من النوعين A2 وA3). من الناحية الإشعاعية، تم الحصول على الالتئام في 3 أشهر في 95.5 % من الحالات، مع مظهر تشريحي جيد في 80 % من الحالات. تم الكشف عن 225 مضاعفات اثناء وبعد الجراحة (33,4%)، منها 18 حالة تتطلب مراجعة جراحية. شكلت الوفاة بعد الجراحة اهم هذه المضاعفات الرئيسية (153 حالة). المضاعفات الأخرى شملت انفصال وازاحة المسمار العنقي، الكسور حول مسمار غاما، الالتئام غير العادي، انفصال مسمار غاما، تكسر مسمار غاما، عدم الالتئام، وفشل التسمير السفلي.

يشكل التثبيت بواسطة مسمار غاما عملية بالتأكد لديها صعوبات خاصة بها لكنها ممكنة في غالبية الحالات بدون جراحة مفتوحة. قوة المسمار الميكانيكية تسمح بالدعم الكلي المبكر في غالبية الحالات.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]: **ISIDA R, BARIATINSKY V, KERN G, DEREUDRE G, DEMONDION X, CHANTELOT C.** Prospective study of the reproducibility of X-rays and CT scans for assessing trochanteric fracture comminution in the elderly: a series of 110 cases.
Eur J Orthop Surg Traumatol. 2015 Oct;25(7):1165–70.
- [2]: **TSAI SW, CHEN CF, WU PK, HUANG CK, CHEN WM, CHANG MC.**
Does implant selection impact postoperative complications following hip arthroplasty for failed intertrochanteric fractures? A retrospective comparative study.
Artif Organs. 2016 Aug;40(8):798–804.
- [3]: **UNGER AC, WILDE E, KIENAST B, JÜRGENS C, SCHULZ AP.**
Treatment of trochanteric fractures with the gamma3 nail – methodology and early results of a prospective consecutive monitored clinical case series.
Open Orthop J. 2014 Dec 29;8:466–73.
- [4]: **HOMMEL A, ULANDER K, BJORKELUND KB, NORRMAN PO, WINGSTRAND H, THORNGREN KG.**
Influence of optimised treatment of people with hip fracture on time to operation, length of hospital stay, reoperations and mortality within 1 year.
Injury. 2008 Oct;39(10):1164–74.
- [5]: **HALEEM S, LUTCHMAN L, MAYAHI R, GRICE JE, PARKER MJ.**
Mortality following hip fracture: trends and geographical variations over the last 40 years.
Injury. 2008 Oct;39(10):1157–63.
- [6]: **ARNAOUT A, BEYA B, DELPLACE J, VIAL D, LECESTRE P.**
Ostéosynthèse des fractures de la région trochantérienne par clou gamma.
Acta Orthop Belg. 1993;59(1):30–9
- [7]: **SOUCANYE DE LANDEVOISIN E, BERTANI A, CANDONI P, CHARPAIL C, DEMORTIERE E.**
Proximal femoral nail antirotation (PFN-ATM) fixation of extra-capsular proximal femoral fractures in the elderly: retrospective study in 102 patients.
Orthop Traumatol Surg Res. 2012 May;98(3):288–95.
- [8]: **DOCQUIER PL, MANCHE E, AUTRIQUE JC, GEULETTE B.**
Complications associated with gamma nailing. A review of 439 cases.
Acta Orthop Belg. 2002 Jun;68(3):251–7.

[9]: FORTHOMME JP, COSTENOBLE V, SOETE P, DOCQUIER J.

Treatment of trochanteric fractures of the femur using the gamma nail (apropos of a series of 92 cases).

Acta Orthop Belg. 1993;59(1):22–9.

[10]: ROUVIERE H, DELMAS A.

Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle.

Elsevier Masson Tome 3;1992:309–312.

[11]: DUFOUR M.

Anatomie de l'appareil locomoteur – membre inférieur.

Elsevier Masson Tome 1;2015.

[12]: BOUCHET A, CUILLERET J.

Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle (le membre supérieur et inférieur).

SIMEP Tome 3;1990:1459–1473.

[13]: BEJUI–HUGUES J.

Ostéosynthèse des fractures trochantériennes.

Conférence d'enseignement de la SOFCOT 1994;46:1–18.

[14]: BARSOTTI J, DUJARDIN C.

Guide pratique de traumatologie.

Masson 1990.

[15]: ODRI G A.

Les moyens d'union de l'articulation coxo–fémorale.

Laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Nantes 2006.

[16]: KAMINA P.

Anatomie clinique (anatomie générale et membres).

Maloine Tome 1;2005.

[17]: CHOQUET O., ROCHWERGER A., DROUART A., GUITOUKOULOU M.

Analgésie pour la chirurgie de la hanche ; blocs fémoraux.

Le praticien en anesthésie réanimation, 2002, 6(3), p :164–8.

[18]: JEAN – LUC LERAT.

Orthopédie Sémiologie et traumatologie de la hanche.

Faculté de Médecine Pitié–Salpêtrière, DCEM 2009–2010.

[19]: KAPANDJI I.

Physiologie articulaire.

Librairie Maloine, tome deux cinquième édition, 1981, p:11–73

[20]: PAUWELS F.

Biomechanique of the normal and diseaded hip. Theorical foundation, technique and resultat of traitement.

Springerverlag Berlin 1979.7.

[21]: Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J.

Frailty in older adults: evidence for a phenotype.

J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001 Mar;56(3):M146–156.

[22]: Couris CM, Chapurlat RD, Kanis JA, Johansson H, Burlet N, Delmas PD.

FRAX® probabilities and risk of major osteoporotic fracture in France.

Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos

Found USA. 2012 Sep;23(9):2321–7.

[23]: COURIS CM, DUCLOS A, RABILLOUD M, COURAY–TARGE S, ECOCHARD R, DELMAS PD.

A seventy percent overestimation of the burden of hip fractures in women aged 85 and over.

Bone. 2007 Nov; 41(5):896–900.

[24]: MARAVIC M, TAUPIN P, LANDAIS P, ROUX C.

Change in hip fracture incidence over the last 6 years in France.

Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos

Natl Osteoporos Found USA. 2011 Mar;22(3):797–801.

[25]: HAENTJENS P, MAGAZINER J, COLON–EMERIC CS, VANDERSCHUEREN D, MILISEN K, VELKENIERS B.

Meta–analysis: excess mortality after hip fracture among older women and men.

Ann Intern Med. 2010 Mar 16; 152(6):380–90.

[26]: Richmond J, Aharonoff GB, Zuckerman JD, Koval KJ.

Mortality risk after hip fracture.

J Orthop Trauma. 2003 Jan; 17(1):53-6.

[27]: FINSEN V, JOHNSEN LG, TRANØ G, HANSEN B, SNEVE KS.

Hip fracture incidence in central Norway: a followup study.

Clin Orthop. 2004 Feb;(419):173-8.

[28]: PUTINEANU D.

Les fractures pertrochantériennes.

Service d'orthopédie des cliniques universitaires Saint-Luc (Bruxelles-Woluwe) 2013.

[29]: P. KANNUS ET AL.

Hip fracture epidemiology

Bone Vol. 18, No. 1, Supplement January 1996:57S-63S.

[30]: CHA S.

Ostéoporose, arthrose et lombalgies. Formation Activité Physique et Pathologies chroniques 2016

http://www.campus-sport-bretagne.fr/wp-content/uploads/Troubles-musculo-squelettiques_S.CHA_.pdf

[31]: MELTON LJ 3RD.

Hip fractures: a worldwide problem today and tomorrow.

Bone. 1993;14 Suppl 1:S1-8.

[32]: CUMMINGS SR, BLACK DM,NEVITT MC,BROWNER W,CAULEY J, ENSRUD K.

Bone density at various sites for prediction of hip fractures.

Lancet 1993 ; 341 : 72-75

[33]: WEHREN L, MAGAZINER J. PREVENTION OF FALLS. IN : OBRANT KJ ED.

Management of fractures in severely osteoporotic bone.

London : Springer-Verlag, 2000 : 333-352].

[34]: KANIS JA, JOHNELL O, DE LAET C, JONSSON B, ODEN A, OGELSBY AK.

International variations in hip fracture probabilities: implications for risk assessment.

J Bone Miner Res2002;17:1237-1244

[35]: CUMMINGS SR, NEVITT MC, BROWNER WS, STONE K, FOX KM, ENSRUND KE.

Risk factors for hip fractures in white woman.

N Engl J Med 1995 ; 322 : 767–773].

[36]: Dargent–Molina P, Favier F, Grandjean H, Baudoin C, Schott AM, Hausherr E.

Fall–related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study.

Lancet 1996 ;348 : 145–149]

[37]: MAURIN A., VIENNET A.

Anesthésie réanimation des blessés porteurs d'une fracture trochantérienne ou peritrochantérienne.

Cahiers d'enseignement de la S.O.F.C.O.T 1999, n°69 : 191–201.

[38]: KEMPF I., GROSSE A., TAGLANG G., FAVREUL E.

Le clou gamma dans le traitement à foyer fermé des fractures trochantériennes.

Rev Chir Orthop. 1993; 79 : 29–40.

[39]: NAZARIAN S.

Bilan et classification des fractures de l'extrémité proximale du fémur. Springer–Verlag 2000, P : 11–28.

[40]: OBERT L, ELIAS B.E.

Nosologie, mécanisme, classification des fractures purement traumatiques.

Cahier d'enseignement de la SOFCOT, 1999, 69, pages : 1–13.

[41]: HAMAMA J.

Le traitement de la région trochantérienne par le clou Gamma.

Thèse de médecine Rabat, 2002, n°258.

[42]: BHANDARI M, SCHEMITSCH E, JÖNSSON A, ZLOWODZKI M, HAIDUKEWYCH GJ.

Gamma nails revisited: gamma nails versus compression hip screws in the management of intertrochanteric fractures of the hip: a meta–analysis.

J Orthop Trauma. 2009; 23(6):460–4.

[43]: KEMPF I, GROSSE A, TAGLANG G.

Le clou Gamma.

Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, 2007,69, P : 47–53.

[44]: PARKER MJ, HANDOLL HH.

Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures.

Cochrane Musculoskeletal injuries Group Cochrane Database of Systematic Reviews,2010.

[45]: SIMON H B, PATEL A B, BIRCHER M, CALVERT P T.

Fixation Of Intertrochanteric Fractures Of The Femur.

Journal of Bone and Joint Surgery(J.B.J.S) 1991, Vol 73-B (2) 330-34.

[46]: VANNINEUSE A, FONTAINE C.

Fractures de l'extrémité proximale du fémur.

Springer,2000.

[47]: TRAFTON PG.

Subtrochanteric intertrochanteric femoral fractures

Orthop Clin North Am. 1987 Jan;18(1):59-71.

[48]: KEMPF I, GROSSE A, TAGLANG G.

Le clou Gamma.

Cahier d'enseignement de la SOFCOT no 39-1990 -Expansion Scientifique Française

[49]: YAO MS, WANG CJ, YETTRAM AL, PROCTER P.

The structural integrity of a gamma nail.

journal of biomechanics 1998; vol1(1).

[50]: CHERCHI L.

Complications de l'ostéosynthèse des fractures du massif trochantérien par clou Gamma™ de troisième génération : Expérience strasbourgeoise d'une année.

Thèse de médecine Strasbourg, 2013, n°87.

[51]: GARCH A, RAHMI M, LAMINE A, LATIFI M, LARGAB A, TRAFEH M.

Le clou gamma dans le traitement des fractures trochantériennes.

maghreb médical 1999;332:22-6

[52]: FAVREUL E.

Le clou gamma.

Thèse Doctorat Médecine, Strasbourg; 1991, n°12

[53]: RACHID K, CHKOURA M, MOUDENE A.

Traitement des fractures trochantériennes par clou gamma à propos de 40 cas
Médecine du Maghreb n 119.

[54]: ROSENBLUM SF, ZUCKRMAN JD, KUMMER FJ, RAM BS.

A biomechanical evaluation of the Gamma nail.
J Bone Joint Surg [br]; 1992, 74-B:352-7.

[55]: TAGLANG G, LEUNG KS.

Clou gamma3™ 180. Technique opératoire.
Stryker France; 2009.

[56]: KEMPF I, LEUNG KS, GROSSE A, HAARMAN HJTM, SEIDEL H, TAGLANG G.

Practice of intramedullary locked nails. Scientific basis and standard techniques.
Berlin ; New York: Springer; 2002.

[57]: TAGLANG G, SCHENCK B, AVEROUS C.

Les clous gamma (standard, trochanteric et long): trucs et astuces de la technique opératoire.
Maîtrise Chir Orthopédique.1998 juin; 75.

[58]: FUCHTMEIER B, HENTE R, MAGHSUDI M AND NERLICH M.

Repositioning femoral neck fracture in younger patients. Valgus or anatomic reposition?
Unfallchirurg 2001; 104: 1055-60

[59]: PIBAROT V , BEJUI-HUGUES J.

Fractures du massif trochantérien (prothèse fémorale exceptée)
Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales- Orthopédie- Traumatologie, 2001 , 44-620,

[60]: TURGUT A, KALENDERER O, GÜNAYDIN B, ÖNVURAL B, KARAPINAR L, AĞUŞ H.

Fixation of intertrochanteric femur fractures using Proximal Femoral Nail Antirotation (PFNA) in the lateral decubitus position without a traction table.
Acta Orthop Traumatol Turc. 2014;48(5):513-20.

[61]: BAUMGAERTNER MR, CURTIN SL, LINDSKOG DM, KEGGI JM.

The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip.
J Bone Joint Surg Am. 1995 Jul; 77(7):1058-64.

[62]: THOMAS AP.

Dynamic hip screws that fail.

Injury. 1991 Jan;22(1):45–6.

[63]: PARKER MJ.

Cutting out of the dynamic hip screw related to its position.

J Bone Joint Surg 1992;74B:625.

[64]: BARTONÍČEK J, DOUSA P, KRBEČ M.

Complications of osteosynthesis of proximal femur fractures by the gamma nail

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 1998;65(2):84–9.

[65]: MOEHRING HD, NOWINSKI GP, CHAPMAN MW, VOIGTLANDER JP.

Irreducible intertrochanteric fractures of the femur

Clin Orthop Relat Res. 1997 Jun;(339):197–9.

[66]: D. WAAST, D. TOURAINE.

Les fractures du massif trochantérien chez les sujets âgés de plus de 75ans.

Société d'orthopédie et traumatologie de l'ouest, Réunion annuelle 2006.

[67]: RANTANEN J, ARO HT.

Intramedullary fixation of high subtrochanteric femoral fractures: a study comparing two implant designs, the Gamma nail and the intramedullary hip screw.

J Orthop Trauma. 1998 May;12(4):249–52.

[68]: CALVERT PT.

Use of the gamma nail for fixation of proximal femoral fractures.

Seminars in orthopaedics 1990,5:101–106

[69]: SOMMERS MB, ROTH C, HALL H, KAM BC, EHMKE LW, KRIEG JC, MADEY SM, BOTTLANG M.

A laboratory model to evaluate cutout resistance of implants for pertrochanteric fracture fixation.

J Orthop Trauma. 2004 Jul;18(6):361–8.

[70]: GADEGONE WM, SALPHALE YS.

Proximal femoral nail –an analysis of 100 cases of proximal femoral fractures with an average follow up of 1 year.

Int Orthop. 2007 Jun;31(3):403–8.

[71]: GAEBLER C, STANZL-TSCHEGG S, TSCHEGG EK, KUKLA C, MENTH-CHIARI WA, WOZASEK GE, HEINZ T.

Implant failure of the gamma nail.

Injury. 1999 Mar;30(2):91-9.

[72]: SERAL B, GARCIA JM, CEGOÑINO J, DOBLARE M, SERAL F.

Finite element study of intramedullary osteosynthesis in the treatment of trochanteric fractures of the hip: Gamma and PFN.

Injury. 2004 Feb;35(2):130-5.

[73]: EKSTROM W, NEMETH G, SAMNEGARD E, DALEN N, TIDERMARCK J.

Quality of life after a subtrochanteric fracture: a prospective cohort study on 87 elderly patients.

Injury Int J care Injured 2009;40:371-6.

[74]: MORGAN C-G, TAYLOR A-M, WENN R-T.

Early mortality after hip fracture : is delay before surgery important ?

J Bone Joint Surg AM, 2005, (87) ; 483-489.

[75]: FOSS N-B, KEHLET H.

Short term mortality in hip fracture patients admitted during weekends and holiday. J

Anasth BR, 2006, (96); 450-454.

[76]: PARKER MJ, PRYOR GA, ANAND JK, LODWICK R, MYLES JW.

A comparison of presenting characteristics of patients with intracapsular and extracapsular proximal femoral fractures.

J R Soc Med. 1992 Mar;85(3):152-5.

[77]: MERLE D'AUBIGNE R.

Cotation chiffrée de la fonction de la hanche.

Rev. Chir. Orthop. Réparation de l'appareil locomoteur (Paris) 1997, 56 (5): 481-486.

[78]: SIDI A, LOBATO EB, COHEN JA.

The American Society of Anesthesiologists' Physical Status: category V revisited.

J Clin Anesth. 2000 Jun;12(4):328-34.

[79]: MÜLLER ME.

Classification and international AO–documentation of femur fractures.

Unfallheilkunde. 1980 May;83(5):251–9.

[80]: TERVER S., CHARBONNEL S., LECOSTUMER F., PELLETIER A.

Epidémiologie des fractures de l'extrémité supérieure du fémur.

Fractures de l'extrémité proximale du fémur, 2000, p : 208–1.

[81]: LUIGI M, ANTONIO M, FRANCESCA M, ENRICO.

Predictors of cut–out after cephalomedullary nail fixation of pertrochanteric fractures: a retrospective study of 813 patients.

Journal of Orthopaedic and Trauma Surgery 2017

[82]: ANTONIO L, EDUARDO J, DANIEL I, ANTONIO H.

Predictive factors for cutting–out in femoral intramedullary nailing. Injury,

Int. J. Care Injured 41 (2010) 1312–1316

[83]: TSAI SW, LIN CJ, TZENG YH, LIN CC, HUANG CK, CHANG MC, CHIANG CC.

Risk factors for cutout failure of Gamma3 nails in treating unstable

Intertrochanteric fractures: An analysis of 176 patients.

J Chin Med Assoc. 2017 Sep;80(9):587–594

[84]: JOSSO–MOSQUEDA J.G, JURIN R., FROSSARD M., TOURNE Y., COUTURIER P., FRANCO A.

Responsabilité de l'ostéoporose dans les fractures du massif trochantérien.

Cahiers d'enseignement de la S.O.F.C.O.T 1999, n° 69 : 14–24

[85]: CZERNICHOW P., THOMINE J.M., ERTAUD A.

Pronostic vital des fractures de l'extrémité supérieure du fémur. Etude chez 506 patients de 60 ans et plus.

Revue de chirurgie orthopédique, 1990, 76, N°3, p :161–169.

[86]: GIRAUD B, DEHOUX E, JOVENIN M, MADI K, HARISBOURE A, USANDIZAGA G.

Pertrochanteric fractures : a randomized prospective study comparing dynamic screw plate and intramedullary fixation.

[87]: PAJARINEN J, LINDAHL J, MICHELSSON O, SAVOLAINEN V, HIRVENSAALO E.

Pertrochanteric femoral fractures treated with a dynamic hip screw or a proximal femoral nail.

J Bone Joint Surg Br. 2005 Jan;87(1):76–81.

[88]: SAARENPAI I, HEIKKINEN T, RISTINIEMI J.

Functional comparison of the dynamic hip screw and the gamma locking nail in trochanteric hip fractures: a matched pair study of 268 patients.

International orthopaedics (SICOT) 2009 ; 33:255–260.

[89]: LAOHAPOONRUNGSEE A, ARPORNCHAYANON O, PHORNPOTKUL C.

Two-hole side-plate DHS in the treatment of intertrochanteric fracture : Results and complications.

Injury 2005,36 ,1355–1360.

[90]: ROSENCHE N.

Anesthésie et réanimation en chirurgie orthopédique, pp31–5, pp56–9 Boulogne, Laboratoires Jansen, 1997.

[91]: SAMMAMA CM.

Prévention des thromboses veineuses en orthopédie.

L'anesthésie pour chirurgie orthopédie, pp.1–9. Paris ,Arnette 1997.

[92]: DUBRANA F, POUREYRON Y, TRAM J, GENESTET M, RIZZO C, LENEN D.

Enclouage par clou Gamma long dans les fractures sous-trochantériennes et trochantéro-diaphysaires de l'adulte.

Rev Chir Orthop, 2002, 88 : 264–270.

[93]: BENDRA K.

L'intérêt du clou Gamma long dans les fractures trochantéro-diaphysaires.

Thèse Doctorat Médecine, Casablanca ; 2003, n° 273, 109 pages.

[94]: PALM H, LYSÉN C, KRASHENINNIKOFF M.

Intramedullary nailing appears to be superior in pertrochanteric hip fractures with a detached greater trochanter, 311 consecutive patients followed for 1 year.

Acta Orthopaedica 2011; 82 (2): 166–170.

[95]: ADAMS CI, ROBINSON CM, COURT – BROWN CM, MCQUEEN MM.

Prospective randomized controlled trial of an intramedullary nail versus dynamic screw and plate for intertrochanteric fractures of the femur.

J Orthop Trauma, 2001; 15: 394–400.

[96]: FOULOGNE E, GILLERON M, ROUSSIGNOL X, DUJARDIN F.

Etude prospective cas-témoin comparant les synthèses par enclouage mini-invasif et vis-plaque dans les fractures de la région trochantérienne.

Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique (2009) 95,725–732.

[97]:KUZYK PR, BHANDARI M, MCKEE MD, RUSSELL TA, SCHEMITSCH EH.

Intramedullary versus extramedullary fixation for subtrochanteric femur fractures.

J Orthop Trauma. 2009 Jul;23(6):465–70.

[98]: LOUBIGNAC F, PINON P, PRAUD Y, CHIDIAC A, MEYER E, MOUMAS G.

Ostéosynthèse à foyer fermé des fractures trochantériennes instables.

Rev Chir Orthop 2004;90:5.

[99]: SARAGAGLIA D., BENNAMMAR N., SARTORIUS C.

La vis plaque BHP dans l'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité supérieure du fémur.

Journal de chirurgie (paris), 1986, n 3, p : 171–177

[100]: SADOWSKI CH, LUBBEKE A, SAUDAN M.

Treatment of reserve oblique and transverse intertrochanteric fractures with use of an intramedullary nail or a 95° screw plate.

[101]: CHEVALLE Y.F.

Fractures proximale du fémur, fixation et enclouage, résultats d'une série consécutive de 28 clous gamma long.

Revue médicale de la suisse romande, 1996, 116, p :65–70.

[102]: PENOT P., BEZON E., LENEN D.

Ostéosynthèse des fractures du massif trochantérien. A propos de 390 fractures.

Revue de chirurgie orthopédique, 1992, p :171.

[103]: BADILA A.E., RADULESCU R., NUTIU O., POPESCU D., DINULESCU I.

Clou gamma versus DHS dans le traitement des fractures sous trochantériennes

Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique Vol 90, N° sup5–Septembre 2014
p1181

[104]: ANDRUSZKOW H, FRINK M, FROMKE C, MATITYAHU A, ZECKEY C, MOMMSEN P.

Tip apex distance, hip screw placement, and neck shaft angle as potential risk factors for cut-out failure of hip screws after surgical treatment of intertrochanteric fractures.

Int Orthop 2012;36:2347e54.

[105]: LOBO-ESCOLAR A, JOVEN E, IGLESIAS D, HERRERA A.

Predictive factors for cutting-out in femoral intramedullary nailing.

Injury 2010;41:1312e6.

[106]: BOJAN AJ, BEIMEL C, TAGLANG G, COLLIN D, EKHOLM C, JÖNSSON A.

Critical factors in cut-out complication after gamma nail treatment of proximal femoral fractures.

BMC Musculoskelet Disord. 2013; 14(1):1.

[107]: PAPASIMOS, C. M. KOUTSOJANNIS, A. PANAGOPOULOS, P. MEGAS, AND E. LAMBIRIS.

A Randomised Comparison of Ambi, TGN and PFN for Treatment of Unstable Trochanteric Fractures

Arch Orthop Trauma Surg, 125 (2005), 462–8

[108]: ABRAM SGF, POLLARD TCB, ANDRADE AJMD.

Inadequate “three-point” proximal fixation predicts failure of the Gamma nail.

Bone Jt J. 2013 Jun; 95–B(6):825–30.

[109]: GABRILE G, GIOVANNI M, CRISTIAN T, GIAN LUIGI S, PAOLO B, FABIO C.

Causes and treatments of lag screw's cut out after intramedullary nailing osteosynthesis for trochanteric fractures.

Acta Biomed 2014; Vol. 85, N. 2: 135–143

[110]: PO-CHENG L , SHANG-WON Y, PANG-HSIN H, TAI-YUAN C.

Treatment of early cut-out of a lag screw using a trochanter supporting plate: 11 consecutive patients with unstable intertrochanteric fractures.

Arch Orthop Trauma Surg (2004) 124 : 119–122

[111]: TATSUYA F, SHUN N, MASAHIKO H.

Tip–Apex Distance Is Most Important of Six Predictors of Screw Cutout After Internal Fixation of Intertrochanteric Fractures in Women.

JBJS Open Access d 2017:e0022.

[112]: DE BRUIJN K, DEN HARTOG D, TUINEBREIJER W, ROUKEMA G.

Reliability of predictors for screw cutout in intertrochanteric hip fractures.

J Bone Joint Surg Am. 2012 Jul

18; 94(14):1266–72.

[113]: PAUL J. PARK, BA, DOUGLAS S. WEINBERG, KATHLEEN F. PETRO, LIU.

An Anatomic Study of the Greater Trochanter Starting Point for

Intramedullary Nailing in the Skeletally Immature

J Pediatr Orthop 2015;

[114]: OSTRUM MD, ANDREW MARCANTONIO, DO, AND ROBERT MARBURGER, RN.

A Critical Analysis of the Eccentric Starting Point for Trochanteric Intramedullary Femoral Nailing.

J Orthop Trauma 2005;19:681–686

[115]: PERVEZ J. PARKER, SARAH V.

Prediction of fixation failure after sliding hip screw fixation.

Injury, Int. J. Care Injured (2004) 35, 994—998

[116]: MAINDS CC, NEWMAN RJ.

Implant failures in patients with proximal fractures of the femur treated with sliding screw device.

Injury 1989; 20:98–100

[117]: DAVIS TRC, SHERJL, HORSMAN A.

Intertrochanteric femoral fractures : Mechanical failure after internal fixation

J Bone Joint Surg [br] 19990 ;72–B :26–31

[118]: VINAY P, SHYAM K, ASTER A, WILLIAM H.

Review of methods to quantify lag screw placement in hip fracture fixation.

Acta Orthop. Belg., 2005, 71, 260–263

[119]: NORRIS R, BHATTACHARJEE D, PARKER MJ.

Occurrence of secondary fracture around intramedullary nails used for trochanteric hip fractures: A systematic review of 13,568 patients.

Injury. 2012 Jun;43(6):706–11.

[120]: BORIANI S, DE IURE F, BETTELLI G, SPECCHIA L, BUNGARO P, MONTANARI G, CAPELLI A, CANELLA P, REGNOLI R, TRISCARI C.

The results of a multicenter Italian study on the use of the Gamma nail for the treatment of pertrochanteric and subtrochanteric fractures: a review of 1181 cases.

Chir Organi Mov. 1994 Apr–Jun;79(2):193–203.

[121]: HOLT G, NUNAG P, DUNCAN K, GREGORI A.

Outcome after short intramedullary nail fixation of unstable proximal femoral fractures.

Acta Orthopædica Belg. 2010; 76(3):347.

[122]: KUKLA C, HEINZ T, GAEBLER C, HEINZE G, VECSEI V.

The standard Gamma nail: a critical analysis of 1,000 cases.

J Trauma. 2001 Jul; 51(1):77–83.

[123]: KOUVALCHOUK JF, ALBOUNNI S.

Traitement des fractures trochantériennes par prothèse fémorale.

Encyclopédie médico-chirurgicale, 44–623, 1998.

[124]: ROSPLO B., FOURNEAU I.

Intertrochanteric fractures : internal fixation or prosthetic replacement.

Acta.orthop.belgic.2000, 66, p:34–40.

[125]: PHAENTJENS P, CASTELEYN PP, DE BOEK P, HANDELBERG F, OPDECAM P.

Treatment of Unstable Intertrochanteric and Subtrochanteric Fractures in Elderly. Primary Bipolar Arthroplasty Compared with Internal Fixation.

Journal of Bone and Joint Surgery, Vol. 71, No. 8, 1989, pp. 1214– 1225