



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+05246011 +0151151 8 +060301
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2019

Thèse N° 195/19

FRACTURE DE LA DIAPHYSE FEMORALE (A propos de 33 cas)

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 21/11/2019

PAR

Mlle. SAHIMI HAJAR

Née le 23 Mars 1995 à Meknès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLÉS :

Fracture – Haute énergie – Diaphyse fémorale – Ostéosynthèse – Enclouage centro-médullaire

JURY

M. AMHAJJI LARBI..... PRESIDENT
Professeur de Traumatologie-orthopédie

M. LOUSTE JAMAL..... RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

M. ZEJJARI HASSANE..... } JUGES
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

M. BOULAHROUD OMAR..... }
Professeur agrégé de neurochirurgie

PLAN

Introduction	8
Matériel et méthodes	11
1-Matériel.....	12
2-Méthodes	12
3-Résultat.....	17
1-Sexe	18
2-L'age	19
3-Etiologie	20
4-Le mécanisme.....	21
5-Le coté atteint.....	22
6-Les signes cliniques	23
7-Le type de la fracture	23
8-Le siege du trait de la fracture.....	24
9-Le type anatomopathologique	25
10-Le déplacement	26
11-Les lésions associées	27
12-Traitement chirurgical.....	28
13-La durée d'hospitalisation	29
14-Complications.....	30
Discussion	31
Rappels	32
Definition des fractures de la diaphyse femorale.....	32
Epidémiologie	33
Rappel anatomo-histologique	33
3-1-Ostéologie	33

3-1-1-Anatomie descriptive.....	34
3-1-1-1-Description du corps	35
3-1-1-2-Description des extrémités.....	37
3-1-2-Anatomie architecturale	42
3-2-Articulation	44
3-2-1-Articulation coxo-fémorale	46
3-2-2-Articulation du genou	46
3-3-La myologie : la cuisse.....	49
3-3-1-Les groupes musculaires.....	49
3-3-1-1-Groupe musculaire antérieur	49
3-3-1-2-Groupe musculaire médial.....	50
3-3-1-3-Groupe musculaire postérieur	51
3-3-2-Insertions musculaires	53
3-3-2-1-La diaphyse.....	53
3-3-2-2-L'épiphyse proximale	54
3-3-1-1-L'épiphyse distale	54
3-4-Vascularisation	54
3-4-1-Artères	54
3-4-2-Les veines.....	57
3-4-3-Les vaisseaux lymphatiques	58
3-5-Innervation de la cuisse	58
Biomécanique.....	61
4-1-Axes de la diaphyse fémorale	61
4-2-Biomécanique	61
Anatomopathologie.....	64
5-1-Etiologie et mécanisme	64

5-1-1-Etiologie	64
5-1-2-Mécanisme.....	64
5-2-Anatomopathologique	66
5-2-1-Classification des lésions osseuses	76
5-2-2-Classification des lésions cutanées	76
5-2-2-1-Fractures fermées	76
5-2-2-2-Fractures ouvertes	76
Diagnostic	80
1-Diagnostic clinique	80
1-1-Recherche d'un état de choc hémorragique	80
1-2-Interrogatoire	80
1-3-Examen général	82
1-4-Examen de l'appareil locomoteur	82
1-5-Examen locorégional.....	84
2-Mesures immédiates.....	86
3-Examens complémentaire.....	86
3-1-Bilan radiologique	86
3-2-Bilan biologique	86
3-3-ECC	87
4-Formes cliniques	89
4-1-Fracture du fémur chez l'enfant	92
4-2-Fracture pathologique du fémur	92
4-3-Fracture itérative.....	93
Evolution et complications	94
1-La consolidation osseuse	94
1-1-La consolidation indirecte ou secondaire	94

1-1-1-La phase d'union	95
1-1-2-La période de remodelage – modelage	96
1-2-La consolidation directe ou perpriman	97
2-Les complications.....	97
2-1-Les complications immédiates	97
2-1-1-Choc hypovolémique.....	97
2-1-2-Ouverture cutanée	98
2-1-3-Lésion vasculaire et nerveuse	98
2-1-4-Lésions osseuses associées	100
2-1-5-Embolie graisseuse et syndrome d'embolie graisseuse	106
2-2-Les complications secondaires.....	107
2-2-1-Complications thromboemboliques	107
2-2-2-Infections.....	109
2-2-3-Complications mécaniques	111
2-2-Les complications tardives	112
2-3-1-Retard de consolidation	112
2-3-2-La pseudarthrose.....	112
2-3-3-Le cal vicieux.....	115
2-3-4-Raideur articulaire	116
2-3-5-La fracture itérative.....	117
Prise en charge thérapeutique	118
1-But du traitement	118
2-Principes généraux.....	118
3-Les méthodes thérapeutiques	119
3-1-Traitement médical	119
3-2-Traitement orthopédique	119

3-3-Traitement chirurgicale	121
3-3-1-Principes généraux des ostéosynthèses	138
3-3-2-Type d'ostéosynthèse	140
3-3-2-1-L'enclouage centromédullaire	142
3-3-2-2-Ostéosynthèse par plaques vissés	146
3-3-2-3- Ostéosynthèse externe	159
3-4-Traitement des complications à distance	160
3-4-1-Traitement des pseudarthroses	160
3-4-2-Traitement du cal vicieux	161
3-4-3-Traitement des raideurs du genou.....	162
4-La rééducation.....	162
4-1-Objectif	162
4-2-Les étapes de la rééducation	162
Discussion	165
1-Epidémiologie	166
1-1-Age.....	166
1-2-Sexe.....	166
1-3-Coté atteint.....	167
2-Mécanisme et étiologie	168
2-1-Les étiologies	168
2-2-Mécanisme.....	168
3-Clinique	169
4-Etude radiologique	170
4-1-Siège du trait de fracture.....	170
4-2-Type du trait de fracture.....	170
5-Traitement	171

5-1-Techniques chirurgicales	171
5-2-Les suites post opératoires	171
5-3-La durée d'hospitalisation	171
6-Les complications.....	172
7-Résultats globaux à long terme	174
Iconographie.....	175
Conclusion et recommandations	192
Résumé.....	195
Bibliographie.....	199

INTRODUCTION

Les fractures de la diaphyse fémorale sont un grand classique de la traumatologie et constituent une préoccupation majeure dans les hôpitaux . Ces fractures sont très fréquentes en raison de la recrudescence des accidents de la circulation routière ; ce qui explique leur survenue chez les polytraumatisés présentant d'autres traumatismes graves qui menacent la vie du blessé.

Les fractures de la diaphyse fémorale se voient à tout âge, mais sont plus particulièrement fréquentes chez les jeunes adultes actifs et peuvent compromettre leur avenir fonctionnel par les complications qu'elles entraînent.

Le mécanisme de ces fractures n'est pas univoque et oscille entre lésion à haute énergie chez l'adulte jeune et lésion à basse énergie chez les personnes âgées [1].

Les fractures diaphysaires chez l'enfant sont différentes de celles de l'adulte pour deux raisons essentielles:

- D'une part, l'épaisseur du périoste et l'élasticité de l'os chez l'enfant entraînent des lésions traumatiques de type anatomique particulier.
- D'autre part, la rapidité relative de consolidation et la possibilité de remodelage pendant la croissance justifient une attitude thérapeutique différente de celle de l'adulte. Le remodelage de l'os en croissance permet la correction de certaines imperfections de réduction et par conséquent la récupération d'un alignement presque normal dans de nombreuses situations.

Les complications les plus fréquentes des fractures des diaphyses fémorales sont une pseudarthrose, un raccourcissement du membre, un cal vicieux, et les infections [2]. Malgré l'amélioration de la technique per-opératoire, le taux de consolidation varie selon les études de 90 à 100%. Le taux de pseudarthrose oscille entre 5% et 10% et la pseudarthrose septique reste la complication la plus redoutable de ces fractures dont le traitement est très difficile. Les séquelles douloureuses après traumatisme sont mal évaluées.

Le traitement des fractures de la diaphyse fémorale est chirurgical chez l'adulte et l'enfant de plus de 6 ans, Il fait appel à une ostéosynthèse dont les techniques sont multiples et variées. L'enclouage centromédullaire est actuellement le traitement de choix [3].

Le traitement chirurgical doit être suivi de la rééducation pour obtenir une fonction correcte du membre inférieur traumatisé. Lorsque ce traitement est réalisé précocement et correctement, il constitue le garant principal d'une évolution favorable et d'une reprise précoce de l'activité habituelle du traumatisé dans la société.

Pour cela il nous a paru nécessaire de mener cette étude sur la fracture de la diaphyse fémorale.

MATERIEL
ET METHODES

1-matériel :

Notre étude porte sur l'analyse rétrospective des dossiers de 33 malades ayant présenté une fracture de la diaphyse fémorale traités et suivis au service de traumatologie et d'orthopédie de l'hôpital militaire Moulay Ismail. Cette étude s'est étalée sur une durée de 4 ans allant de janvier 2014 à décembre 2018.

Critères d'inclusion :

Patients pris en charge au service de traumatologie à l'Hôpital Militaire Moulay Ismail durant la période de l'étude pour une fracture mediodiaphysaire du fémur.

Critère d'exclusion :

Tout dossier incomplet.

Patients pris en charge hors de la période d'études.

2-méthodes :

Le recueil des données a été fait à partir des registres d'hospitalisation du service et des dossiers cliniques, l'analyse des différentes variables d'ordre épidémiologiques, radio-cliniques thérapeutiques et évolutifs ont été consignées sur une fiche d'exploitation.

FICHE D'EXPLOITATION

Fracture de la diaphyse fémorale

1/ N° du dossier :..... Date d'entrée :.....

Date d'intervention :..... Date de sortie :.....

2/ Identification

Nom :..... Prénom :.....

Age :..... Sexe : M F

3/ATCDS :

- Médicaux :.....

-Chirurgicaux.....

4/Cause du traumatisme :

-AVP.

-Accident du travail.

-Accident sportif.

-Chute de sa hauteur.

-Accident balistique.

-Agression.

5/Mécanisme :

-Direct.

-Indirect.

6/Coté atteint :

-Droit.

-Gauche.

7/Type de fracture :

-Fermée.

-Ouverte.

8/Lésions associées :

-Lésions cutanées : Classification Cauchoix-Duparc-Boulez :

Type I : plaie punctiforme, facilement suturable.

Type II : décollement cutané, lambeau de vitalité douteuse, suturable sous tension.

Type III : perte substance non-suturable.

-Lésions osseuses.

-Lésions thoraciques.

-Lésions vasculaires.

-Lésions abdominales.

-Lésions nerveuses.

-Lésions cérébrales.

9/Classification anatomopathologique :**a/Type du trait de la fracture :**

-Simple transverse.

-Simple oblique.

-Simple spiroïde.

-Complexe.

-Comminutive.

b/Siège du trait de la fracture :

- 1/3 supérieur.

- 1/3 moyen.

- 1/3 inférieur.

c/ Déplacement :

-Non.

-Oui :

- ✓ Chevauchement.
- ✓ Angulation.
- ✓ Translation.
- ✓ Décalage.

12/Prise en charge :

- Délai de prise en charge :

Immédiat : <72H,>72H.

- Traitement d'attente (immobilisation) :

- ✓ Attelle plâtrée.
- ✓ Traction.
- ✓ Sans.

-Type d'ostéosynthèse :

- ✓ Enclouage verrouillé.
- ✓ Enclouage d'alignement.
- ✓ ostéosynthèse par plaque vissé.
- ✓ fixateur externe.

-Type d'anesthésie : AG. Rachianesthésie.

-Durée d'hospitalisation du patient (en Jours) :.....

13/Evolution et complication :

- Bon évolution.

- Complication :

Immédiates :

- ✓ état de choc.
- ✓ Embolie graisseuse.

Secondaire :

- ✓ Accident thromboembolique.
- ✓ Complication mécanique.
- ✓ Infection.

Tardive :

- ✓ cal vicieux.
- ✓ Pseudarthrose.
- ✓ Raideur articulaire.
- ✓ Raccourcissement.
- ✓ Fracture itérative.

RESULTATS

1-sexe :

TABLEAU 1 : Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le sexe.

<i>Sexe</i>	<i>Nombre de cas</i>	<i>Pourcentage</i>
<i>Masculin</i>	<i>30</i>	<i>90%</i>
<i>Féminin</i>	<i>3</i>	<i>10%</i>
<i>total</i>	<i>33</i>	<i>100%</i>

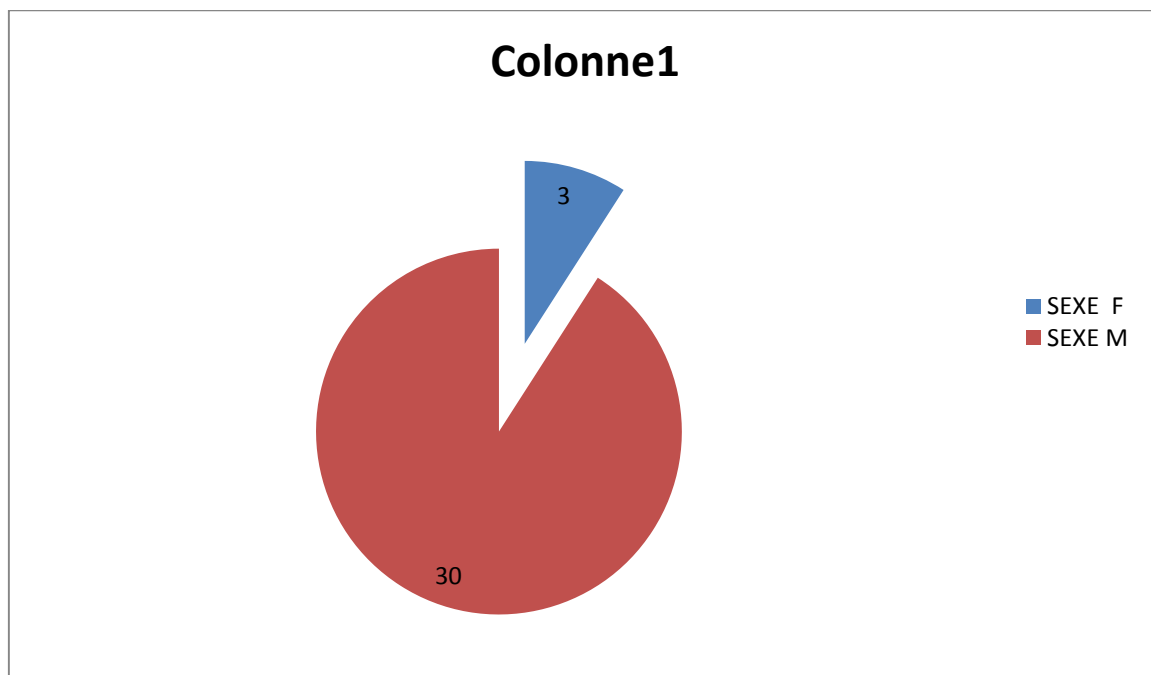


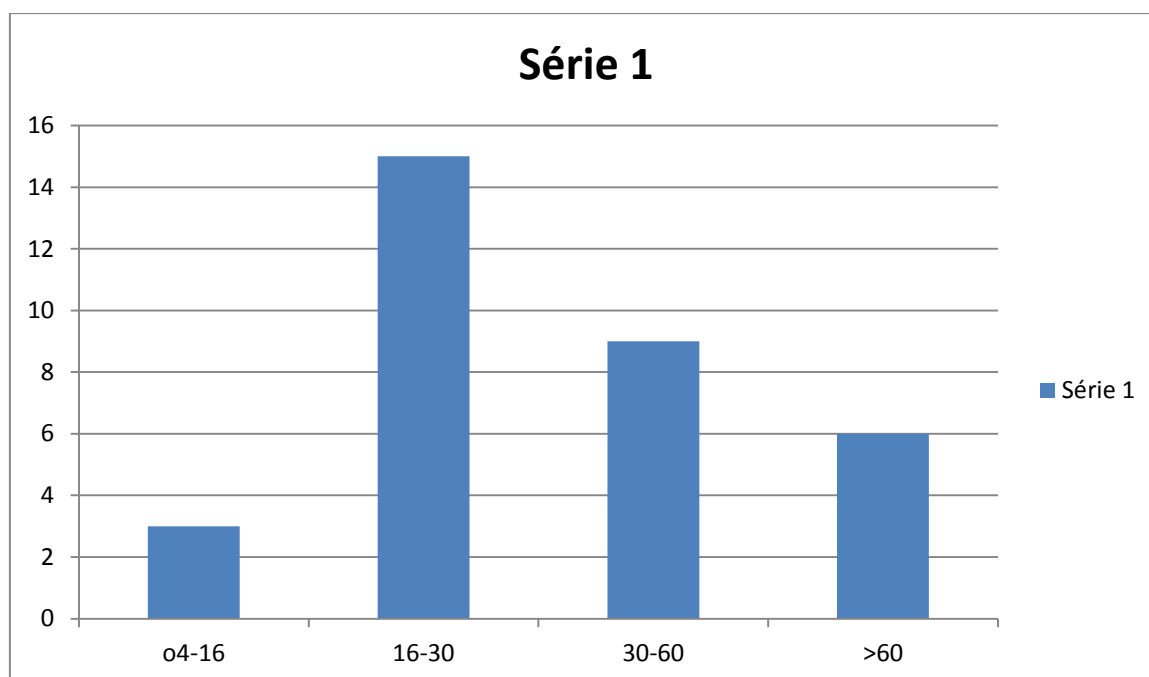
Diagramme 01 : Répartition des patients selon le sexe

(figure 1)

Le sexe masculin a été le plus représenté avec 90% et un sexe ratio de 9.

2-l'âge :**TABLEAU II : Répartition des patients admis dans le service traumatologie et d'orthopédie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018selon les tranches d'âges.**

Tranche d'age	Nombre de cas	Pourcentage
04-16	3	9%
16-30	15	45%
30-60	9	27%
>60	6	19%
total	33	100%

**Diagramme 02 : Répartition des patients selon les tranches d'âge (figure 2)**

La tranche d'âge de 16 à 30 ans a été la plus représentée avec 45% et les âges extrêmes étaient 04 ans et 76 ans .

3-Etiologie :

TABLEAU III : Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon l'étiologie.

Etiologie	Nombre de cas	Pourcentage
AVP	32	97%
Chute	1	3%
Total	33	100%

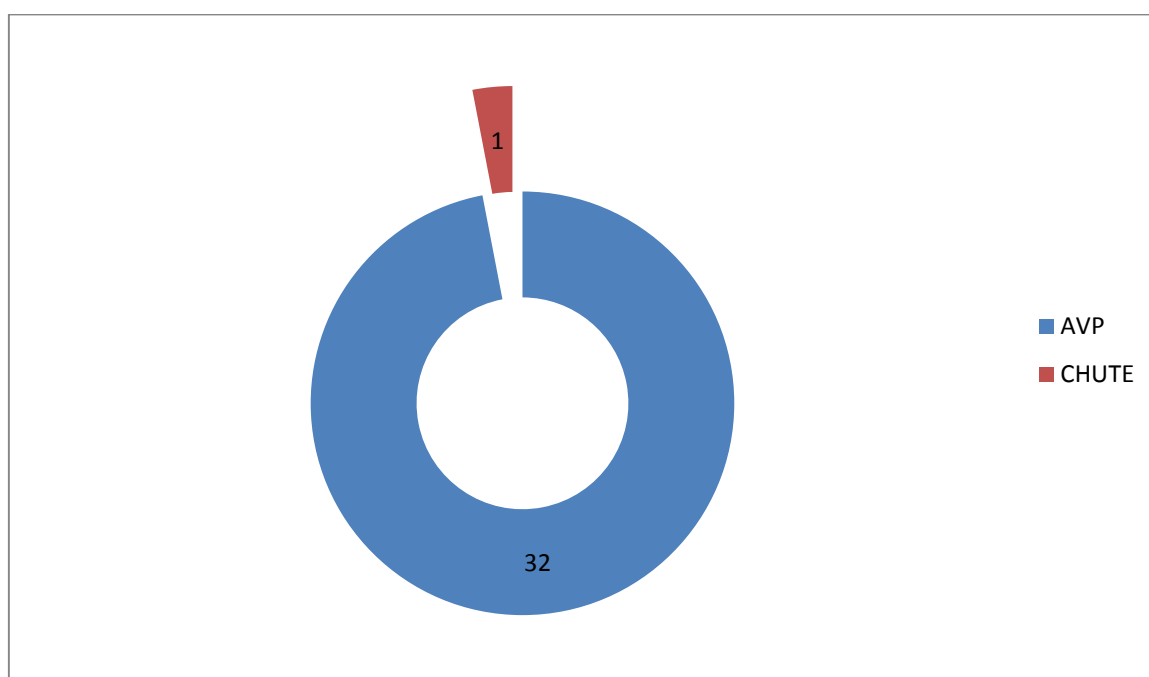


Diagramme 03 : Répartition des patients selon l'étiologie (figure 3)

L'accident de la circulation routière a été l'étiologie la plus fréquente avec 97%.

4-le mécanisme :

TABLEAU IV: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le mécanisme.

Mécanisme	Nombre de cas	Pourcentage
Mécanisme direct	3	10%
Mécanisme indirect	30	90%
Total	33	100%

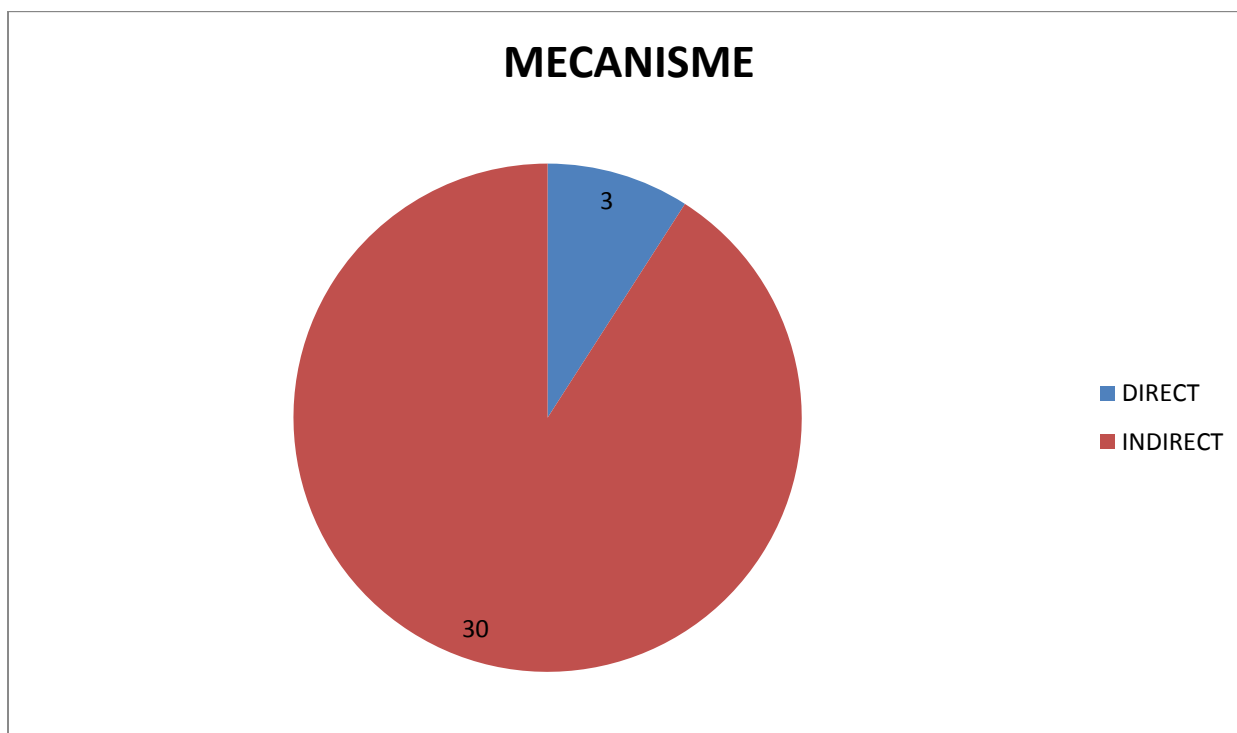
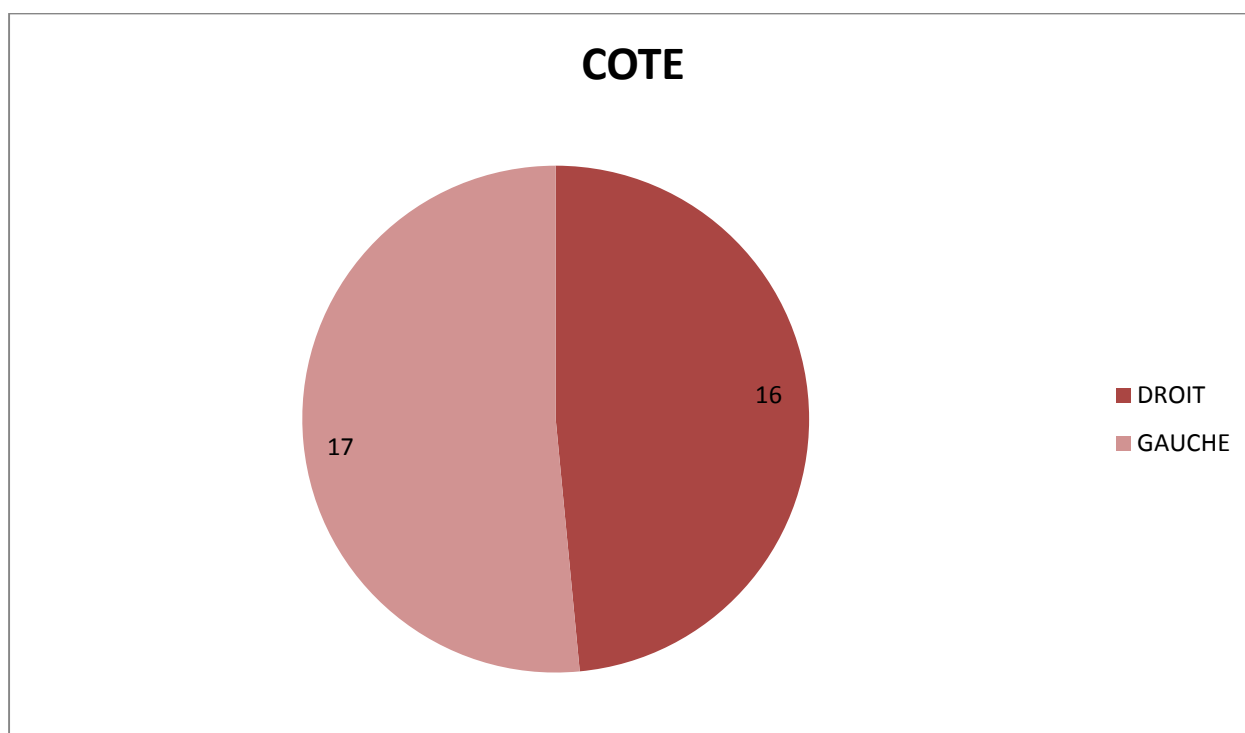


Diagramme 04 : Répartition des patients selon le mécanisme (figure 04).

Le mécanisme prédominant dans notre étude était le mécanisme indirect avec un pourcentage de 90%.

5-le coté atteint :**TABLEAU V: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le coté atteint**

Le coté atteint	Nombre de cas	Pourcentage
Coté gauche	17	51%
Coté droit	16	49%
total	33	100%

**Diagramme 05: Répartition des patients selon le coté atteint (figure 05).**

L'analyse du coté atteint, retrouve que dans : 16 cas le coté droit était atteint, soit un pourcentage de 49%. 17 cas le coté gauche était atteint, soit un pourcentage de 51%.

Donc dans notre série le coté gauche est le plus fréquemment atteint.

6- les signes cliniques :

- Tous les patients présentaient à l'admission une douleur et une impotence fonctionnelle du membre traumatisé.
- Une déformation et un raccourcissement du membre étaient retrouvés chez la plupart des patients.

7-le type de la fracture :

TABLEAU VI: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le type de la fracture

Type de fracture	Nombre de cas	Pourcentage
fermée	31	94%
ouverte	2	6%
total	33	100%

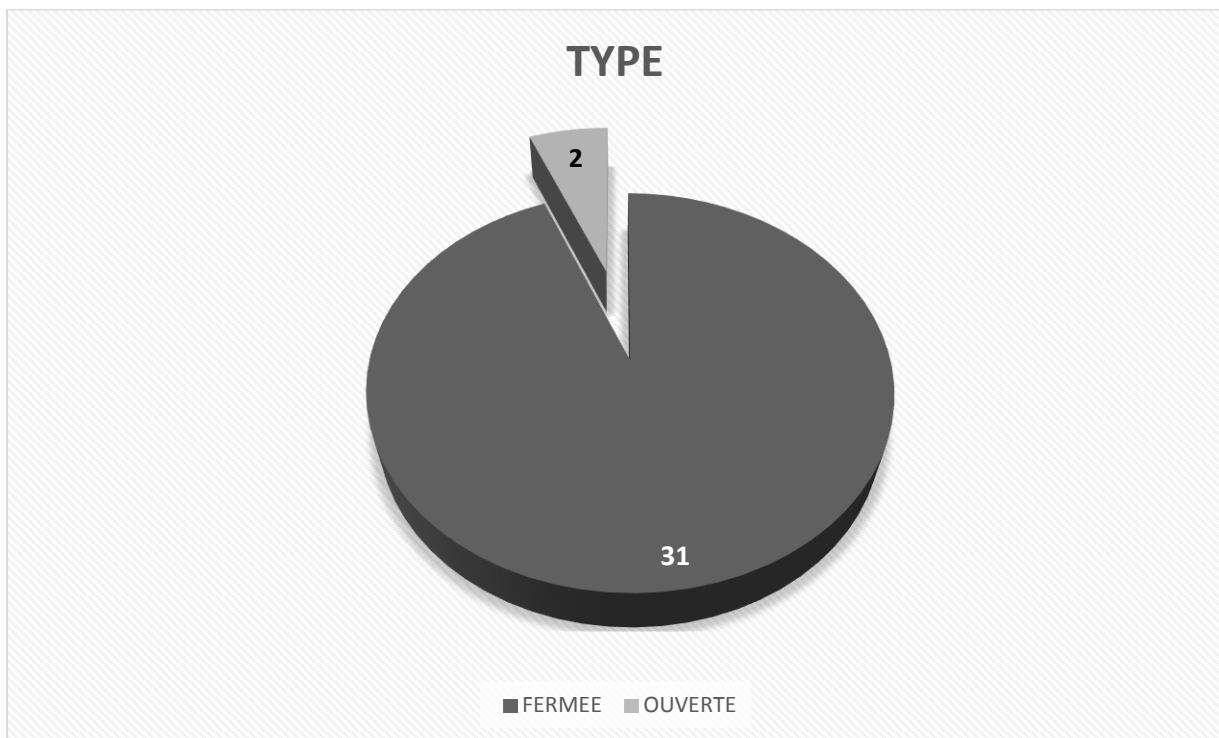
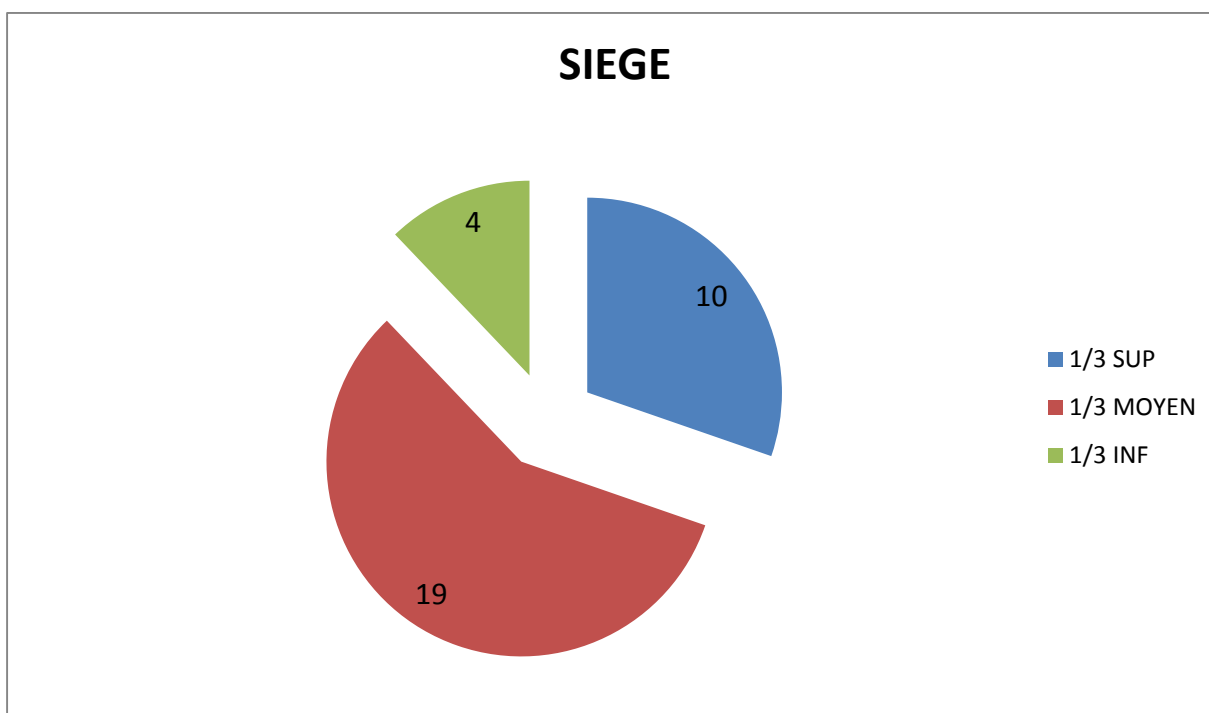


Diagramme 06: Répartition des patients selon le type de la fracture (figure 06).

8-le siège du trait de la fracture :**TABLEAU VII: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le siège du trait de la fracture.**

Siège du trait	Nombre de cas	Pourcentage
1 /3 SUP	10	30%
1 /3 MOYEN	19	58%
1 /3 INF	4	12%
TOTAL	33	100%

**Diagramme 07: Répartition des patients selon le siège du trait de fracture (figure 07).**

Le 1 /3 moyen a été le siège le plus concerné avec 58%.(voir chapitre 'iconographie')

9- le type anatomopathologique :

TABLEAU VIII: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le type anatomopathologique.

Type anatomopathologique	Nombre de cas	Pourcentage
Simple oblique	18	54%
Simple transverse	2	6%
complexe	4	13%
comminutive	9	27%
total	33	100%

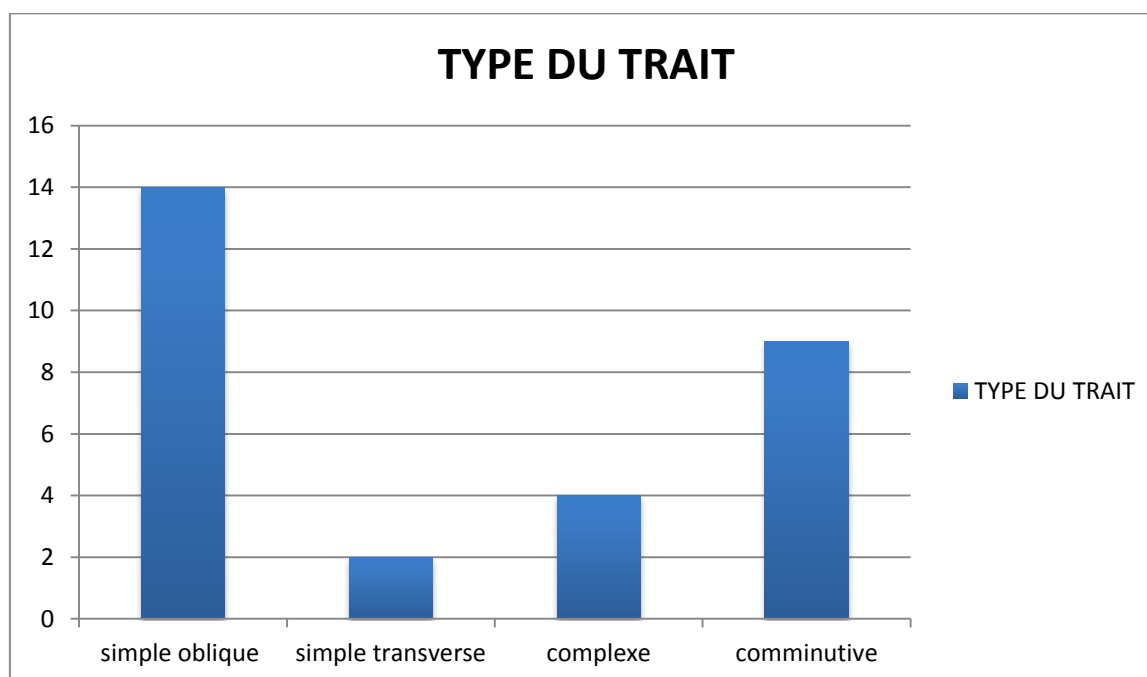


Diagramme 08: Répartition des patients selon le type anatomopathologique .

(figure 08).

La fracture simple a été la plus rencontrée avec un pourcentage de 60%.

10-le déplacement :

TABLEAU IX: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le déplacement.

déplacement	Nombre de cas	Pourcentage
Non déplacée	10	30%
angulation	9	28%
translation	3	9%
chevauchement	11	33%
total	33	100%

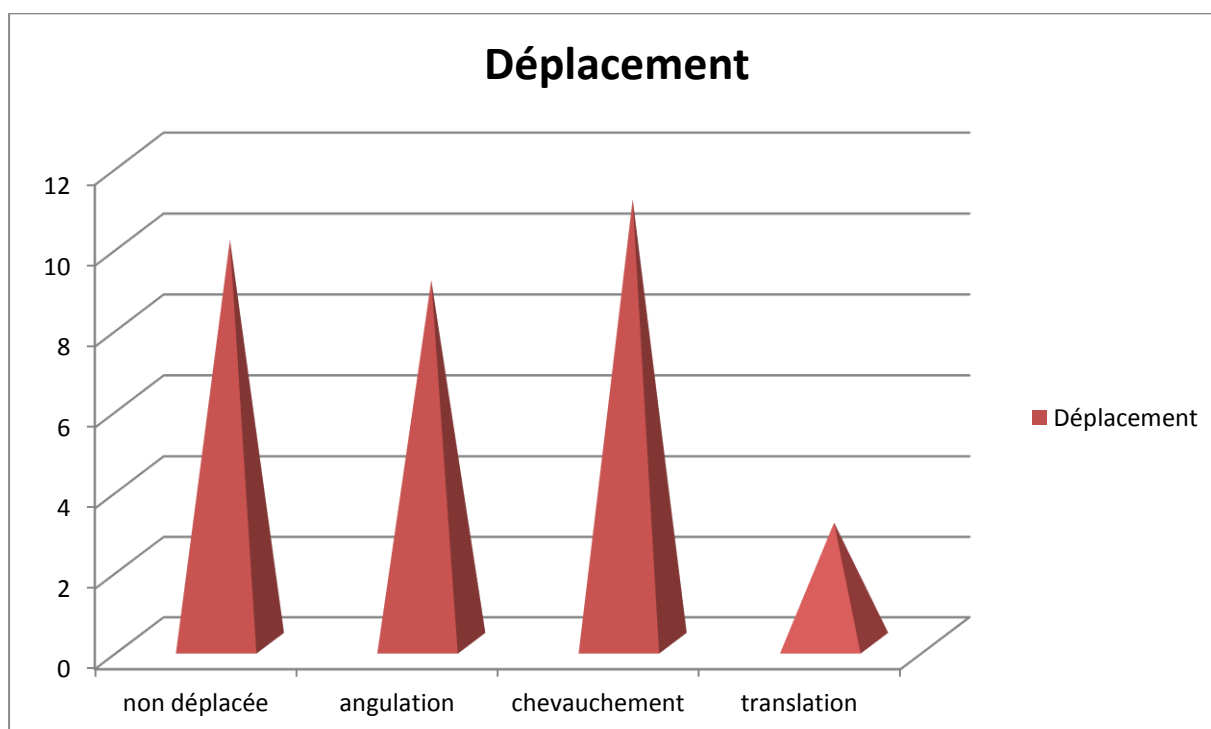


Diagramme 9: Répartition des patients selon le déplacement . (figure 09).

11-les lésions associées :

TABLEAU X: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon les lésions associées.

Lésions associées	Nombre de cas	Pourcentage
absentes	27	82%
Lésions cutanées	1	3%
Lésions vasculaires	1	3%
Lésions osseuses	4	12%
total	33	100%

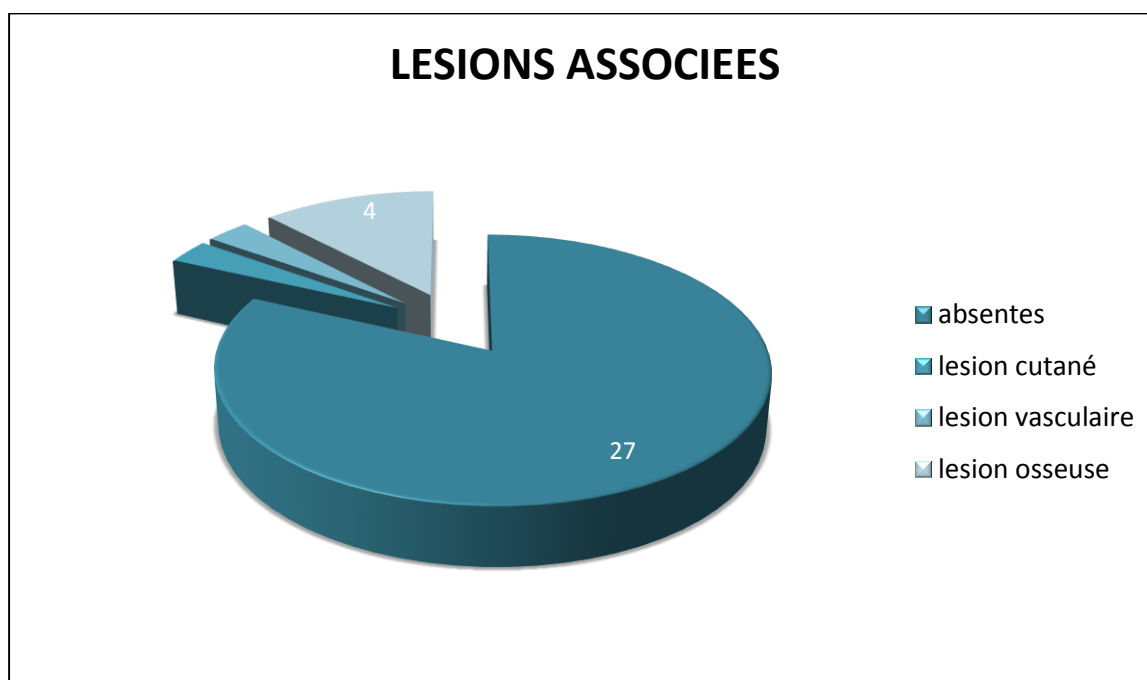
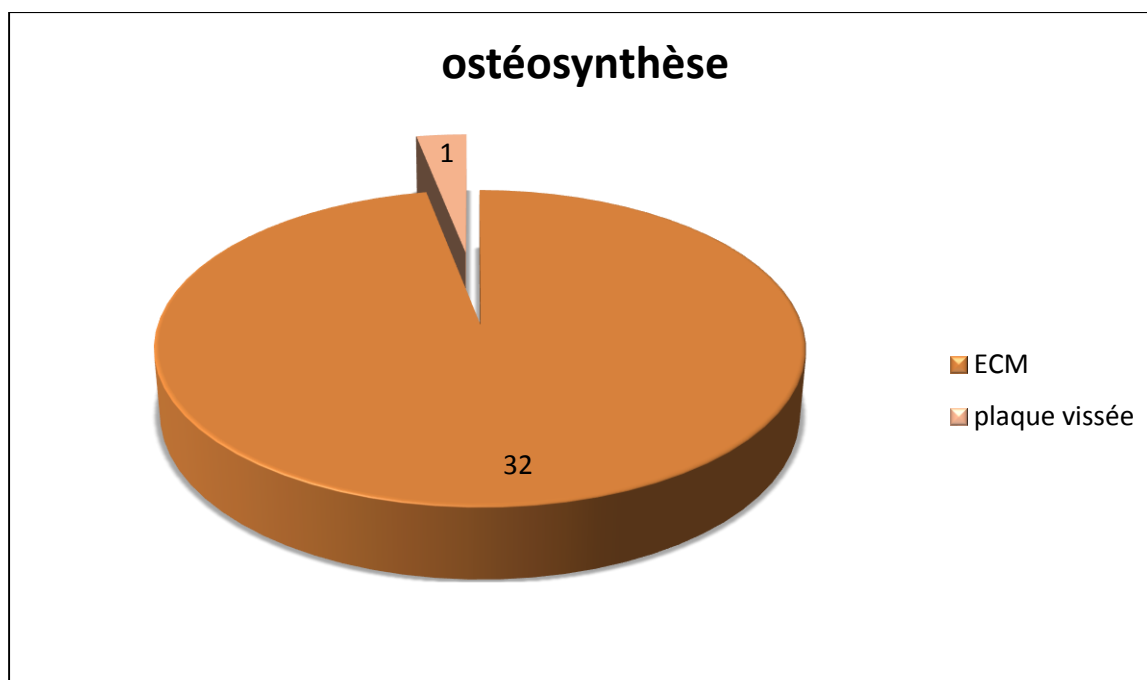


Diagramme 10 : Répartition des malades selon la lésion associée (figure 10).

A noter que la lésion vasculaire retrouvée dans notre étude était la lésion de l'artère fémorale.

12- traitement chirurgical :**TABLEAU XI: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon le choix d'ostéosynthèse**

Choix d'ostéosynthèse	Nombre de cas	Pourcentage
Enclouage centromédullaire	32	97%
Plaque vissée	1	3%
total	33	100%

**Diagramme 11: Répartition des patients selon la technique (figure 11).**

Actuellement l'ECM devient la technique la plus utilisée dans le traitement des fractures de la diaphyse fémorale.

13-la durée d'hospitalisation :

TABLEAU XII: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon la durée d'hospitalisation.

Durée d'hospitalisation	Nombre de cas	Pourcentage
0-3 jours	7	21%
4-6 jours	19	58%
>6 jours	7	21%
total	33	100%

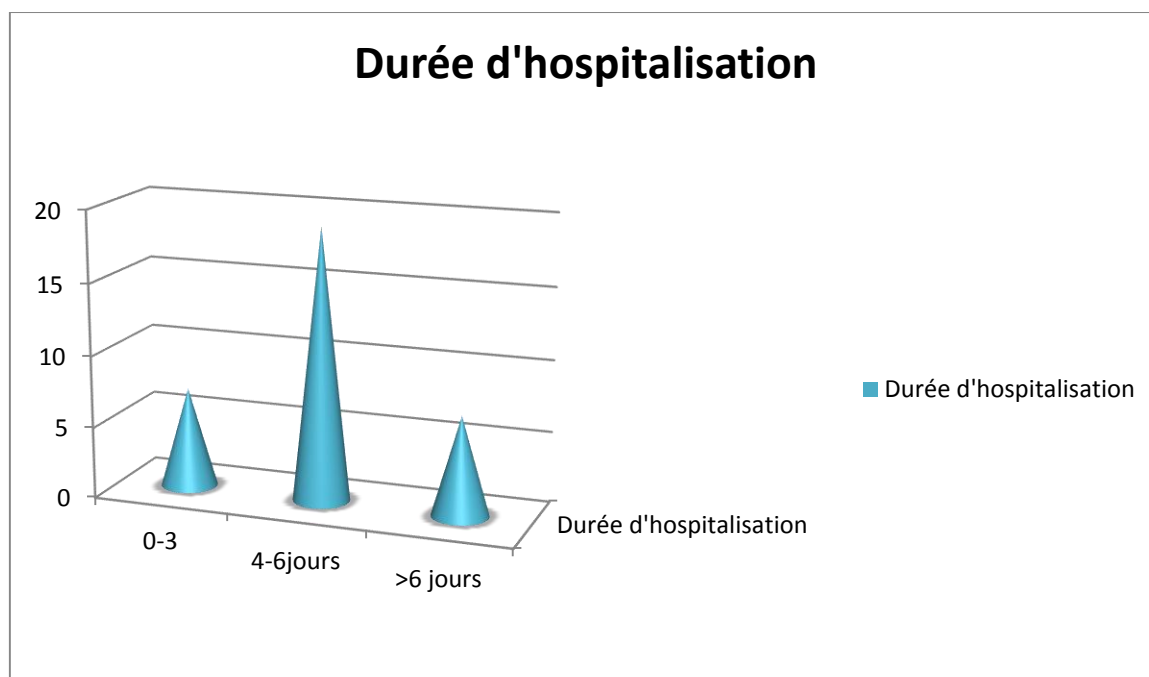


Diagramme 12: Répartition des patients selon La durée d'hospitalisation (figure12).

14-complications :

- ✓ Dans notre série on n'a pas noté de complications.
- ✓ On a trouvé 3 cas de cal vicieux et 2 cas de pseudarthrose aseptique.

TABLEAU XIV: Répartition des patients admis dans le service traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de janvier 2014 à décembre 2018 selon la présence ou non de complications

<i>complications</i>	<i>Nombre de cas</i>	<i>pourcentage</i>
<i>Absence de complications</i>	<i>28</i>	<i>85%</i>
<i>Cal vicieux</i>	<i>3</i>	<i>9%</i>
<i>pseudarthrose</i>	<i>2</i>	<i>6%</i>
<i>infection</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
<i>total</i>	<i>33</i>	<i>100%</i>

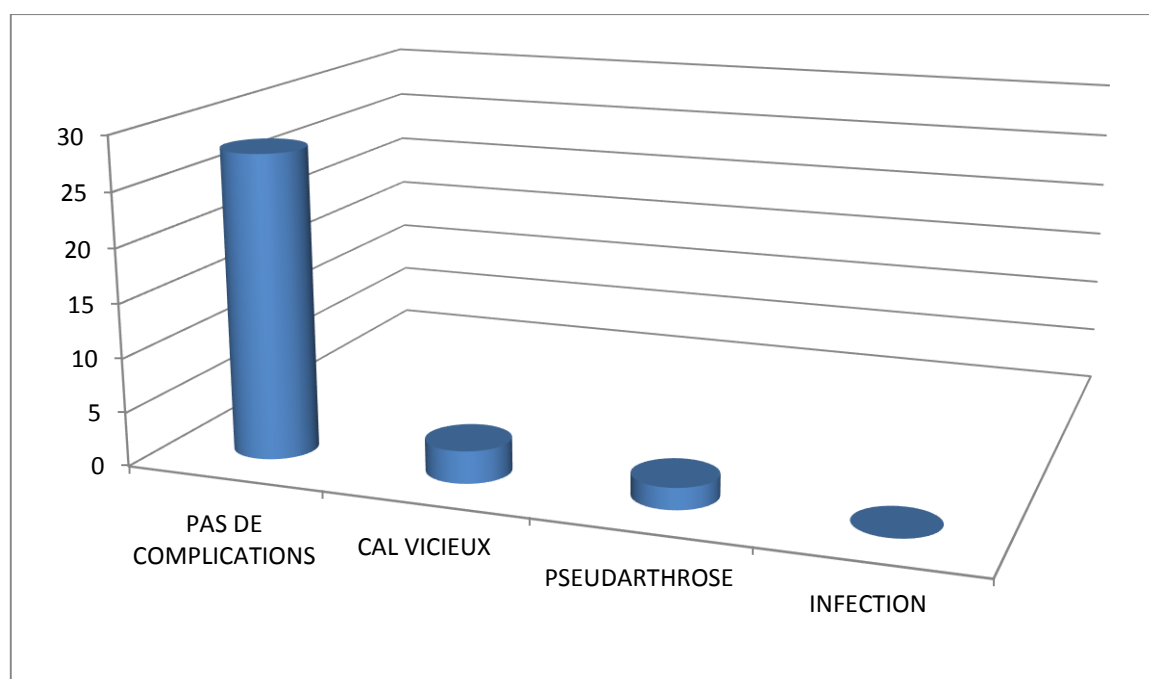


Diagramme 14 : répartition des patients selon la présence ou non de complications.

DISCUSSION

Rappels :**1 DEFINITION DES FRACTURES DE LA DIAPHYSE FÉMORALE :**

Les fractures de la diaphyse fémorale sont définies comme une solution de continuité osseuse de la diaphyse fémorale, situées entre 3 à 4 travers de doigts au dessous du petit trochanter et 6 à 8 travers de doigt au-dessus de l'interligne fémoro-tibiale [4] (Figure 01). Ces fractures sont très fréquentes en raison de la recrudescence des accidents de la circulation et de la voie publique (poly-fracturé).

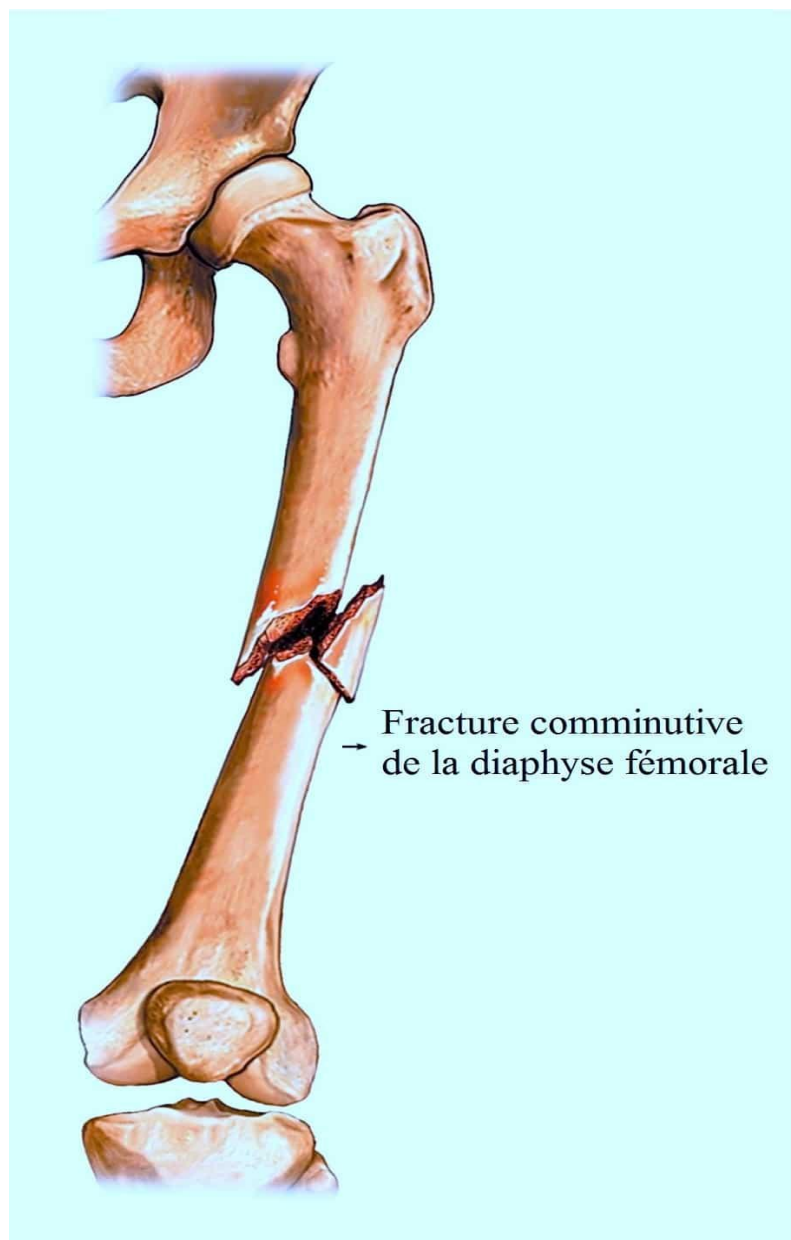


Figure 1 : fracture da la diaphyse fémorale [1].

2-Epidémiologie

L'incidence moyenne des fractures de la diaphyse fémorale est estimée à environ 10/100 000 [5], mais elle est très variable selon le sexe et l'âge des individus. Avant 35 ans la prédominance masculine est très nette (H/F= 5,5) [6] avec une incidence pouvant atteindre 39/100 000 chez l'homme entre 15 et 24 ans [5]. Chez l'homme de moins de 35 ans, c'est la localisation fracture diaphysaire la plus fréquente après les deux os de la jambe (ratio = 1/2) à égalité avec les deux os de l'avant-bras et avant l'humérus (ratio= 2/1 à 3/1). Dans cette population cependant, ce sont les fractures métaphysaires qui dominent : cheville (ratio = 1/6), poignet (ratio = 1/5 à 1/6), coude (ratio = 1/3). Après 80 ans en revanche, la prédominance féminine est écrasante (F/H = 9,4) [6]. L'incidence atteignant également la valeur 39/100 000 chez la femme après 85 ans [5]. Chez la femme âgée, c'est la fracture diaphysaire la plus fréquente [6] mais elle reste cependant plus rare que les fractures de l'extrémité supérieure du fémur (ratio = 1/12) et de l'humérus (ratio = 1/2) ou celles du poignet (ratio = 1/4).

3-Rappel anatomo-histologique

a-ostéologie :

Le fémur est un os long qui forme à lui seul le squelette de la cuisse. Il s'articule en haut avec l'os coxal, et en bas avec le tibia. Dans la situation verticale le fémur est obliquement dirigé en bas et en dedans. Cette obliquité est plus accentuée chez la femme que chez l'homme ; cela tient à ce que chez la femme le bassin est plus large et les cavités cotyloïdiennes plus écartées. Le fémur présente encore une courbure à une concavité postérieure et une torsion sur son axe longitudinal tel que le grand axe transversal de l'extrémité supérieure, légèrement oblique en dedans et en avant, forme avec celui de l'extrémité inférieure, à peu près transversal un angle aigu ouvert en dedans [7].

a-1-anatomie descriptive :

Le fémur présent à décrire

- Une diaphyse ou corps
- Deux extrémités ou épiphyse proximale et distale (supérieure et inférieure) [8]

(Figure 02).

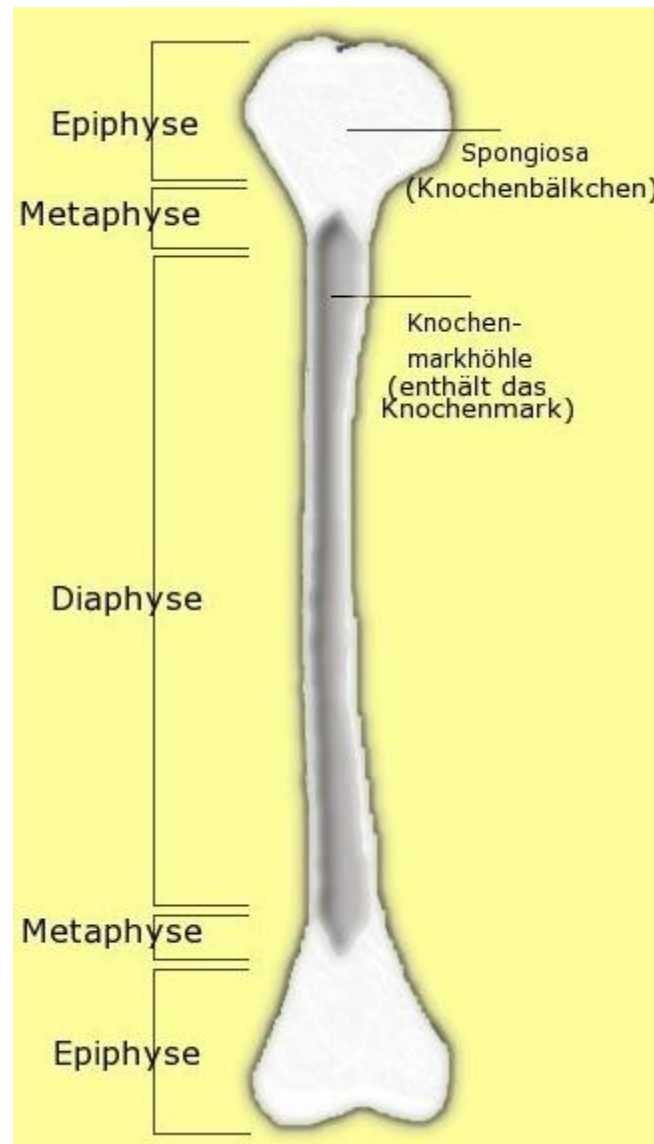


Figure 2 : anatomie du fémur [2].

3.1.1.1 Description du corps

La diaphyse est longue et solide, concave en arrière et triangulaire à la coupe.

Elle présente :

- 3 faces : antérieure, postéro-médiane et postéro-latérale.
- 3 bords : latéral, médial et postérieur [8].
 - ✓ **La face antérieure** : Elle est convexe verticalement et transversalement, lisse sur toute son étendue, donne insertion aux muscles crurale et sous crurale.
 - ✓ **La face postéro-latérale** : Plutôt plane, lisse, elle continue la face antérieure latéralement. On y retrouve l'insertion du vaste intermédiaire sur les 2/3 supérieur, le 1/3 inférieur répond au glissement des fibres musculaires du vaste latéral.
 - ✓ **La face postéro-médiale** : De forme convexe et lisse et libre de toute insertion musculaire et répond au glissement des fibres du vaste médial.
 - ✓ **Bord médial et latéral** : Tous deux sont mous et lisses, ils donnent insertion au même muscle que la face antérieure, qu'ils limitent : le vaste intermédiaire (dans les 2/3 supérieur)
 - ✓ **Bord postérieur ou ligne âpre** : C'est la seule partie complexe de la diaphyse. En effet, sur un secteur allongé est très étroit on trouve des insertions musculaires dont l'ordre est le reflet de leur provenance ou destination (Figure 04). On divise la ligne âpre en 3 parties. la partie moyenne la plus longue, présente 2 lèvres parallèles, séparées par un interstice. la partie haute montre ce que l'on nomme la trifurcation, c'est-à-dire la continuité des 2 lèvres de la diaphyse, qui divergent fortement en haut, avec une crête intercalée. la branche latérale contourne inférieurement le petit trochanter, la branche intermédiaire reste postérieure et verticale. la partie basse de la ligne âpre s'élargit formant la bifurcation. sa branche latérale est plus marquée, car la médiale est effacée au niveau du hiatus de l'adducteur (entre le 2ème et le 3ème faisceau du grand adducteur) [9].

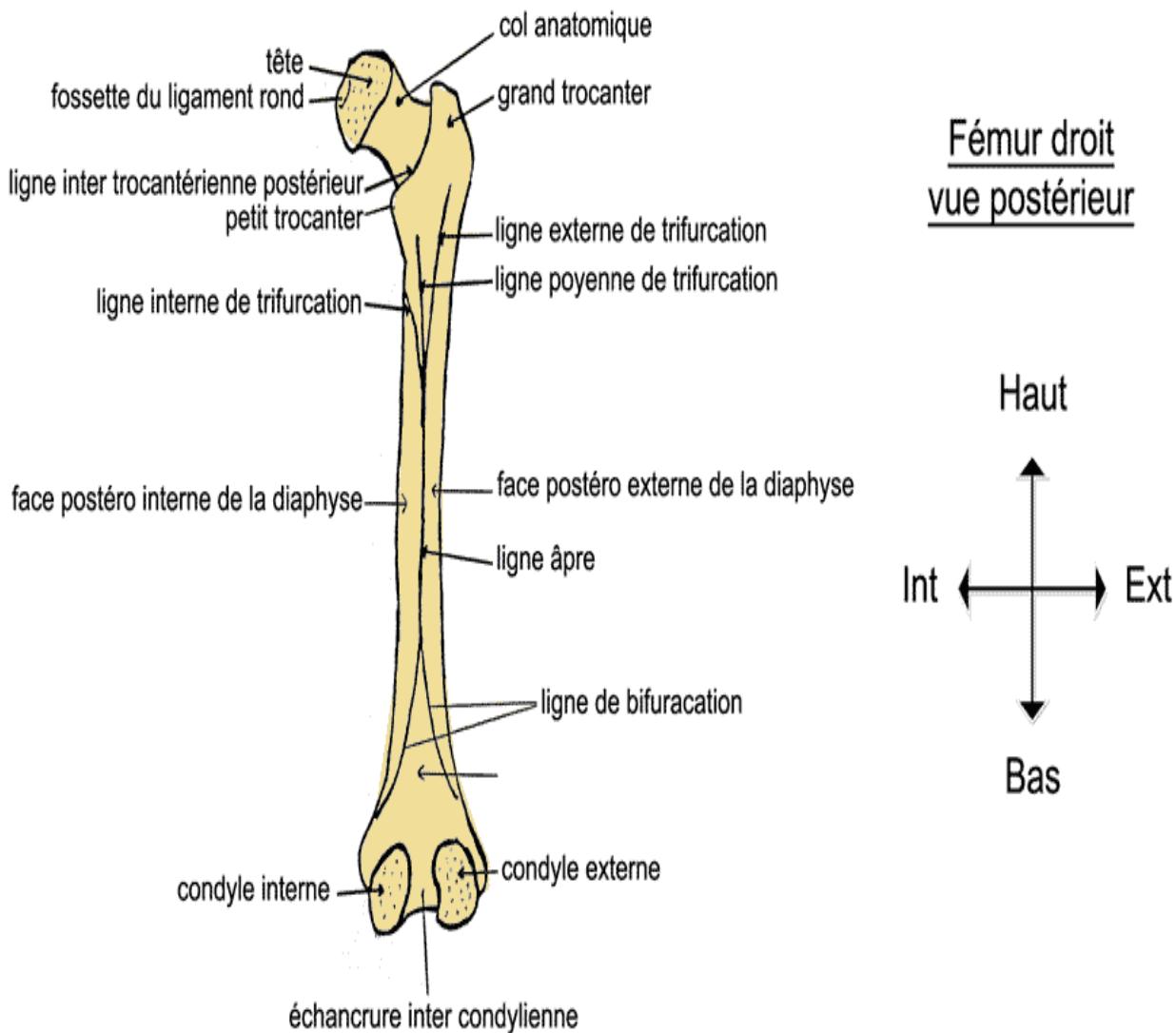


Figure 3 : Vue dorsale de fémur [3].

3.1.1.2 Description des extrémités

→ L'extrémité supérieure (épiphyse supérieure)

Elle se compose des éléments suivants (Figure 04).

- ✓ La tête fémorale : articulaire avec l'acétabulum de l'os coxal ;
- ✓ Le col : segment du fémur qui unit la tête au corps ;
- ✓ Deux tubérosités appelées grand trochanter et petit trochanter ;

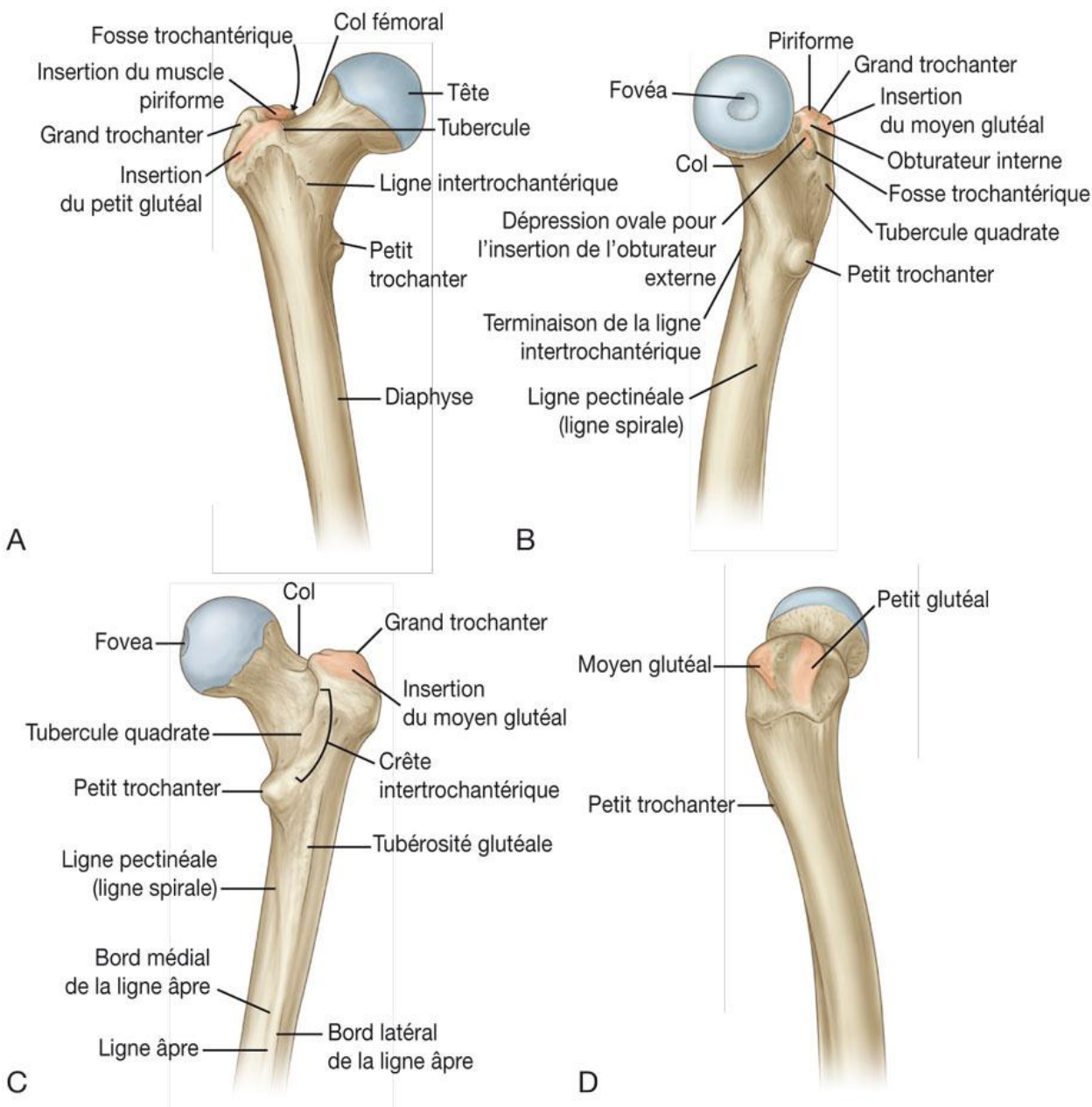
⊗ **la tête fémorale** : C'est une saillie articulaire arrondie, représentant les 2/3 d'une sphère de 20mm de rayon, elle s'articule avec la surface semi-lunaire de l'acétabulum. Elle regarde en haut, en dedans et légèrement en avant. Elle présente une fossette (fovéa capitis), au-dessous et en arrière de son centre : elle donne insertion au ligament de la tête fémorale (ligament rond).

⊗ **Le col** : Le col du fémur appelé aussi col anatomique est situé entre la tête fémorale et les tubérosités trochantériennes, sa forme est cylindrique, légèrement aplatie, son axe oblique de haut en bas, forme avec celui de la diaphyse fémorale un angle de 130°.

⊗ **Le grand trochanter** : Grosse tubérosité quadrilatère, située en dehors du col et semble prolonger le corps du fémur. il présente : deux faces latérale et médiale, trois bords : antérieur, postérieur et supérieur.

- ✓ La face latérale : présente une empreinte rugueuse ou empreinte d'insertion du moyen fessier.
- ✓ La face médiane : présente la face trochantérienne (fosse digitale ou dépression ou s'insère l'obturateur externe) et au-dessus d'elle l'empreinte d'insertion de l'obturateur interne et des jumeaux.
- ✓ Le bord antérieur : est large et donne insertion au petit fessier ; il présente aussi le tubercule prétrochantérien.

- ✓ Le bord postérieur est large et se continue en bas avec la crête intertrochantérique.
- ✓ Le bord supérieur présente la facette d'insertion du muscle piriforme [8] .



A. Vue antérieure. B. Vue interne. C. Vue postérieure. D. Vue latérale.

Figure 4 : Extrémité proximale du fémur [4].

⊗ **Le petit trochanter** : Nettement moins volumineux que le grand, il est situé dans la concavité de l'angle cervico-diaphysaire et en retrait du plan frontal, il a la forme d'une saillie conique sur laquelle s'insère le tendon du muscle psoas-iliaque, ce tubercule est bordé, en avant par une petite fosse qui donne insertion au ligament pubo-fémoral [9].

→ **L'extrémité inférieure** : Elle est volumineuse et développée dans le plan transversal. Elle se compose de deux saillies articulaires, les condyles fémoraux médial et latéral qui sont réunis en avant et séparés en bas et en arrière par la fosse inter condylienne. Elles sont aussi déjetées en arrière par rapport à l'axe de la diaphyse (Figure 05)

- ✓ Zone de transition : c'est la portion comprise entre la bifurcation de la ligne âpre et les condyles. La bifurcation fait apparaître une 4^{ème} face, postérieure dite surface poplitée : lisse et libre de toute insertion.
- ✓ Surface patellaire ou trochléenne : c'est une surface articulaire située à la partie inféro-antérieure de cette extrémité et répondant à la face postérieure de la patella.
- ✓ Condyles fémoraux : ils sont au nombre de 2, légèrement divergentes vers l'arrière.

⊗ **Condyle latéral** : il est plus large et plus court que le médial, il est aussi plus sagittal. De forme grossièrement cubique, on lui décrit que 5 faces la 6^{ème} correspond à la trochlée.

- ✓ La face latérale : sous cutanée, divisée en 2 parties, une antérieure, plane et lisse, qui répond au glissement des fibres ligamento-tendineuses formant l'aileron patellaire dite chirurgicale. Une postérieure qui présente une saillie, l'épicondyle latéral, celui-ci palpable comporte une portion antérieure libre et une postérieure où s'insèrent : en haut le chef latéral du gastrocnémien, en

bas le ligament collatéral fibulaire du genou, et en arrière le rétinaculum patellaire. supérieure, on trouve l'insertion du ligament croisé antérieur du genou.

- ✓ La face supérieure : réduite car limitée en avant par le segment de transition, a une forme concave d'avant en arrière et convexe transversalement.
- ✓ Les faces inférieures et postérieures : sont en total continuité et forment la surface articulaire pour le tibia et le ménisque correspondant. Avec celle du condyle médial ces surfaces constituent une articulation bi condylienne.

⊗ **Condyle médial** : il est plus étroit, plus large et se situe dans un plan oblique et dedans, les caractéristique sont symétrique [5].

A : Vue latérale. B : Vue antérieure. C : Vue postérieure.

D : Coupe du fémur au niveau de la diaphyse.

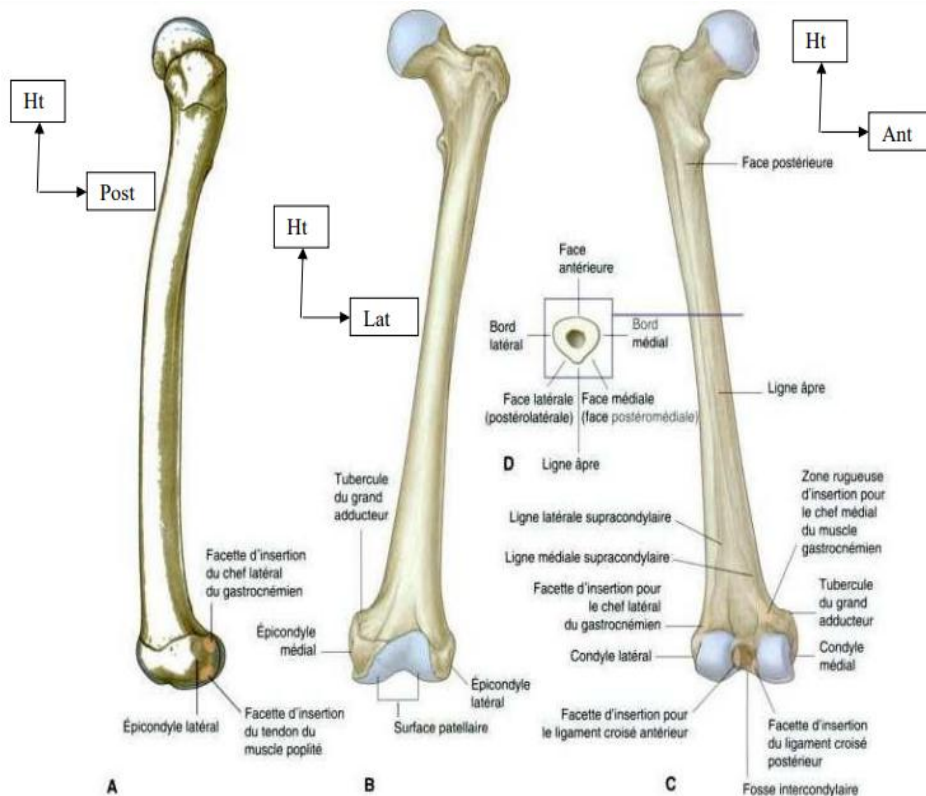


Figure 5 : Diaphyse et extrémité distale du fémur [5].

a-2 Anatomie architecturale

Le fémur présente un corps ou diaphyse et deux extrémités ou épiphyses. La diaphyse et épiphyse sont reliées par une zone qui est le siège de la croissance : la métaphyse ou cartilage de croissance. Celui-ci ne s'ossifie complètement qu'à la fin de la croissance (Figure 06).

- **La diaphyse** : elle est constituée de tissu compact épais appelé corticale ou cortex. Elle est creusée du canal médullaire rempli de moelle osseuse jaune. Elle est entourée d'une membrane (le périoste) qui est riche en vaisseaux nourriciers qui participent à l'ossification en épaisseur.
- **Les épiphyses** : elles se situent aux extrémités. Elles sont formées de tissu spongieux. Elles sont très riches en moelle rouge hématopoïétique. Elles sont recouvertes de cartilage articulaire. la gaine compacte présente sur la paroi inférieure du col du fémur un grand épaissement bien décrit pour la première fois par Rodet sous le nom de lame osseuse sous trochanterienne. Les travées de tissu spongieux sont disposées de manière à offrir la plus grande résistance aux pressions supportées par les extrémités osseuses [7].
- **La métaphyse** : c'est une zone d'os spongieux située entre la diaphyse et l'épiphyse. C'est elle qui se répare facilement. On distingue pour tout os long deux parties :
 - ✓ Une partie centrale ou médullaire ;
 - ✓ Une partie périphérique ou corticale, qui est formée d'un os compact ;
- Les os sont de plus entourés d'une fine enveloppe conjonctive : le périoste ; Les cellules osseuses : On distingue 2 catégories de cellules osseuses : les ostéoblastes (et leurs cellules dérivées : ostéocytes et cellules bordantes) et les ostéoclastes.

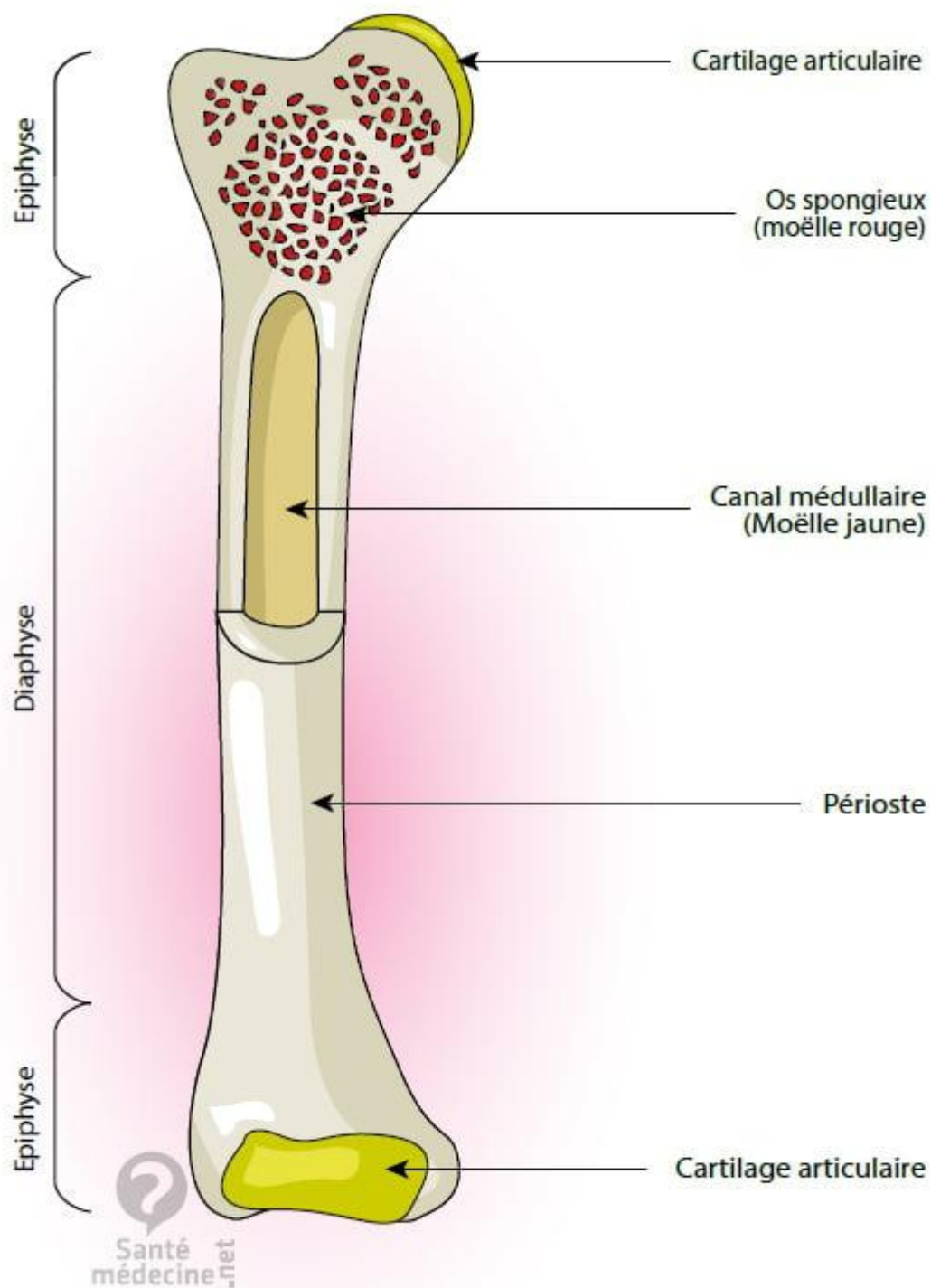


Figure 6 : Anatomie architecturale du fémur [6].

3.2 ARTICULATION

3.2.1 Articulation coxo-fémorale

Réunissant la ceinture pelvienne au membre inférieure auquel elle transmet le poids du corps. Dans la station debout et dans la marche, l'articulation coxo-fémoral est une énarthrose presque parfaite à la fois solide et mobile, profondément située sur l'épaisse masse musculaire. (figure 07).

→ *les surfaces articulaires*

- ⊗ la tête fémorale.
- ⊗ Le cotyle (acétabulum).
- ⊗ Le bourrelet cotyloïdien.

→ **Les moyens d'union :**

ils comprennent une capsule et des ligaments.

- ⊗ La capsule :
- ⊗ ligaments :

ils sont au nombre de quatre :

- ✓ Le ligament rond.
- ✓ Ligament ilio-fémoral.
- ✓ Ligament pubo-fémoral.
- ✓ Ligament ischion-fémorale.

⊗ Synoviale :

elle comprend deux parties ; la synoviale proprement dite et la tente du ligament rond.

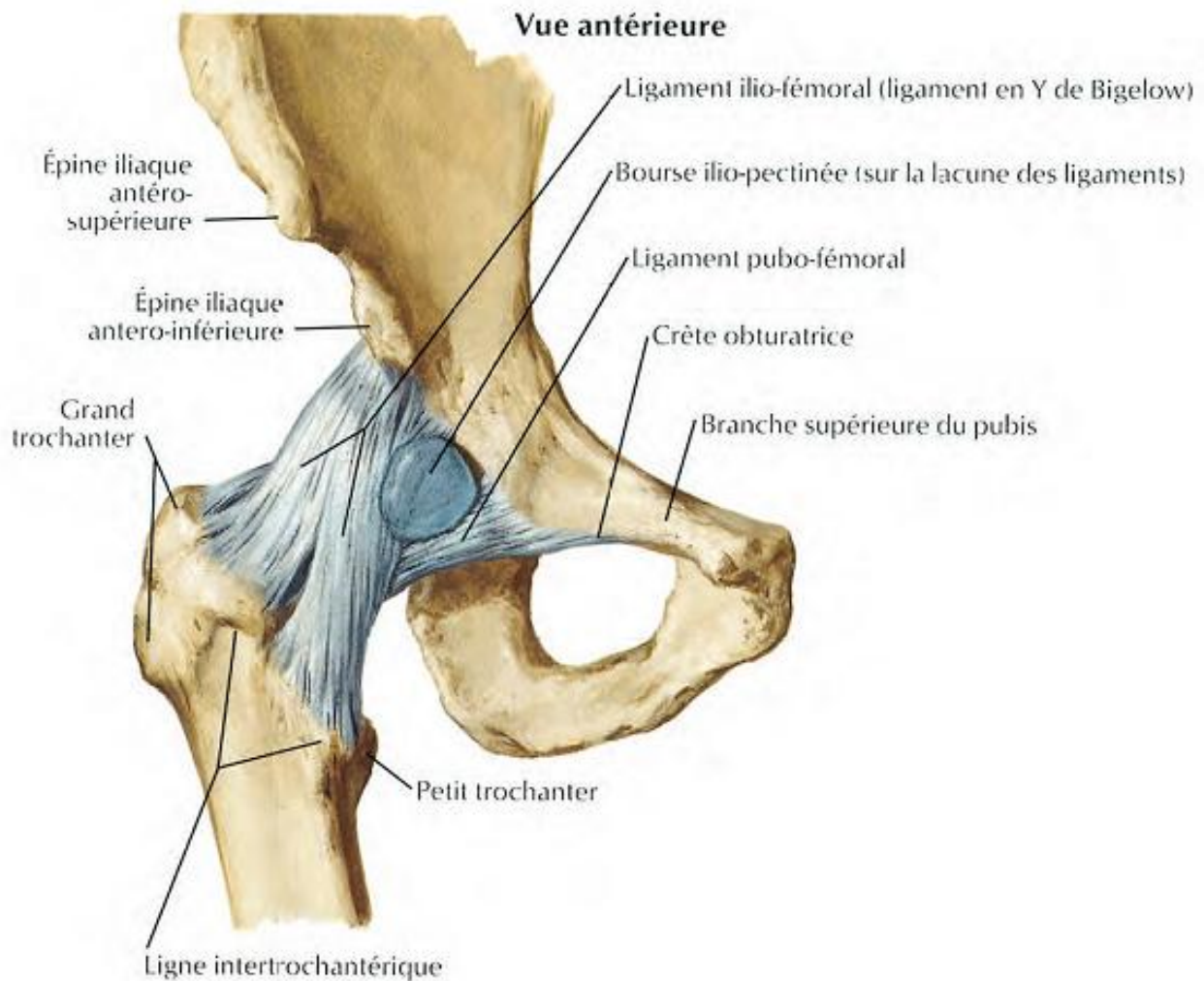


Figure 7 : Articulation coxo-fémorale [7].

→ **Anatomie fonctionnelle de l'articulation coxo-fémorale** : L'articulation de la hanche peut réaliser des mouvements dans les trois plans de l'espace ; flexion-extension, adduction-abduction, rotation interne-rotation externe.

↳ **Flexion-extension** : la position de référence correspond au parallélisme de la cuisse avec le plan de la table, le sujet étant en décubitus dorsal.

Flexion : la valeur moyenne est de 130 à 140.

Extension : la valeur moyenne est entre 15 à 30.

} **Abduction–adduction** : la position de référence correspond à la position fonctionnelle.

Abduction : la valeur moyenne est entre 30 à 44.

Adduction : la valeur moyenne est entre 15 à 20.

} **Rotation interne–rotation externe** : Sujet en décubitus dorsal, membres inférieurs allongés.

Rotation externe : valeur moyenne entre 30 à 50.

Rotation interne : valeur moyenne entre 20 à 30 [11].

3.2.2 Articulation du genou

Articulation de flexion–extension, l'articulation du genou est une articulation unissant le fémur au tibia et à la rotule, elle est formée de 3 types de diarthroses :

- **Une articulation fémoro–patellaire** : de type trochléenne, unissant la trochlée fémorale à la face postérieure de la rotule.
- **Deux articulations fémoro–tibiales** : de type condylienne, unissant les condyles fémoraux aux glènes tibiales avec interposition des ménisques.

→ **Les surfaces articulaires** :

Elles sont représentées par :

- ❖ Extrémité inférieure du fémur.
- ❖ La trochlée fémorale.
- ❖ Les condyles fémoraux.
- ❖ Rotule.
- ❖ Tibia.

⊗ **Ménisques** : se sont 2 croissants fibro–cartilagineux, interposés entre le fémur et le tibia, ils permettent d'augmenter l'étendue et la profondeur des glènes tibiales, et réalisent ainsi une meilleure congruence des surfaces articulaires. ils présentent chacun 2 cornes, l'une antérieure l'autre postérieure, qui se fixent

par les fibres sur le tibia, le ménisque interne est plus ouvert que l'externe [10] (figure 08).

→ Moyens d'union : les surfaces articulaires sont maintenues en place par : la capsule et les ligaments.

⊗ La capsule.

⊗ Les ligaments :

- ✓ LLE.
- ✓ LLI.
- ✓ LCA.
- ✓ LCP.
- ✓ Plan fibreux antérieur : constitué par un plan profond capsulaire, un plan moyen tendineux et un plan superficiel aponévrotique.
- ✓ Plan fibreux postérieur : composé du ligament poplité oblique et du ligament poplité arqué [11].
- ✓ Tendon du quadriceps.
- ✓ Tendon rotulien.

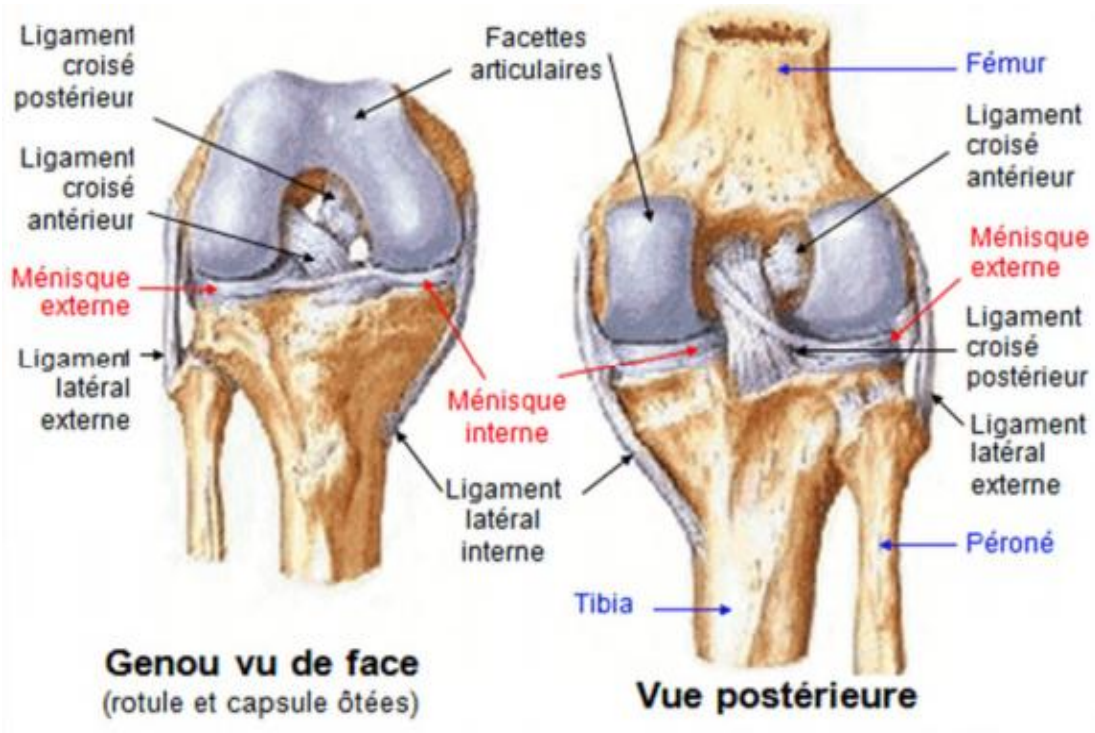


Figure 8 : Articulation du genou [8].

→ Anatomie fonctionnelle de l'articulation du genou :

L'articulation du genou est douée des mouvements de flexion-extension, rotation, latéralité. Flexion-extension : ces mouvements se réalisent autour d'un axe transversal passant par les condyles fémoraux.

- La Flexion s'accompagne d'un mouvement de rotation de tibia en dedans, son amplitude maximale est atteinte au contact des faces postérieures de la cuisse et de la jambe. Lors de la flexion les condyles fémoraux glissent d'arrière en avant au même temps qu'ils roulent dans le sens inverse en poussant devant les ménisques qui se portent en arrière.
- L'extension s'accompagne d'un mouvement de rotation du tibia en dehors, elle éloigne le jambe de la cuisse, l'amplitude maximale de flexion-extension est de 130° à 150° . lors de l'extension les condyles fémoraux glissent d'avant en arrière, en même temps

- qu'ils roulent dans le sens inverse en poussant devant eux les ménisques qui se portent en avant.
- Les mouvements de rotation du tibia sont liés aux différences de courbure et de longueur des 2 condyles fémoraux.
- Rotation : les mouvements de rotation s'effectuent autour d'un axe vertical passant par l'épine tibiale. ils sont inexistant lors de l'extension à cause de la tension des ligaments latéraux et croisés [11].

3.3 LA MYOLOGIE: LA CUISSE

3.3.1 Les groupes musculaires

La cuisse est divisée en 2 loges musculaires par les septums intermusculaires fémoraux médial et latéral (cloisons intermusculaire externe et interne) et comprend 3 groupes musculaires :

- Une loge fémorale antérieure : comprend le groupe musculaire antérieur ;
- Une loge fémorale postérieure : comprend les groupes musculaires médiale et postérieure.

3.3.1.1 Groupe musculaire antérieur :

Il comprend 3 muscles, disposés en 2 plans (Figure 09) :

- Plan profond : Muscle quadriceps fémoral constitué par les muscle vaste intermédiaire (crural), vaste médial (interne), vaste latéral (externe), droit fémoral (droit antérieur) Muscle articulaire du genou (sous crural).
- Plan superficiel : muscle sartorius (muscle couturier).

Ce groupe est situé dans la loge limitée en avant par le fascia fémoral superficiel ou fascia lata, en arrière par les septums intermusculaires fémoraux médial et latéral, tendu entre la ligne âpre et fascia fémoral superficiel.

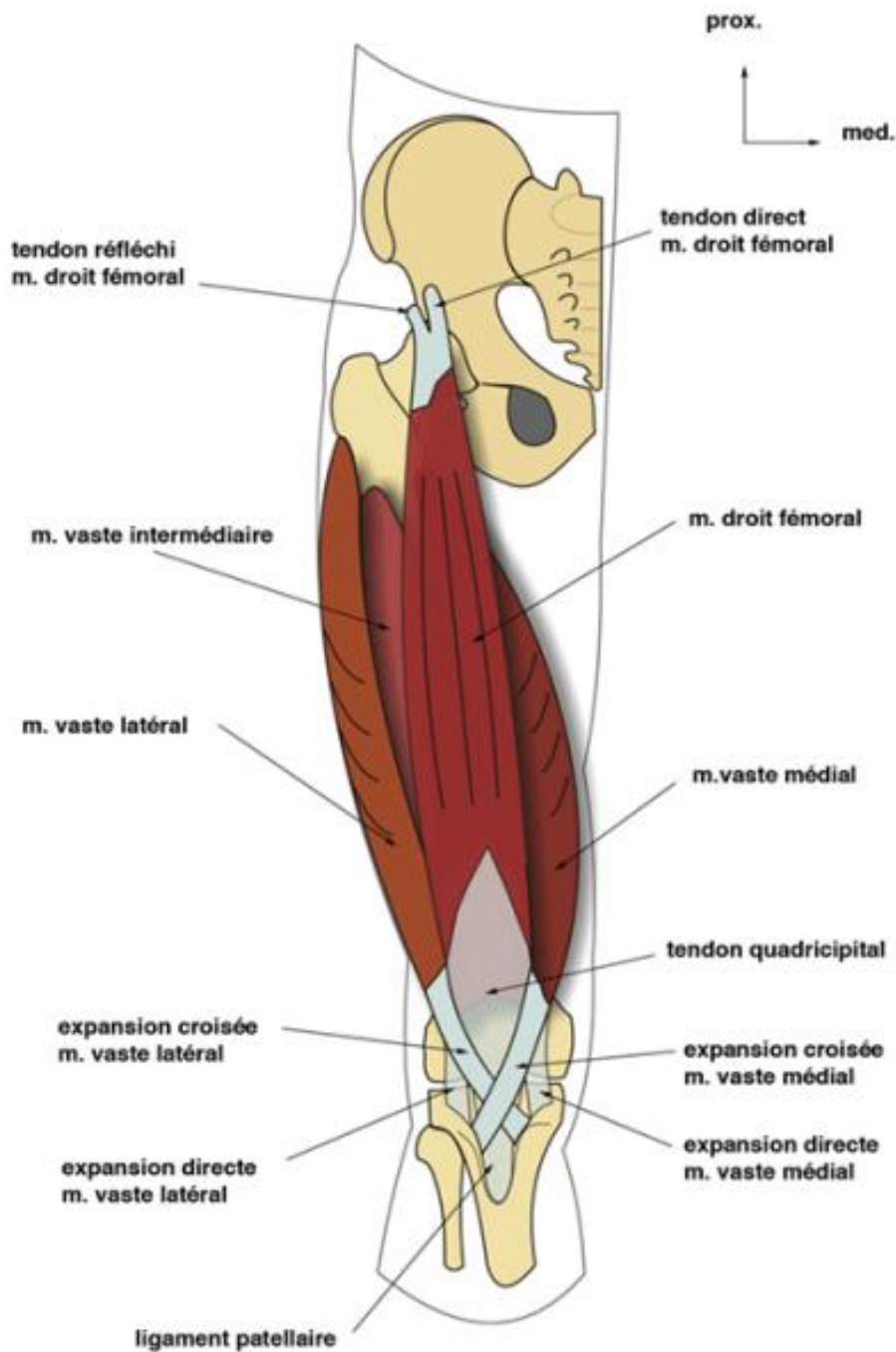


Figure 9 : Groupe musculaire antérieur de la cuisse [9].

3.3.1.2 Groupe musculaire médial :

Il comprend 5 muscles, disposés en 3 plans d'arrière en avant : se sont le muscle adducteur, pectiné et gracil (droit interne) (Figure 10):

- Plan profond : muscle grand adducteur.
- Plan moyen : muscle court adducteur (petit adducteur).
- Plan superficiel : muscle log adducteur (moyen adducteur), pectiné et gracile.

Ce groupe est situé dans la loge limitée en avant par le septum intermusculaire médial, en dedans par le fascia fémoral superficiel, en arrière par une expansion fasciale

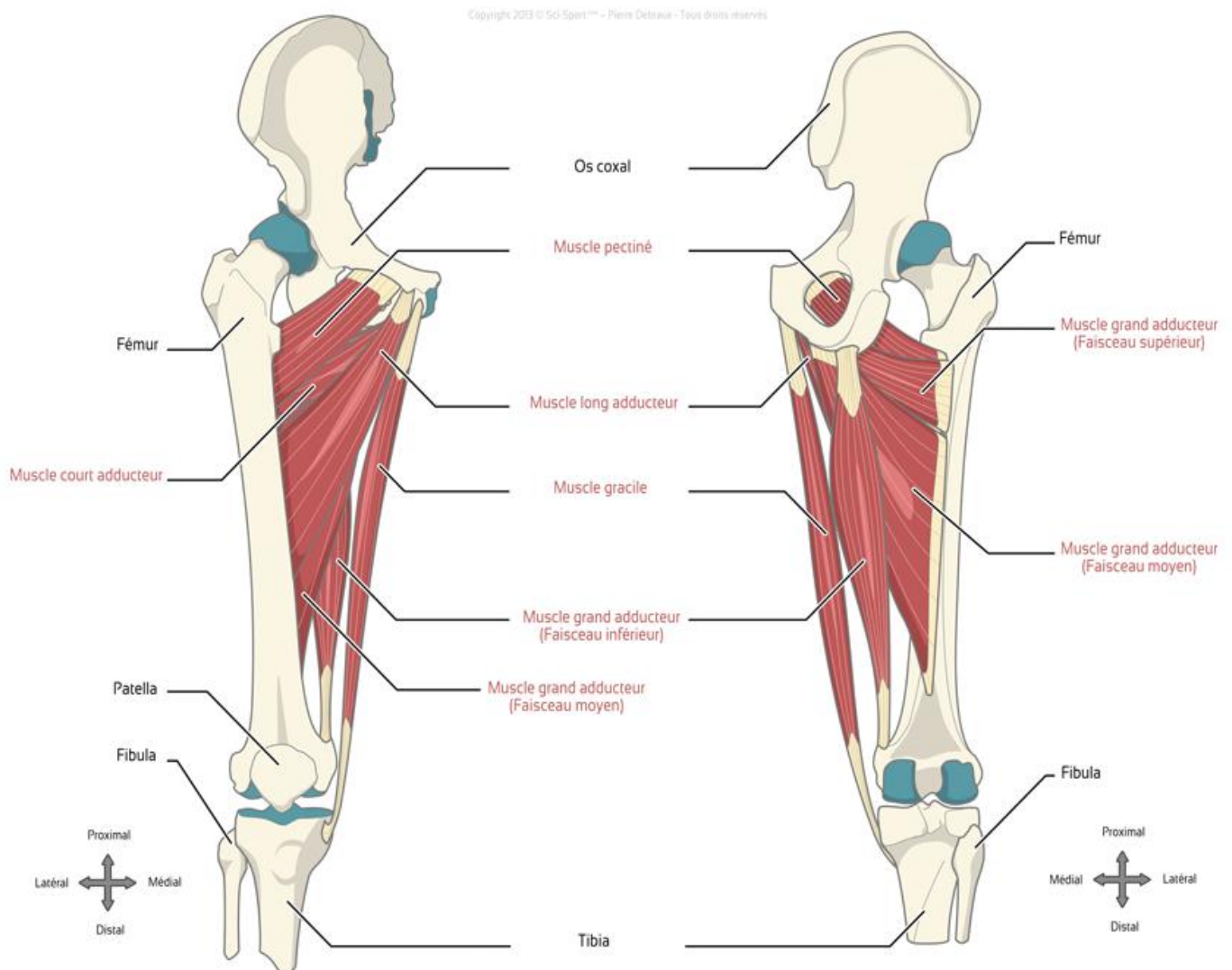


Figure 10 : Groupe musculaire médial [10].

3.3.1.3 Groupe musculaire postérieur :

C'est le groupe des muscles ischion-jambier, tendu de la tubérosité ischiatique aux extrémités proximales des deux os de la jambe (figure 11).

Ils sont au nombre de 3, disposés en deux plans :

- Plan profond : muscle semi-membraneux ;
- Plan superficiel : muscle semi-tendineux et biceps fémoral ;

Ce groupe est situé dans la loge limitée en avant et en dedans par une expansion fasciale, le séparant du groupe musculaire médial ; en avant et en dehors par le septum intermusculaire latéral ; en arrière par le fascia fémoral superficiel.

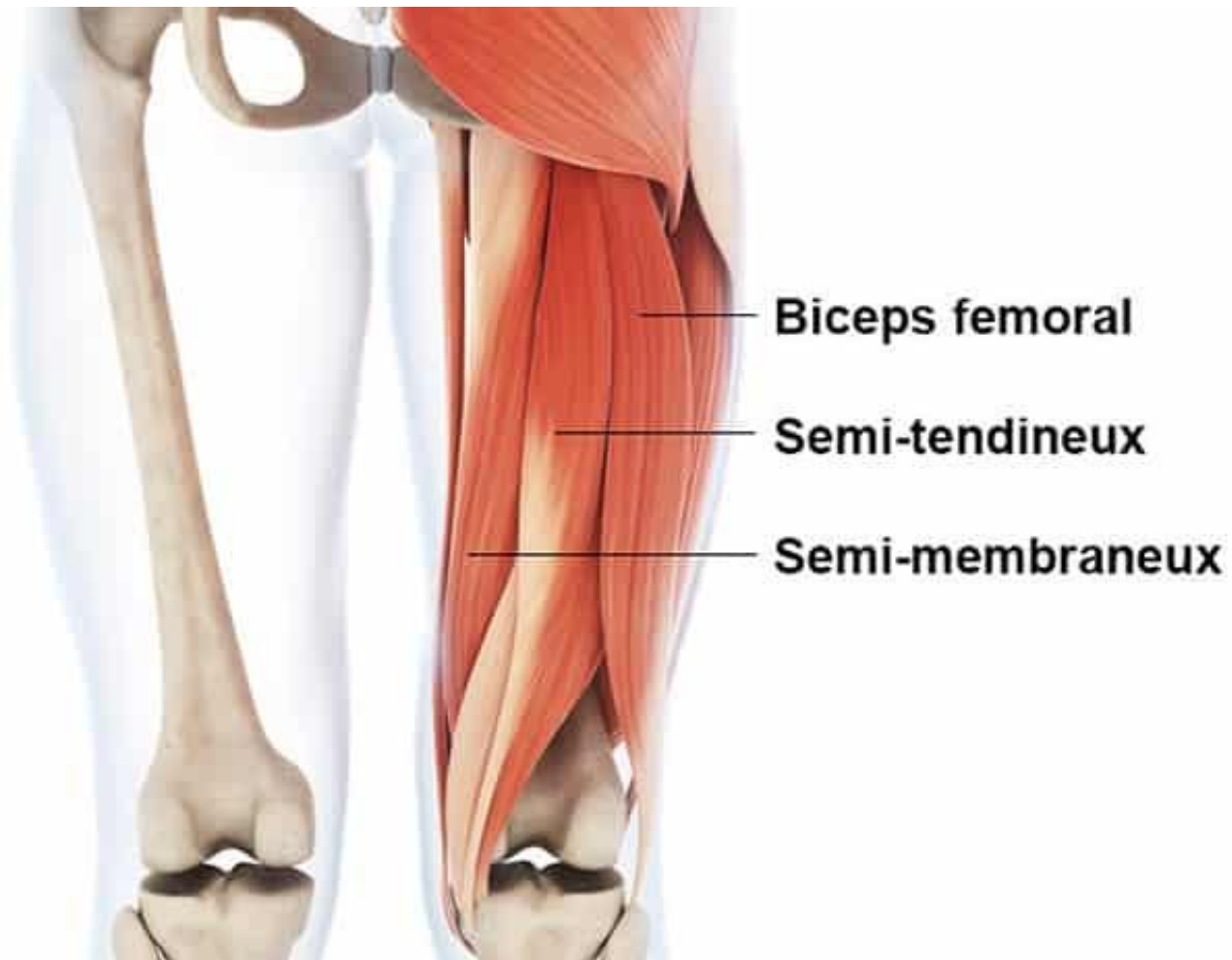


Figure 11 : groupe musculaire postérieur de la cuisse [11].

Muscles de la patte d'oie :

Trois muscles présentent une terminaison commune au niveau de la partie proximale de la face médiale du tibia, sur une surface rugueuse, en arrière du bord antérieur (surface d'insertion de la patte d'oie), il s'agit des muscles suivants; sartorius (couturier), gracile (droit interne), demi-tendineux [8].

3.3.2 Insertions musculaires

3.3.2.1 La diaphyse

- ♣ La face antérieure : muscle vaste intermédiaire (muscle crural) et muscle articulaire du genou (muscle sous crural).
- ♣ La face postéro-latérale : muscle vaste intermédiaire (muscle crural).
- ♣ La face postéro-médiale : pas d'insertion musculaire.
- ♣ Le bord latéral (médial et latéral) : muscle vaste intermédiaire [8].
- ♣ La ligne âpre : La partie moyenne présente :
 - ✓ Sur le versant latéral de la lèvre latérale : le vaste latéral.
 - ✓ Sur le sommet de la lèvre latérale : le grand fessier au 1/3 supérieur et le court biceps aux 2/3 inférieur.
 - ✓ Sur le versant médial de la lèvre latérale : le grand adducteur. A la partie basse il est oblique médialement vers son 3ème faisceau (sur le condyle médial).
 - ✓ Sur la lèvre médiale : le vaste médial.
 - ✓ Dans l'interstice des 2 lèvres : le long adducteur occupe la portion moyenne de la ligne âpre, le court adducteur (faisceau inférieur), le plus court se termine donc plus haut, chevauchant la trifurcation et la partie moyenne dont il n'occupe que la portion supérieure (entre les long et grand adducteur, puisqu'il est plus profond que le long et moins que le grand).
 - ✓ La trifurcation présente :
 - Sur les branche latérale et médiale, le prolongement des insertions précédentes, savoir : Les VL et VM ainsi que le grand fessier (branche latérale) et le débordement du court Adducteur (faisceau supérieur, entre les branches intermédiaire et latérale)
 - Sur la branche moyenne ou ligne pectinéal, le pectiné.
 - Sur la bifurcation on trouve :

- Sur la branche latérale, prolongement du court biceps, et du VL sur le versant latéral.
- Sur la branche médiale, prolongement du VM et du grand adducteur sur son versant Latéral [9].

3.3.2.2 L'épiphyse proximale

- ✓ Grand trochanter : muscle moyen glutéal (moyen fessier), obturateur externe (dans la fosse trochantérienne), obturateur interne et jumeaux, vaste latéral (vaste externe), piriforme (pyramidal), petit glutéal (petit fessier).
- ✓ Petit trochanter : muscle grand psoas (psoas iliaque).
- ✓ Crête inter trochantérienne : muscle carré fémoral (muscle carré crural).

3.3.2.3 L'épiphyse distale :

- ✓ Face postérieure : chefs latéral et médial du muscle gastrocnémien (muscle jumeaux interne et externe) et muscle plantaire.
- ✓ Face médiale : muscle grand adducteur et le chef médial du muscle jumeau interne.
- ✓ Face latérale : tendon du muscle poplité et le chef latéral du muscle jumeau externe [8].

3.4 VASCULARISATION :

3.4.1 Artères :

- ❖ **l'artère fémorale** (Figure 12) :

L'artère fémorale parcourt la cuisse de haut en bas et demeure la principale artère de cette région. Elle fait suite à l'artère iliaque externe. L'artère fémorale est située dans la partie antéro-médiale de la cuisse et s'étend de l'arcade crurale à l'anneau du grand adducteur puis devient artère poplitée. Sa direction oblique en bas, en dedans et en arrière, est représentée par une ligne menée du milieu de l'arcade fémorale au bord postérieur du condyle interne du fémur. L'artère fémorale

fournit 6 branches collatérales : la sous cutanée abdominale, la circonflexe iliaque superficielle, la honteuse externe supérieure et inférieure, la fémorale profonde et la grande anastomotique. La fémorale profonde est la principale branche collatérale de l'artère fémorale. Ses rameaux qui sont : l'artère du quadriceps, la circonflexe interne ou postérieure et les trois perforantes ; irriguent les muscles et les téguments de la presque totalité de la cuisse.

⊗ **Les artères glutéales supérieure et inférieure** : naissent dans la cavité pelvienne. Ce sont deux branches de l'artère iliaque interne qui vascularisent la région glutéale. L'artère glutéale supérieure quitte le bassin en passant par la grande incisure ischiatique au-dessus du piriforme, l'artère glutéale inférieure passe par le même orifice mais sous le piriforme.

⊗ **L'artère obturatrice** : Elle naît de l'artère iliaque interne et atteint la cuisse au niveau du canal sous pubien et vascularise son compartiment médial par ses deux branches (antérieure et postérieure).

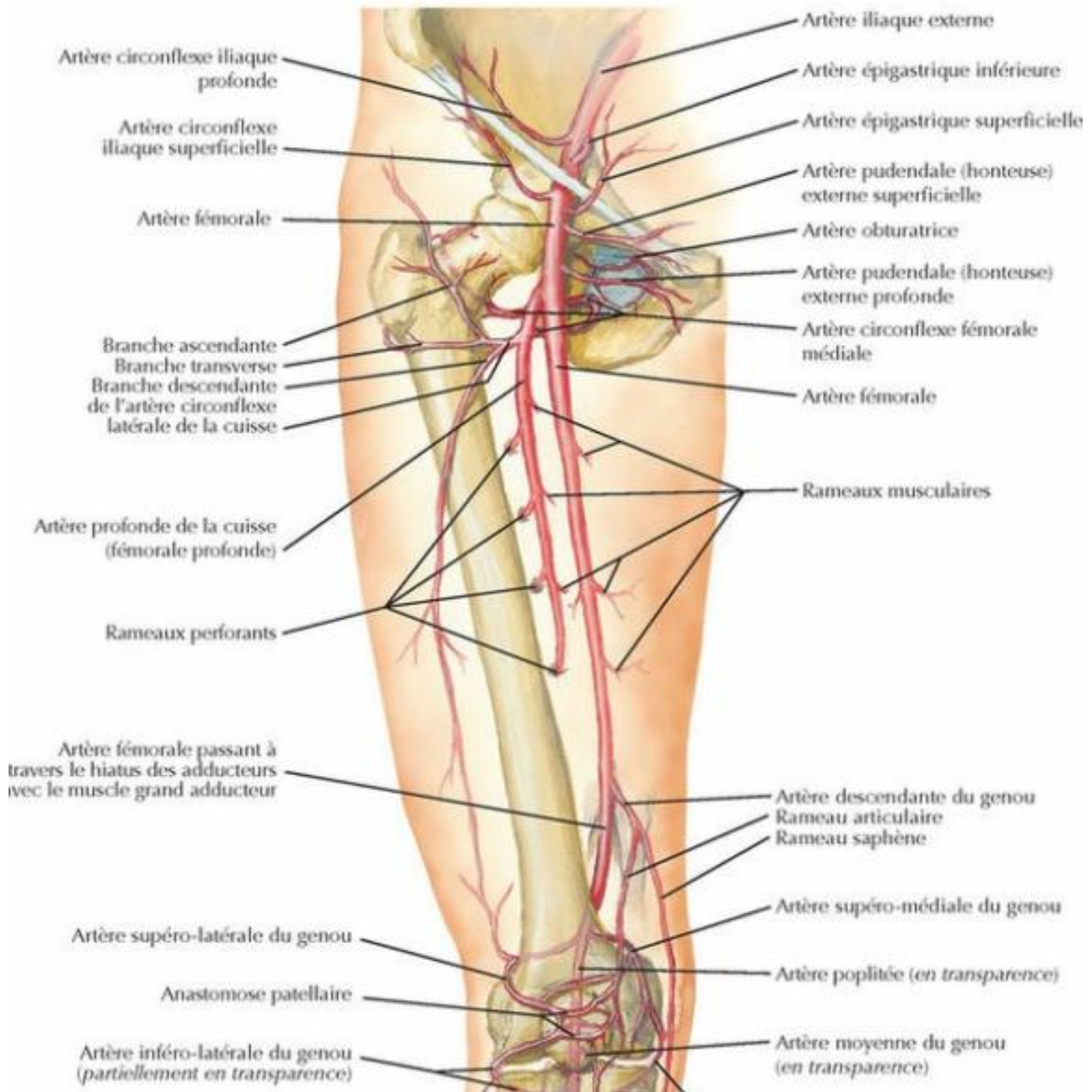


Figure 12 : Vascularisation artérielle de la cuisse [12].

3.4.2 Les veines :

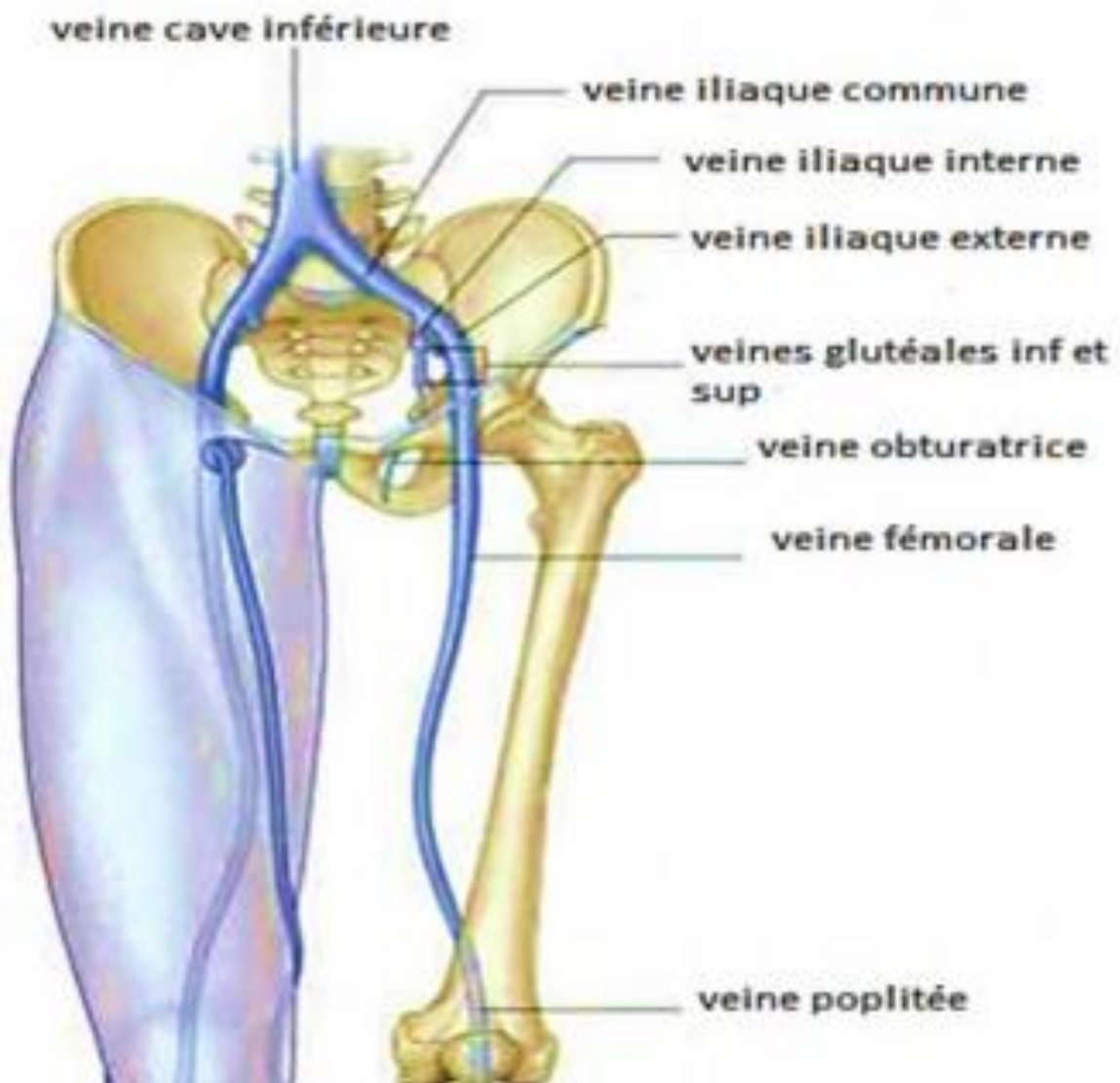


Figure 13 : Vascularisation veineuse de la cuisse [13].

Les veines drainent le sang du membre inférieur : les veines profondes et les veines Superficielles forment deux groupes. Les veines profondes suivent en général les artères de même nom (fémorale, glutéale supérieure, glutéale inférieure et obturatrice). La veine profonde principale est la veine fémorale. Elle devient veine iliaque externe après son passage sous le ligament inguinal à son entrée dans l'abdoman. Les veines superficielles siègent dans le tissu sous-cutané et sont interconnectées avec les veines profondes, elles comprennent deux principaux

vaisseaux : la grande veine saphène et la petite veine saphène .les deux veines naissent de l'arc veineux dorsal du pied (Figure 13).

3.4.3 Les vaisseaux lymphatiques

Les ganglions lymphatiques de la cuisse sont nombreux et groupés en plans (superficiel et profond) dans le triangle de Scarpa. Les ganglions superficiels reçoivent les lymphatiques de la paroi abdominale, du périnée, de l'anus, et du scrotum et de la verge chez l'homme, de la vulve chez la femme et du membre inférieur puis les drainent dans les ganglions profonds. Ces ganglions profonds sont peu nombreux, échelonnés le long de la veine fémoral

3.5 INNERVATION DE LA CUISSE

Les nerfs du membre inférieur proviennent du plexus lombaire et du plexus sacré. Le plexus lombaire est formé par les rameaux ventraux des nerfs spinaux de L1 à L2 et une partie de L4, le reste du rameau antérieur de L4 et le rameau antérieur de L5 s'unissent pour former le tronc lombosacré qui pénètre dans la cavité pelvienne avec les rameaux antérieurs de S1 à S2 pour former le plexus sacré.les nerfs importants qui proviennent du plexus lombosacré sont ; le nerf fémoral, obturateur, schiatique, glutéal supérieur, glutéal inférieur (Figure 14).

→ **Nerf fémoral** : est formé par la réunion des rameaux antérieurs de L2 à L4. Il quitte l'abdomen en passant par l'espace entre le ligament inguinal et le bord antérieur de l'os coxal pour pénétrer dans le trigone fémoral au niveau de la partie antéro-médiale de la cuisse.

-le nerf fémoral :

- ✓ innerve tous les muscles du compartiment antérieur de la cuisse ; ∞ Dans l'abdomen, donne des branches destinées aux muscles iliaque et pectiné ;
- ✓ Innervent la peau de la face antérieure de la cuisse, de la face antéro-médiale du genou, de la face médiale de la jambe et du bord médial du pied ;

→ **Nerf obturateur** : le nerf obturateur comme le nerf fémoral vient de L2 à L4. Il descend le long de la paroi postérieure de l'abdomen, passe dans la cavité pelvienne et pénètre dans la cuisse en passant par le canal obturateur.

Le nerf obturateur innerve :

⊗ Tous les muscles du compartiment médial de la cuisse, à l'exception du petit muscle adducteur et le pectiné qui sont innervés respectivement par les nerfs sciatique et fémorale ;

⊗ Le muscle obturateur externe ;

⊗ La peau de la face médiale de la partie haute de la cuisse ;

→ **Nerf sciatique** : C'est le nerf le plus volumineux de l'organisme. Il fait suite au sommet du Plexus sacré ; sort du bassin par la grande échancrure sciatique. Il pénètre dans la région postérieure de la cuisse en passant entre le grand adducteur et la longue portion du biceps en arrière. Au niveau du creux poplité se divise en deux branches terminales : le nerf fibulaire commun ou nerf sciatique poplité externe et le nerf sciatique poplité interne.

Le nerf grand sciatique fournit sept branches collatérales destinées aux muscles de la région postérieure de la cuisse et à l'articulation du genou :

- ✓ nerf supérieur du demi tendineux ;
- ✓ nerf de la longue portion du biceps ;
- ✓ nerf inférieur du demi tendineux ;
- ✓ nerf du demi membraneux ;
- ✓ nerf du grand adducteur ;
- ✓ nerf de la courte portion du biceps ;
- ✓ nerf articulaire du genou ;

→ **Nerfs glutéaux** : les nerfs glutéaux supérieur et inférieur sont les nerfs moteurs de la région glutéale.

→ **Les autres nerfs** qui naissent aussi du plexus lombosacré et entrent dans le membre inférieur pour innerver la peau ou les muscles sont : le nerf cutané latéral de la cuisse, le nerf de l'obturateur interne, le nerf du carré fémoral, le nerf cutané postérieur de la cuisse, le nerf cutané perforant et les branches des nerfs ilio-inguinal et génitofémoral [12].

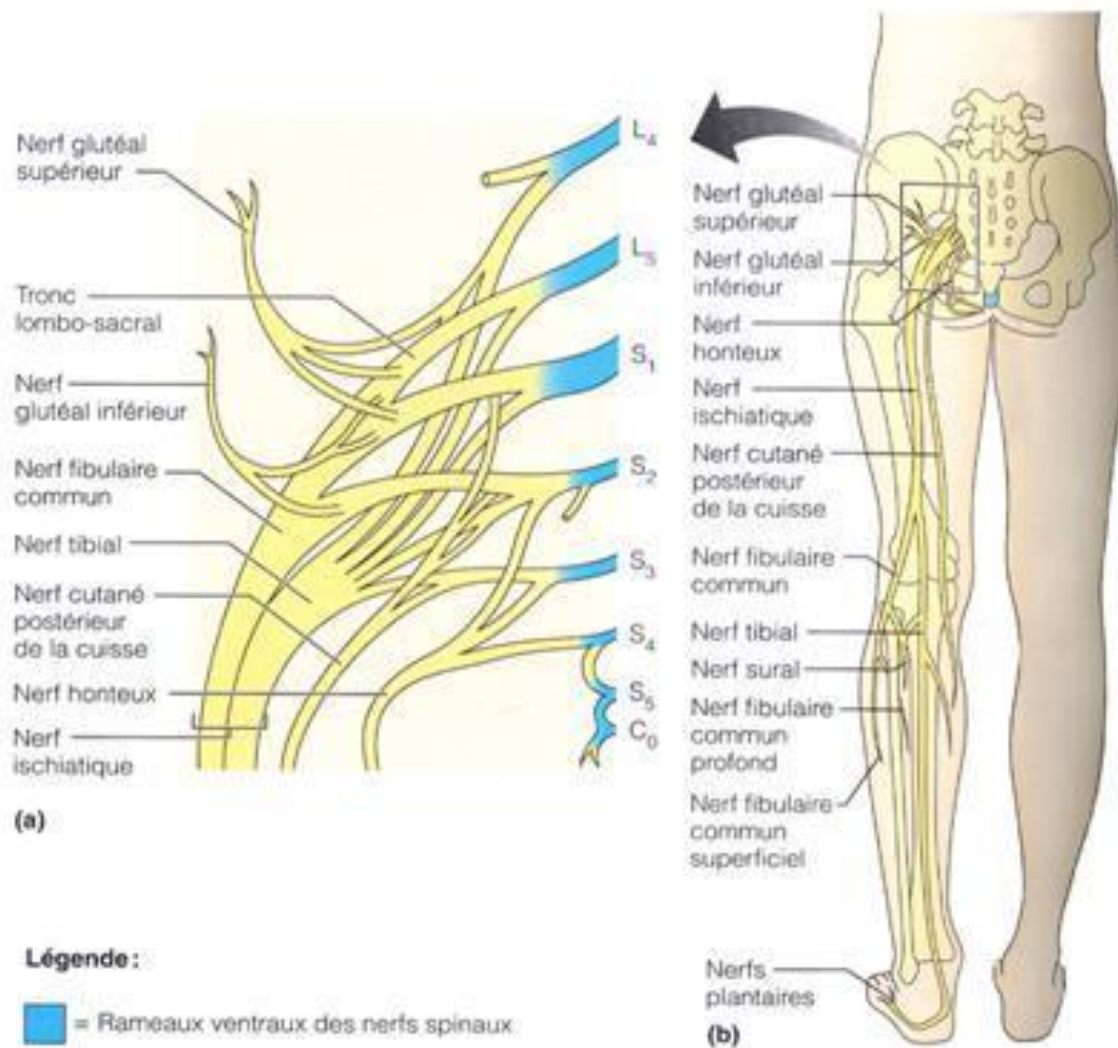


Figure 14 : Innervation de la cuisse [14].

4 BIOMECANIQUE :

4.1 Axes de la diaphyse fémorale

En position anatomique, la diaphyse fémorale est orientée obliquement de haut en bas et de dehors en dedans. L'obliquité du fémur est toujours plus accentuée chez la femme que chez l'homme, du fait de la conformation du bassin (diamètre transversal et courbure plus marquée chez la femme). L'axe anatomique du fémur est la ligne droite qui s'étend du milieu de l'échancrure inter-condylienne au bord supérieur du grand trochanter. Elle forme un angle moyen de 9° par rapport à la verticale et de 81° par rapport à l'horizontale. L'axe mécanique est la verticale passant par le centre de rotation de la tête fémorale et le milieu de l'échancrure inter-condylienne. Il forme un angle de 3° par rapport à la verticale et de 87° sur l'horizontale. L'ensemble de ces axes est fixé à partir de 8 ans chez le sujet marchant [13]. Par ailleurs, la diaphyse fémorale est concave en arrière. La courbure moyenne du fémur varie en fonction des auteurs entre 109 mm et 134 mm ; cette courbure augmente avec l'âge du fait des modifications architecturales osseuses. Ces modifications sont plus importantes chez la femme après 45 ans. De plus, il existe une augmentation de la courbure fémorale correspondant au niveau d'utilisation du membre, ce qui explique de petites variations morphologiques entre les deux côtés d'un même sujet [14–15]. Enfin, le fémur présente sur son axe vertical une torsion, qui fait que le plan transversal de son extrémité supérieure n'est pas entièrement parallèle au plan transversal de son extrémité inférieure, mais forme avec ce dernier un angle aigu ouvert en dedans.

4.2 Biomécanique

Comme tous les os longs, les propriétés mécaniques de la diaphyse fémorale ne sont pas uniformes et varient suivant la direction selon laquelle on les évalue (anisotropie). L'os est 1,5 fois plus résistante en compression qu'en traction, du fait

du caractère variable de son module d'élasticité. Le module de Young diminue de l'endoste au périoste, c'est-à-dire des zones de faible déformation vers les zones de forte déformation [16]. Il est également variable en fonction de l'âge, du sexe et du type d'os : spongieux ou cortical. De plus, l'os est caractérisé par ses propriétés viscoélastiques. L'os a une plus grande résistance pour les efforts rapides que pour les efforts lents, ce qui signifie qu'il faut plus d'énergie pour rompre un os rapidement que lentement. Pour une charge axiale, les deux zones en traction et en compression s'enroulent l'une autour de l'autre en spirale de haut en bas de la diaphyse dans le sens antihoraire pour le fémur droit et dans le sens horaire pour le fémur gauche. Le fémur se fléchit sur toute sa hauteur de telle façon qu'à chaque niveau, la valeur maximale de la compression excède celle de la traction. De ce fait, l'endroit le plus sollicité de la diaphyse fémorale se situe à 10 cm en dessous du petit trochanter [16]. Avec l'âge, le diamètre transversal de la diaphyse fémorale augmente. Ceci permet une meilleure répartition des contraintes, limitant les effets de l'ostéoporose d'une part et la perte d'os cortical au profit de l'os spongieux d'autre part [17]. Par ailleurs, il existe une diminution physiologique de la masse musculaire après la trentaine, s'accompagnant d'une diminution des contraintes appliquées sur la diaphyse fémorale [18, 19]. Cette diminution de l'épaisseur de l'os cortical est péjorative modifie la résistance osseuse aux contraintes en flexion et en torsion [17]. Cependant, ces données sont à moduler en fonction du sexe du sujet. Les femmes ont une capacité moins grande d'accroître le diamètre transversal de leur fémur et, du fait de l'ostéoporose, ont une densité osseuse inférieure. De plus, même si on assiste à une diminution de la masse musculaire avec l'âge, cette dernière est moins importante que la perte osseuse. Il en résulte une majoration des contraintes axiales, ce qui augmente le risque fracturaire. Ces données biomécaniques permettent de comprendre que les fractures sont préférentiellement

de type transversal chez le sujet jeune du fait de la prédominance des chocs directs dans le mécanisme fracturaire alors qu'elles sont plus fréquemment de type spiroïde chez la personne âgée, dans des zones de changement de contraintes traction-compression. De plus, le mécanisme de la chute (en torsion) éventuellement conjugué à la présence d'une arthrose bloque l'éventuel échappement de cette contrainte rotatoire dans l'articulation sus- ou sous-jacente.

5-anatomopathologie :

1 ETIOLOGIE ET MECANISME

1.1 ETIOLOGIE

Un traumatisme très important est nécessaire pour entraîner une fracture du fémur : [20] Bien que principalement causé par des traumatismes à haute-énergie tels qu'accidents de la voie publique, (sd du tableau du bord) , accidents de sports (surtout football, ski et les arts martiaux) ou chutes importantes (accident de travail, tentative de suicide), accident balistique ou par arme blanche des fractures sans traumatisme peuvent se produire. C'est notamment le cas s'il y a mise sous tension répétée du fémur lors de la course à pied par exemple, des maladies métaboliques de l'os (maladie de Paget) ou des tumeurs primaires ou secondaires de l'os.

1.2 MECANISME

Les fractures du fémur sont produites par des traumatismes directs et indirects, la nature et le niveau de la fracture dépendent de la direction et du point d'impact de l'agent vulnérant [21].

→ **-mécanisme direct** : dont l'agent traumatisant doué d'une certaine énergie cinétique, vient frapper l'os qui cède au point d'impact.

- Chute sur la cuisse : rare.
- Réception d'un objet lourd sur la cuisse, comme lors des éboulements et des Tremblements de terre.
- Impact par le pare-choc d'un véhicule (camion) au niveau de la cuisse.
- Agression par une barre de fer avec impact direct sur la cuisse.
- Accident balistique.

→ **Mécanisme indirect**, dont l'énergie traumatisante impose à l'os déterminé sa rupture à distance du point d'application des forces (Figure 15)

On distingue quatre variétés de contraintes qui déterminent les fractures :

- La compression axiale
- L'élongation
- La flexion
- La torsion

Il faut également mentionner les fractures de fatigue survenant par des contraintes mineures, sous le seuil de la résistance osseuse mais cyclique et régulière dite aussi fracture de fantassin ; et les fractures pathologiques dites aussi spontanées en cas de maladies dystrophiques du squelette, tumeurs osseuses, et ostéoporose [20].



Figure 15 : Mécanisme indirect (sd du tableau de bord) [15].

2 ANAOMOPATHOLOGIE

2.1 Classification des lésions osseuses

Les lésions osseuses peuvent être classées selon le siège, le nombre, la direction et le déplacement du trait de fracture.

– **Nombre de traits** (figure 16)

Lorsque le trait de fracture est unique, on parle de fracture simple. Lorsqu'il est double elle est dite fracture complexe. Les fractures complexes peuvent avoir un troisième fragment en aile de papillon, ou être bifocales. Lorsque ces traits sont plus de deux, on parle de fracture comminutive. Le nombre des traits de fractures et le nombre des fragments indiquent le niveau d'énergie du traumatisme à l'origine de la fracture. Ainsi lorsque la fracture est complexe ou comminutive, la fracture est due à un accident de haute énergie.

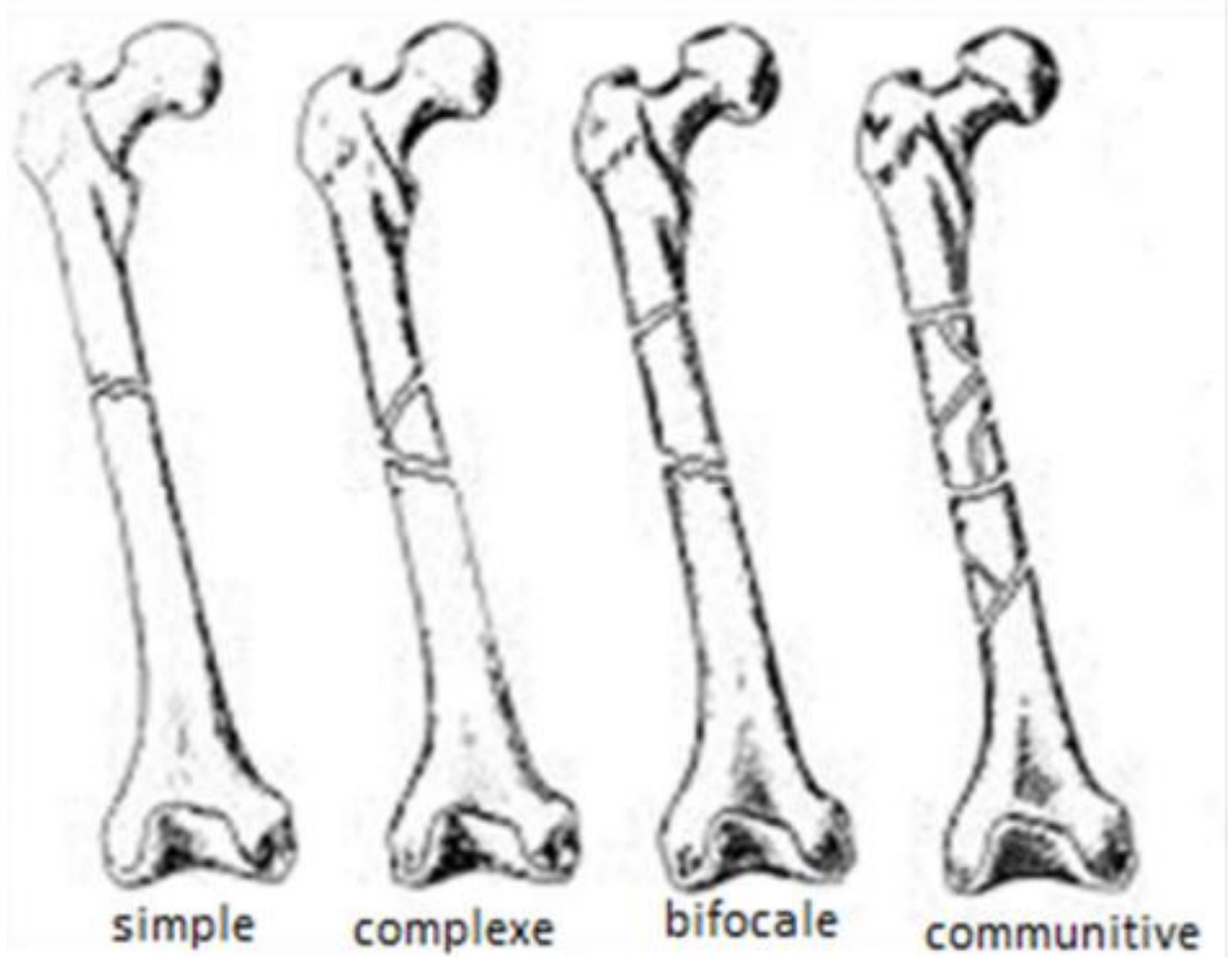


Figure 16 : Type de fracture selon le nombre de trait [16].

→ Siege du trait :

Le trait de fracture peut siéger au niveau du tiers supérieur, du tiers moyen, du tiers inférieur ou occuper toute la diaphyse fémorale (Figure 17).



Figure 17 : Type de fracture selon la localisation [17].

→ Direction du trait

Le trait peut être horizontal ou oblique court. Ces traits surviennent souvent à la suite d'un choc direct. Habituellement, ce type de trait confère à la fracture une certaine stabilité, sauf au niveau du fémur où les fractures de la diaphyse fémorale ne sont jamais stables, à cause des puissants muscles qui entourent celle-ci et qui en déplacent toute fracture, quel qu'en soit le type du trait. Lorsque le trait est oblique long ou spiroïde, la fracture est secondaire à un mécanisme indirect (Figure 18).



Figure 18 : Type de fracture selon la direction du trait de la fracture [18].

→ Déplacement des fragments

La fracture peut présenter quatre types de déplacement qui se font dans les trois plans de l'espace. Ces déplacements sont désignés par les lettres A, B, C et D (figure 19).

A : correspond au déplacement en angulation de la fracture. Cette angulation peut se faire en valgus et en varus dans le plan frontal, en flectum et en recurvatum dans le plan sagittal

B : correspond au déplacement des fragments fracturaires en baïonnette

C : correspond au déplacement des fragments fracturaires en chevauchement

D : correspond au décalage ou à la rotation des fragments fracturaires qui peut se faire en rotation interne ou en rotation externe. Ce déplacement concerne les deux fragments fracturaires, mais il est bien visible dans le fragment distal [20].

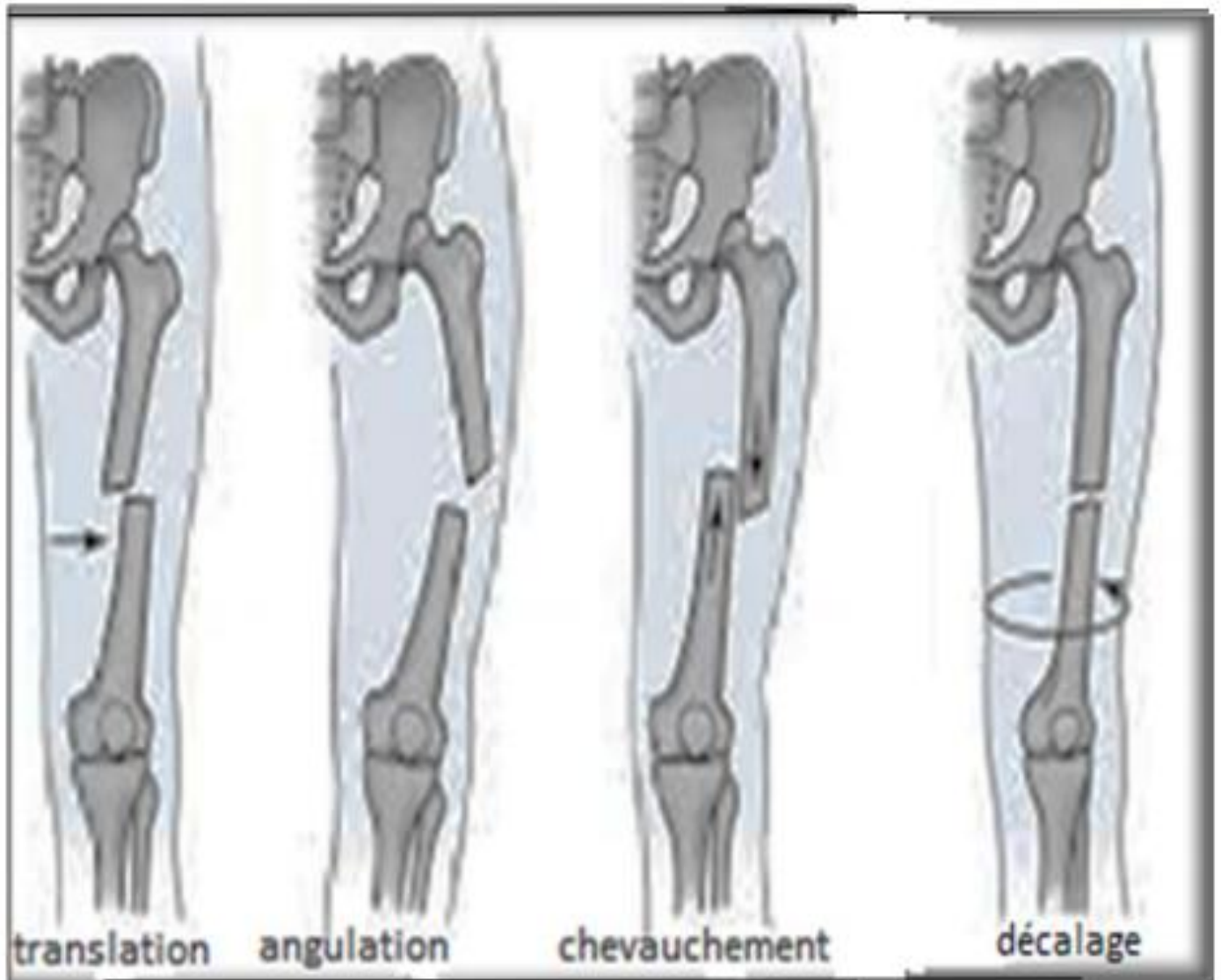


Figure 19 : Type du déplacement du trait de la fracture [19].

→ Classification de Winkist et Hansen

Cette analyse de la comminution éventuelle du trait de fracture est la base de la classification de Winkist et Hansen [22, 23] qui distingue quatre types :

- Type I : comminution minime ou nulle ;
- Type II : troisième fragment détaché mais avec possibilité de contact cortical des segments principaux sur plus de 50 % de la circonférence du foyer ;
- Type III : comminution plus importante avec conservation possible d'un contact cortical entre les segments principaux cependant inférieur à 50 % ;
- Type IV : comminution totale avec perte de contact cortical entre les segments principaux.

Le mérite de cette classification est sa simplicité. Elle est cependant incomplète et maintenant moins utilisée que la classification de l'AO [24] qui tient compte de façon hiérarchisée de la situation et du type de trait sur la diaphyse fémorale (Figure 20).

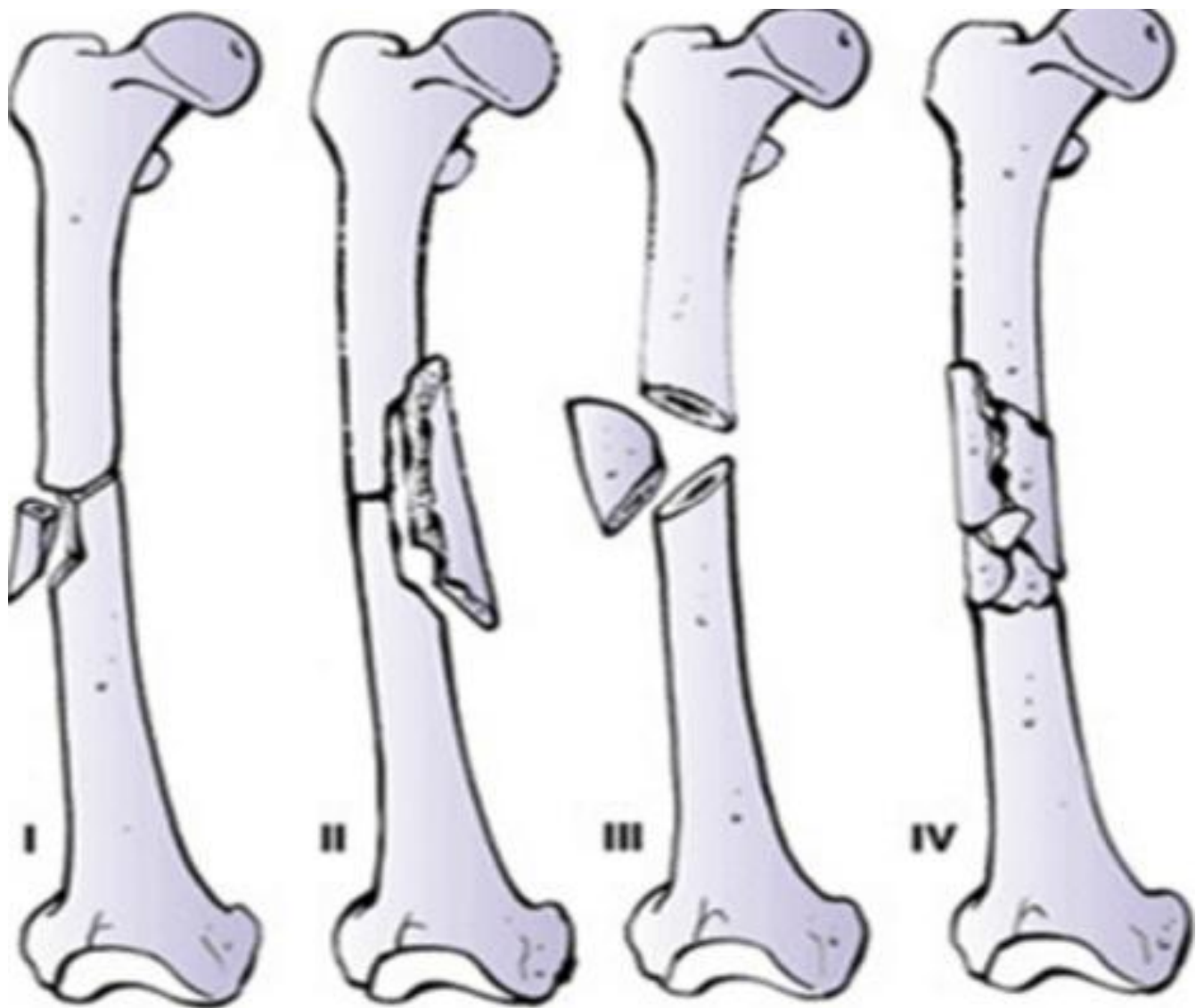


Figure 20 : Classification de Winquist et Hansen [20].

→ Classification de l'AO

Elle repose tout d'abord sur une définition stricte de la diaphyse fémorale. Sa limite proximale est constituée par une ligne transversale située sous le petit trochanter. À sa partie distale, elle est limitée par une ligne transversale située à une distance de l'interligne fémoro-tibial égale à la largeur de cette interligne selon la règle classique du carré épiphysaire. Dans cette approche, la diaphyse fémorale est définie par le chiffre 32 (3 pour le fémur, 2 pour la région diaphysaire) (Figure 21).

Chaque fracture est ensuite analysée selon :

❖ **la complexité du trait :**

- Groupe A : fracture simple, bifragmentaire avec maintien d'un contact de plus de 90% ;
- Groupe B : fracture multifragmentaire avec persistance d'un contact après réduction réalisant la classique fracture à coin de flexion ou de torsion ;
- Groupe C : fracture comminutive sans contact possible entre les segments principaux ;

❖ **la forme du trait : et/ou la constitution des fragments :**

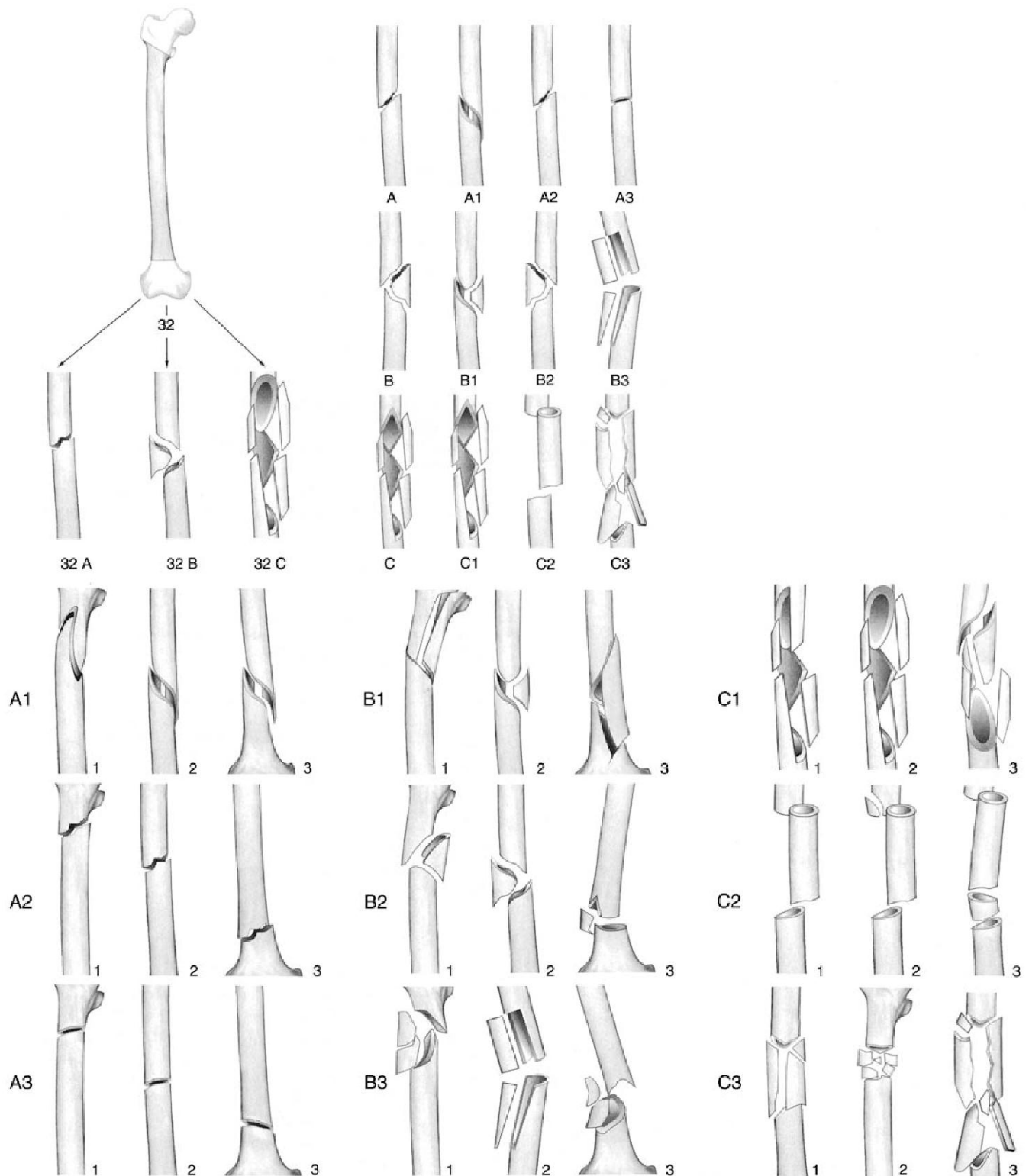
- Groupe A : spiroïde (A1), oblique de plus de 30° (A2), transversal ou oblique de moins de 30° (A3) ;
- Groupe B : à coin de torsion intact (B1), à coin de flexion intact (B2), à coin fragmenté (B3) ;
- Groupe C : complexe spiroïde (C1), complexe à segment (s) intermédiaire (s) (C2), complexe non spiroïde (C3) ;

❖ **la localisation sur la diaphyse du foyer pour les groupes A et B : tiers proximal (1), tiers moyen (2) et tiers distal (3), ou l'état du (des) fragment (s) intermédiaire (s) pour le groupe C**

- . ∞ Commentaires

Comme le rappelle Bonneville dans sa Conférence d'enseignement [25], une classification doit être établie sur des bases Épidémiologiques colligeant des lésions fracturaires réellement rencontrées pour aboutir à des indications thérapeutiques précises. Il souligne ainsi à juste titre :

- La logique parfois imprécise de la classification de l'AO dont l'adjonction chiffrée unitaire (deuxième chiffre) repose sur des critères de siège anatomique pour les types A et B et des Critères descriptifs des fragments intermédiaires pour le type C ;
- son caractère parfois virtuel puisque certains sous-groupes clairement identifiés sont en pratique exceptionnels ou inexistantes.



A: Fracture simple Type A1 : spiroïde Type A2: oblique Type A3: transversale B: Fracture à coin Type B1: de torsion Type B2: de flexion Type B3: fragmenté C: Fracture complexe Type C1: spiroïde Type C2: étagée Type C3: irrégulière

Figure 21 : Classification de la fracture du fémur selon l'AO [21].

2.2 Classification des lésions cutanées

2.2.1 Fractures fermées

L'absence de plaies communicantes en regard du foyer définit le caractère fermé de la lésion. Tcserme et Gotzen [26] ont proposé une classification des fractures fermées selon l'importance de l'énergie traumatique. Selon Tcsene, les fractures fermées se divisent en 4 groupes de gravité croissante :

- Stade 0 : les tissus préfracturaire ne sont pas lésés ou du moins de manière discrète ; la fracture secondaire à un traumatisme indirect est bifragmentaire.
- Stade 1 : il existe une dermabrasion, une contusion cutanée par pression d'un fragment déplacé ou des phlyctènes en regard du foyer ; le foyer est peu ou modérément comminutif.
- Stade 2 : le traumatisme direct est responsable d'une importante contusion musculaire et d'une dermabrasion contaminée. La comminution fracturaire est importante.

Stade 3 : associe contusion cutanée attendue, décollement aponévrotique sous-jacent, syndrome de loge patent ou ischémie par rupture de l'axe vasculaire du membre. Le foyer de fracture est fortement comminutif. Ainsi au stade 2 et surtout stade 3 l'absence d'ouverture cutanée ne donne qu'une illusion de bénignité du traumatisme, car la vitalité du membre est réellement compromise [27].

2.2.2 Fractures ouvertes

Le pronostic et la gravité des fractures ouvertes dépendent en grande partie des lésions des tissus mous. Parallèlement à la classification de la fracture elle-même, les lésions des parties molles doivent être évaluées précisément, car non seulement elles nécessitent un traitement adapté mais elles dictent souvent le mode de fixation osseuse à adopter. Plusieurs classifications sont employées actuellement : Les 2 plus utilisées sont celles de Cauchoix et Duparc en 3 stades [28], la plus

simple ; et celle de Gustillo–Anderson [29], la plus utilisée, qui reprend les mêmes principes en l’enrichissant de données supplémentaires pour le stade le plus sévère.

Le but de ces classifications n’est pas seulement d’évaluer la sévérité mais également de guider la thérapeutique, notamment sur la nécessité ou non d’avoir recours à un geste de couverture, et d’établir un pronostic.

→ Classification de Cauchoix et Duparc

La classification de Cauchoix et Duparc modifiée par Duparc et Hutten [30] repose sur la description de la lésion cutanée et ses possibilités de cicatrisation.

⊗ Type I ; Il s’agit d’une ouverture punctiforme ou d’une plaie peu étendue, sans décollement ni contusion, dont la suture se fait sans tension

⊗ Type II : Il s’agit d’une lésion cutanée qui présente un risque élevé de nécrose secondaire après suture. Cette nécrose est due soit à :

- une suture sous tension d’une plaie ;
- des plaies associées à des décollements ou à une contusion appuyée ;
- des plaies délimitant des lambeaux à vitalité incertaine.

⊗ Type III : Il s’agit d’une perte de substance cutanée pré-tibiale non suturable en regard ou à proximité du foyer de fracture. Cette classification a le mérite d’être simple mais elle n’a pas une signification évolutive et surtout ne tient pas compte des lésions de l’os et des parties molles autres que cutanées.



Figure 22 : Classification de Cauchoix et Duparc [22].

→ Classification de Gustillo

La classification de Gustilo est bien établie et d'usage commun, c'est une classification pratique qui reprend bien les types de lésions et de leur pronostic. Trois types sont décrits, dont le 3ème est subdivisé pour permettre un classement plus précis.

- Type I : Ouverture cutanée inférieure à 1 cm. Généralement l'ouverture se fait de l'intérieur vers l'extérieur. Il existe une petite lésion des parties molles. La fracture est souvent simple, transverse ou oblique courte avec petite comminution.
- Type II : Ouverture supérieure à 1 cm sans délabrement important ni perte de substance ni avulsion. Il existe une légère comminution et une contamination modérée.
- Type III : Délabrement cutanéomusculaire, lésion vasculo-nerveuse, contamination bactérienne majeure :

- ✓ III A : La couverture du foyer de fracture par les parties molles est convenable malgré la dilacération extensive. Il existe une comminution importante de la fracture sans tenir compte de la taille de la plaie.
- ✓ III B : La fracture ouverte est associée à une lésion extensive ou à une perte de substance des parties molles avec stripping du périoste et exposition de l'os avec contamination massive et comminution très importante due au traumatisme à haute énergie. Après parage et lavage, l'os reste exposé et il est nécessaire de recourir à un lambeau de voisinage ou à un lambeau libre pour le recouvrir.
- ✓ III C : La fracture ouverte est associée à une lésion artérielle qui nécessite une réparation, mise à part le degré important des dégâts des parties molles [20].

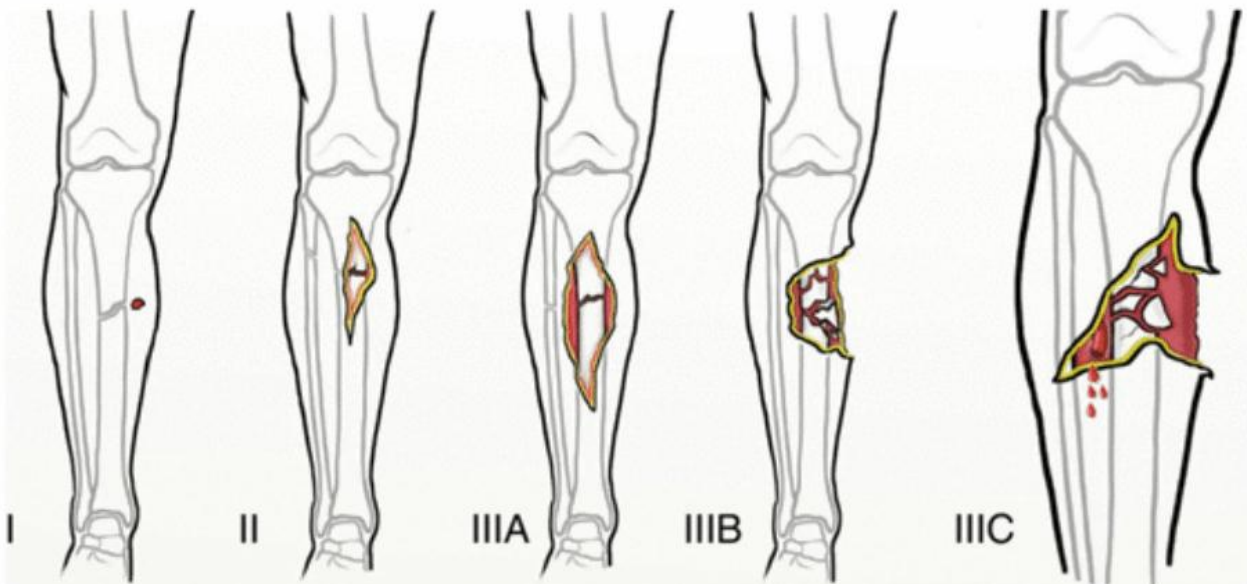


Figure 23 : Classification de Gustillo [23].

Diagnostic :

1- Diagnostic clinique

Le diagnostic de la fracture de la diaphyse fémorale est souvent évident : douleur majeure, déformation de la cuisse, attitude vicieuse, impotence fonctionnelle totale.

1.1 Recherche d'un état de choc hémorragique

Ce choc hémorragique peut être d'origine abdominale ou thoracique, mais peut aussi provenir d'une hémorragie qui se produit à l'intérieur de la cuisse par déchirure de ses muscles, qui sont multiples et volumineux.

Les signes cliniques de ce choc hémorragique sont la pâleur, les sueurs, l'envie impérieuse de boire, la polypnée.

L'examen montre que les conjonctives sont non colorées, le pouls radial accéléré et la tension artérielle systolique inférieure à 80mm hg. Lorsque le choc est d'origine abdominale, ses signes s'accompagnent d'une défense abdominale. Lorsque l'origine du choc est thoracique il s'y associe une dyspnée à cause de l'hémothorax ou de l'hémomediastin. Ce choc peut être du à une hémorragie au niveau de la cuisse traumatisée .Il se manifeste, à coté des signes du choc, par augmentation du volume de la cuisse en raison des hémorragies musculaires à ce niveau.

1.2 Interrogatoire

⊗ Identité :

- ♣ Nom
- ♣ Prénom
- ♣ Age
- ♣ Profession
- ♣ Mode de vie

- Heur du dernier repas
- Antécédents :
 - médicaux : ostéoporose,
 - Chirurgicaux :
- ❖ Circonstances:

Les circonstances sont variables, fonction des populations concernées [5]. Le plus souvent (75%) c'est un traumatisme violent, volontiers routier et à haute énergie, survenant chez un sujet jeune. On comprend dans ce contexte la prédominance des fractures transversales, Obliques courtes ou comminutives, la particularité saisonnière (juillet–septembre) et la fréquence des lésions associées (autres fractures, polytraumatisé) qui participent à la gravité initiale et au pronostic. On peut même, dans ce contexte, assimiler la fracture de la diaphyse fémorale à un véritable marqueur de l'énergie traumatique. Plus rarement (25 %), le traumatisme causal est de basse énergie, le plus souvent une chute. Les patients concernés sont alors volontiers plus âgés, la fracture est plus fréquemment spiroïde [31, 32], isolée au fémur et survient volontiers en hiver [2].

Dans ce contexte, c'est souvent l'état médical préfracturaire qui influence le pronostic [32].

- ❖ Heure de l'accident

Connaitre le délai passé entre l'accident et l'examen du blessé est important pour la conduite à tenir. Ainsi lorsque le délai est inférieur à six heures et que le polytraumatisé présente une hémorragie interne qu'il faut arrêter, on doit prévoir une anesthésie spécifique à un opéré à estomac plein. Lorsque le délai dépasse six heures, et que le polytraumatisé présente une Ischémie aigue totale du membre inférieur avec des lésions musculaires, nerveuses et cutanées graves, le pronostic vital de ce membre est mis en jeu. Si ce polytraumatisé présente une fracture

ouverte du fémur, qui a dépassé six heures sans parage ni antibiotique, le risque infectieux de la fracture est grand et une ostéosynthèse interne devient contre-indiquée.

1.3 Examen général :

L'examen général à la recherche d'une lésion associée : craniocérébrale, abdominal et thoracique.....

1.4 Examen de l'appareil locomoteur

⊗ Signes fonctionnels

Douleur, impotence fonctionnel...

⊗ Examen physique

) Inspection

Commencer par inspecter le membre avec le plus grand soin, en comparant les deux cotés.

Rechercher toute asymétrie des contours et reliefs.

Rechercher toute attitude vicieuse du membre et déformation (déformation de la cuisse en crosse) (Figure 25).

Rechercher la présence d'un œdème, d'un hématome cutané (Figure 24).

Noter la couleur du membre blessé et la comparer avec celle du membre sain : cyanose, blancheur [20].



Figure 24 : Hématome de la cuisse [24].

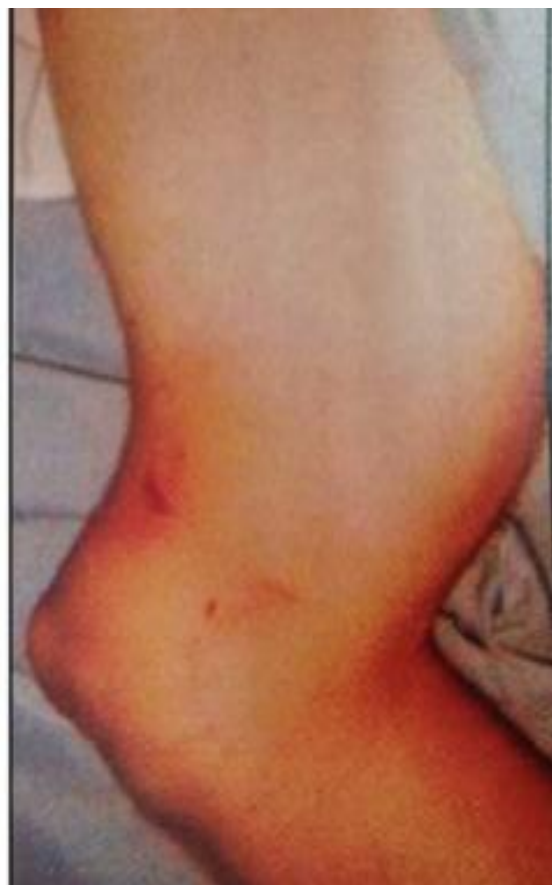


Figure 25 : Déformation de la cuisse en cross [25].

❖ Examen vasculaire :

Cet examen vise à rechercher la complication vasculaire la plus dangereuse, à savoir l'ischémie vasculaire aiguë. Cette ischémie est provoquée par la lésion de l'artère fémorale commune et de l'artère fémorale superficielle.

Les signes cliniques de cette ischémie vasculaire aiguë se présente sous forme d'une douleur intense du pied, non calmée par l'immobilisation provisoire de la fracture. A l'inspection, le pied, la jambe et le genou sont pâles. Les mouvements du pied et des orteils sont impossibles, car ils sont paralysés.

A la palpation, le pied est froid, sa peau insensible en raison de l'anesthésie sensitive active tactile accompagne l'ischémie aiguë. Le pouls pédieux et tibial postérieur sont absents. Ce tableau clinique constitue une urgence chirurgicale vasculaire. Cette ischémie doit être traitée dans les six heures, car c'est le temps d'anoxie maximale que peut supporter un muscle. Mais il faut s'acharner à rétablir la continuité vasculaire et traiter cette ischémie dans les deux heures, car les nerfs privés d'oxygène plus d'une heure et demie à deux heures finissent par se lyser avec le risque de survenu d'une paralysie définitive du membre. Parfois le diagnostic clinique de l'ischémie aiguë du membre est difficile, surtout s'il existe un œdème du pied qui gêne la palpation du pouls pédieux et tibial postérieur. Dans ce cas, c'est la douleur intense du pied, l'anesthésie et la paralysie des orteils et du pied qui constituent les premiers symptômes fiables de l'ischémie aiguë du membre. Devant un tableau clinique qui évoque une ischémie aiguë du membre inférieur, on doit effectuer rapidement les examens complémentaires pour confirmer le diagnostic à type d'un écho doppler vasculaire ou d'artériographie du membre inférieur.

⊗ Examen neurologique :

Il consiste à rechercher une anesthésie du dos et de la plante du pied et un déficit d'extension dorsale et plantaire du pied signifiant une lésion du nerf sciatique.

2 MESURES IMMEDIATES

Dans le même temps et sans attendre la réalisation de l'imagerie, on procède :

- à l'alignement du membre et à son maintien de façon simple mais efficace (cales, caissette de dérotation, traction collée si l'état de la jambe le permet) ;
- à la pose de la voie veineuse pour assurer le remplissage macromoléculaire et l'administration d'antalgiques ;
- à un bloc du nerf fémoral, particulièrement en cas de risque de mobilisation de la cuisse volontaire ou non : agitation, transport, bilan prolongé avec manipulations répétées, Stabilisation fracturaire retardée [33].

3 EXAMENS COMPLIMENTAIRE

3.1 BILAN RADIOLOGIQUE

On effectue une incidence radiologique de face et de profil de la diaphyse Fémorale et de l'articulation de la hanche et du genou(Figure 27) .

Sur ces deux incidences de face et de profil du on étudie le trait de fracture en précisant le nombre, le siège et la direction ; d'où l'intérêt des radiographies des articulations sus-jacente (hanche) et sous-jacente (genou).On étudie également le déplacement des fragments fracturaires.



Figure 27 : Rx du fémur et du bassin [27].

On demande toujours chez un polytraumatisé et de façon systématique une radiographie du bassin et du fémur.

Le scanner et l'IRM n'ont pas d'utilité.

3.2 BILAN BIOLOGIQUE

Un bilan biologique doit être réalisé à la recherche d'un trouble sanguin permettant de prendre des précautions pour l'éventuelle intervention ou pouvant contre indiquer l'intervention :

Groupage sanguin rhésus : et prévoir du sang pour une éventuelle transfusion.

- NFS : à la recherche d'une anémie ou des signes d'un état de choc.
- Ionogramme sanguin : à la recherche des troubles ioniques qui peuvent interdire une intervention chirurgicale.
- Bilan rénal : à la recherche d'une insuffisance rénale fonctionnelle en rapport avec un état de choc et détecter une pathologie rénale qui nécessite des mesures de réanimation spéciale.
- Glycémie : Le stress chirurgical est responsable d'un état d'insulino-résistance qui se traduit biologiquement par une augmentation péri-opératoire de la glycémie. Cette dernière, plus qu'un simple stigmate de stress, semble avoir des effets délétères à court terme qui justifient son contrôle péri-opératoire [34].
- Bilan d'hémostase (TP, TCK..) : c'est une intervention à haut risque hémorragique.
- La gazométrie artérielle et D-dimer au moindre doute et/ou risque de syndrome d'embolie graisseuse (SEG).

3.3 ECG

)} A titre systématique en cas de :

- Traitement antiangineux ou antiarythmique en cours.
- ATCDS de trouble du rythme
- Désordre hydro électrolytique connu ou suspecter
- Prise de traitement cardiotoxique : phénothiazines, antidépresseurs tricycliques.....

)} Au moins 2 facteurs de risque parmi :

- Diabète
- Dyslipidémie
- Tabagisme

- HTA
- Collagénose
- Âge > 40 ans
- Maladie vasculaire périphérique

4 -FORMES CLINIQUES

4.1 Fracture du fémur chez l'enfant

Les fractures de la diaphyse fémorale chez l'enfant (Figure 32) sont des lésions fréquentes, elles consolident rapidement et laissent rarement des séquelles. Le traitement orthopédique a longtemps été utilisé de façon quasiment exclusive et il reste la règle chez le petit enfant, mais, de nos jours, une longue hospitalisation et l'inconfort d'un plâtre sont de moins en moins bien acceptés.

Les techniques chirurgicales les plus récentes, en particulier l'embrochage élastique stable (Figure 33) exposant à moins de risques que les ostéosynthèses par plaque ou clou, permettent d'échapper à ces contraintes tout en offrant une réduction de meilleure qualité, un plus grand confort, et une reprise fonctionnelle plus rapide. En outre, une ostéosynthèse représente un coût moins important qu'une longue hospitalisation, et si son risque n'est pas plus élevé, de plus en plus d'auteurs, en particulier outre-Atlantique, font entrer ce paramètre économique dans l'indication thérapeutique.

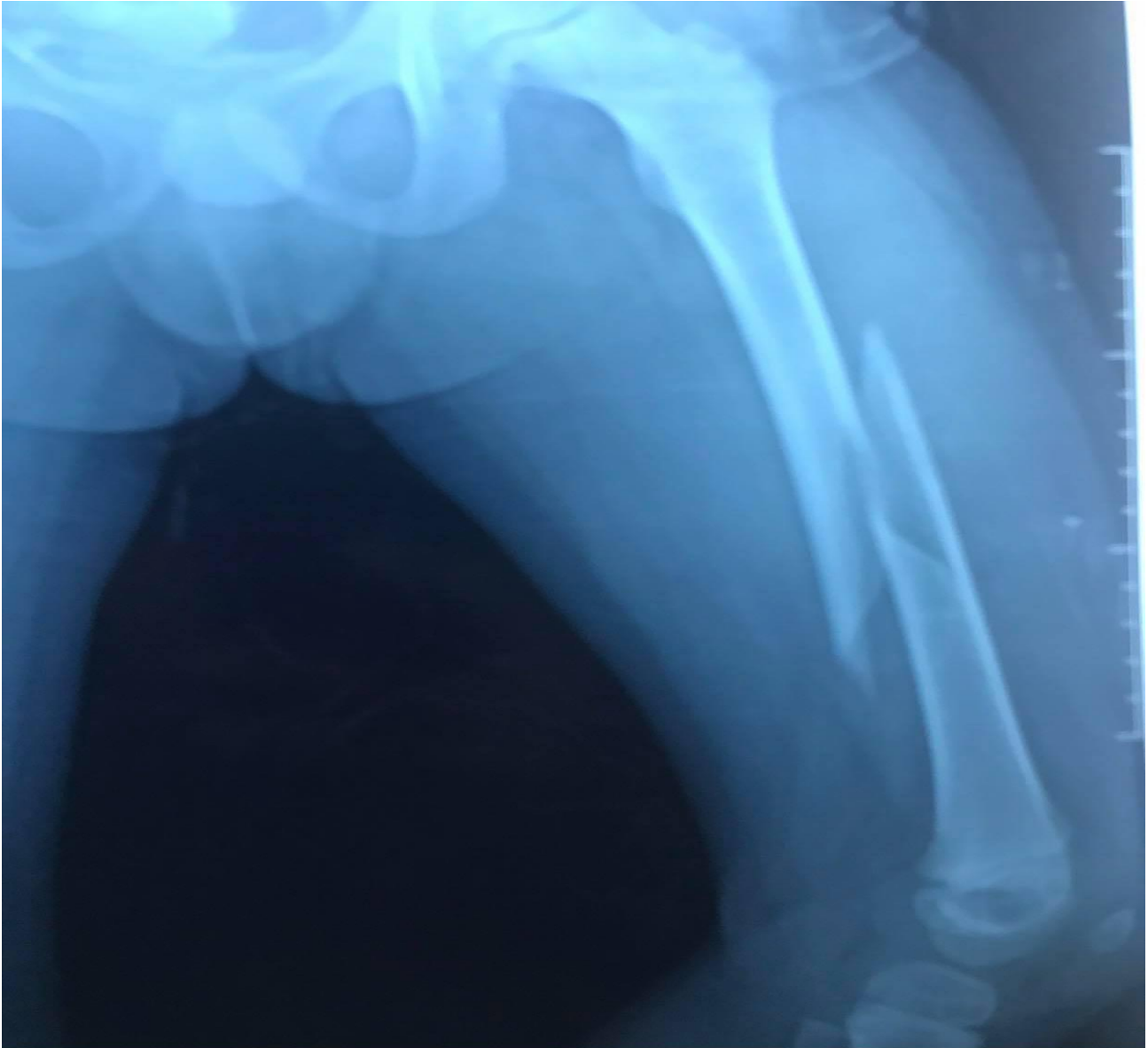


Figure 28 : Fracture du fémur chez un enfant de 5 ans (photo prise du service de traumatologie de l'hôpital militaire Moulay ismail) [28].



Figure 29 : Fracture Spiroide traitée par embrochage élastique stable (photo prise du service de traumatologie de l'hôpital militaire Moulay ismail) [29].

4.2 Fracture pathologique du fémur

→ Fracture sur tumeur osseuse (figure30) :

Chez les personnes âgées, c'est souvent un cancer secondaire ostéophile, tels qu'un cancer du sein, des poumons, de la prostate ou d'autres, qui vient de se localiser au niveau de la diaphyse fémorale et la fragilise ; ce qui explique une fracture pathologique. Cette fracture est très douloureuse et peut s'accompagner d'un mauvais état général. Le traitement de cette fracture repose sur une ostéosynthèse interne (plaque vissée ou clou centromédullaire) armée par un ciment .Le pronostic de ces tumeurs est souvent sombre .



Figure 30 : Fracture sur métastases osseuses [30].

→ Fracture sur fémur ostéomyélique :

Cette fracture de la diaphyse fémorale survient sur un fémur ostéomyélique, d'où siège une fistule chronique .Le traitement est très difficile et peut aboutir à une amputation.

4.3 Fracture itérative :

C'est une complication qui survient après ablation du matériel d'ostéosynthèse surtout par plaque vissée. Radiologiquement elle est en général transversale peu déplacée siégeant sur le trajet d'une vis et reprenant une partie du trait de fracture initial.

Evolution et complications :

1 La consolidation osseuse

La consolidation est un phénomène naturel, complexe visant à une reconstruction du tissu osseux lésé permettant ainsi à l'os de retrouver ses propriétés et sa forme qu'il avait avant la fracture. Classiquement deux modes de consolidation sont décrits. Cependant quel que soit le mode, le rôle primordial appartient au périoste, à la bonne vascularisation de l'os, à l'état des tissus mous environnant et à la vitalité du contenu des espaces inter fragmentaires [35].

La consolidation du fémur durent environ 3 mois.

1-1 La consolidation indirecte ou secondaire

Il s'agit d'un processus associant de nombreux évènements dont la succession aboutit à la formation d'ostéoblastes puis d'un cal osseux et éventuellement à la restauration « adintegrum » du tissu osseux. Elle se déroule en deux grandes étapes [36] (Figure31) :

- la première est la période d'union au cours de laquelle l'os retrouve sa continuité anatomique.
- la deuxième est la période de remodelage–modelage beaucoup plus longue qui restitue à l'os sa forme, sa structure et sa résistance d'origine.

1-1-1 La phase d'union

- L'hématome fracturaire et la prolifération cellulaire Après une fracture, il se produit un hématome provenant des extrémités fracturaires et des tissus mous environnant. L'hématome fracturaire ne joue pas de rôle actif dans la consolidation osseuse, il sert d'échafaudage à la prolifération cellulaire. La prolifération des vaisseaux péri osseux restaure la continuité vasculaire interrompue par le traumatisme. Les fibroblastes, les lipoblastes, la substance fondamentale forment le

nouveau tissu conjonctif ; les ostéoblastes et les chondroblastes forment la matrice osseuse et cartilagineuse. Cette étape est terminée en 7 jours.

- Le cal mou Le foyer de fracture s'englu progressivement dans le cal fibreux qui assurent une certaine stabilité et une diminution de la mobilité du foyer de fracture. Des sels minéraux vont progressivement se déposer et une métaplasie cartilagineuse puis osseuse, définissant le cal osseux primaire.
- Le cal dur.
- La minéralisation qui a débuté se poursuit pour envahir tout le cal en un véritable front de minéralisation enchondrale. L'union osseuse devient assez solide et rigide. Le cal dur est composé soit d'os, soit de fibrocartilage. La réunion du cal externe et du cal endosté constitue le cal d'union et marque la fin de la première grande partie de la consolidation. Le cal dur est formé à partir de la 16^{ème} semaine.

1-1-2 La période de remodelage – modelage

- La phase de remodelage

Elle est caractérisée par la transformation d'os immature en os lamellaire. Le remodelage fait intervenir un processus simultané de résorption ostéoclastique et d'apposition ostéoblastique accompagnées de nouveaux vaisseaux. Par la mise en jeu de médiateurs inconnus, l'os induit son propre remodelage par ce que FORST cité par SEDEL [36] appelle les BMU « Basic Multi cellular Unit ». Le remodelage par BMU a quatre actions :

- remplacement du cartilage minéralisé par de l'os immature
- remplacement de l'os immature par des paquets d'os lamellaire
- remplacement du cal entre les extrémités par des ostéons secondairement faits d'os lamellaire

- nettoyage de la cavité médullaire de tout cal obstruant La phase de remodelage peut s'étendre de 1 an à 4 ans.

- **La phase de modelage**

A l'arrêt de la formation du cal, la résorption et la formation osseuse tendent à restituer à l'os sa forme initiale. Ce processus différent de celui qui se fait par BMU est lent et peut s'étendre à plusieurs années. Selon l'âge et l'importance du déplacement, le modelage peut être complet ou incomplet.

1-2 La consolidation directe ou perpriman

C'est la consolidation sans formation préalable de cal. Ce type de consolidation est comparable au remodelage naturel de l'os. Il s'y produit un dépôt d'os lamellaire le long du trait de fracture suivi d'un passage direct d'ostéons d'un fragment à l'autre [37]. Trois conditions y sont nécessaires :

- contact intime des extrémités fracturaires.
- immobilisation stricte du foyer de fracture.
- une bonne vascularisation des fragments.

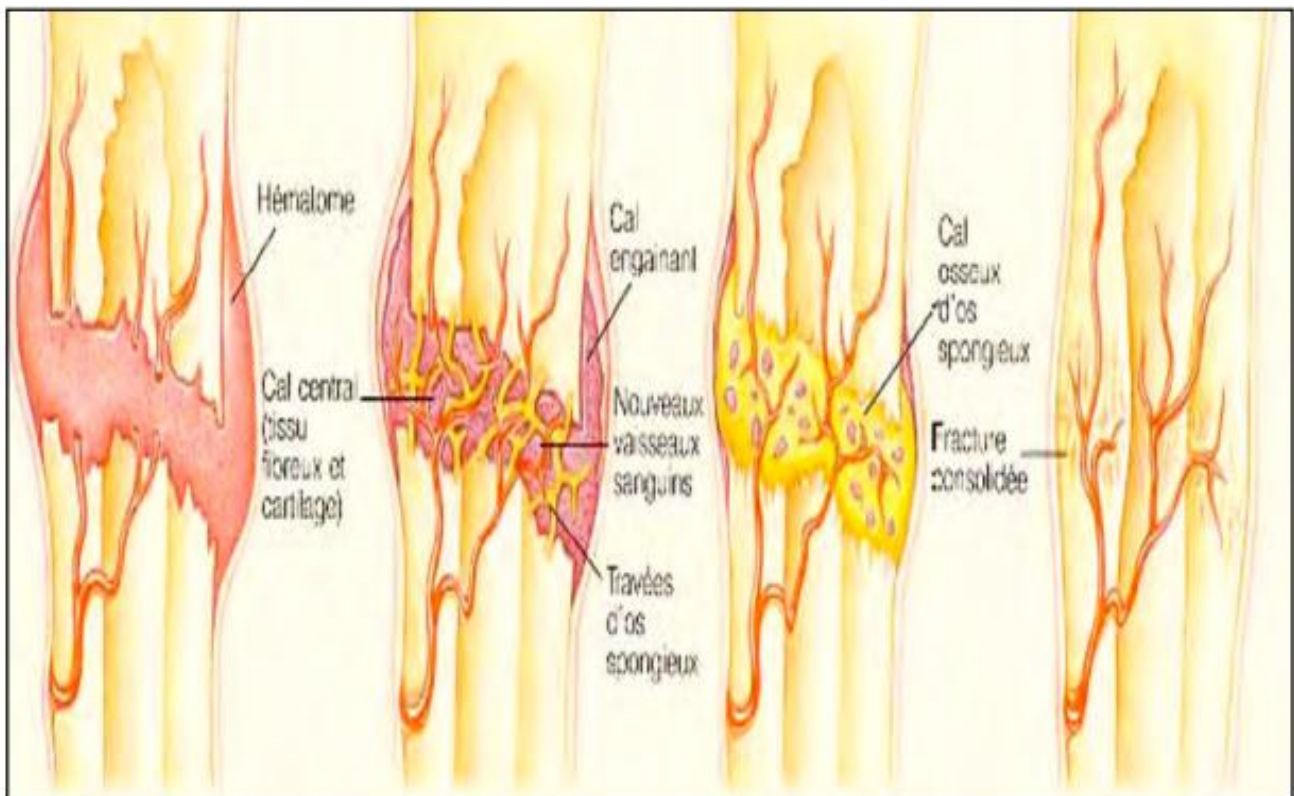


Figure 31 : processus de la consolidation osseuse [31].

2 Les complications :

On les classe en complications immédiates, secondaires et tardives :

2-1 Les complications immédiates :

2-1-1 Choc hypovolémique :

La déperdition sanguine au cours d'une fracture de la diaphyse fémorale est estimée à environ 1,3 l en moyenne [38] et est à l'origine d'une baisse tensionnelle. Il est clairement admis qu'une fracture isolée et non compliquée du fémur ne peut conduire seule à l'installation d'un véritable état de choc hypovolémique [39] dont l'existence doit faire rechercher une autre lésion hémorragique (plaie vasculaire, lésion viscérale ou cérébrale, fracture associée notamment de l'anneau pelvien).

2-1-2 Ouverture cutanée

Elle est présente dans 10 à 20 % des fractures du fémur [40]. Le plus souvent, il s'agit d'une ouverture de dedans en dehors provoquée par l'issue d'un fragment vulnérant, de stade I ou II et plus rarement de stade IIIA dans la classification de Gustilo [41, 42] Avec un foyer fracturaire peu exposé et peu souillé. Après parage, la couverture du foyer par les téguments et le tissu musculaire abondant de la cuisse est habituellement possible, sans geste de couverture complémentaire. Plus rarement, il s'agit d'une ouverture cutanée de dehors en dedans survenant au décours d'un accident grave de la circulation (deux-roues, piétons) ou de fracture d'origine balistique : guerre, rixe, accident de chasse [43, 44]. La comminution osseuse, l'exposition large et la souillure du foyer de même que les lésions de l'axe vasculaire et/ou nerveux sont ici plus fréquentes (stades IIIB et IIIC selon Gustilo).

2-1-3 Lésion vasculaire et nerveuse

→ Les lésions vasculaires

La fracture diaphysaire du fémur se complique dans 1 à 5 % des cas d'une lésion vasculaire grave, pouvant intéresser l'artère fémorale superficielle, l'artère poplitée ou la veine fémorale commune [45] (Figure 32). Les traumatismes à haute énergie, les lésions balistiques et les fractures du tiers distal [46] exposent particulièrement à ces lésions .

Il s'agit le plus souvent d'une plaie ou d'une section vasculaire mais les lésions artérielles intimes et les pseudoanévrismes sont également rencontrés [47]. Le pronostic dépend de l'âge du patient, de sa volémie, de la gravité des lésions osseuses et des parties molles et de l'importance du syndrome ischémique [48]. Il dépend donc directement de la précocité du diagnostic de la lésion vasculaire et de la rapidité de la levée du syndrome ischémique. Si l'axe artériel est rétabli dans les 6 premières heures, le risque d'amputation finale est de 10 % alors qu'il peut

atteindre plus de 50 % si ce rétablissement n'intervient qu'après 12 heures. Mais l'état de l'axe veineux est également déterminant car le pronostic est meilleur en cas de lésion artérielle réparée si la veine fémorale est intacte ou reperméabilisée [49]. Une absence ou une asymétrie des pouls distaux persistant malgré l'alignement en traction du membre, ou l'existence d'un hématome anormalement important de la cuisse doivent conduire à la réalisation d'une angiographie qui diagnostique, localise et caractérise la lésion vasculaire afin de permettre sa réparation après la stabilisation fracturaire, L'examen clinique prend une part importante dans le diagnostic de ces lésions vasculaires .

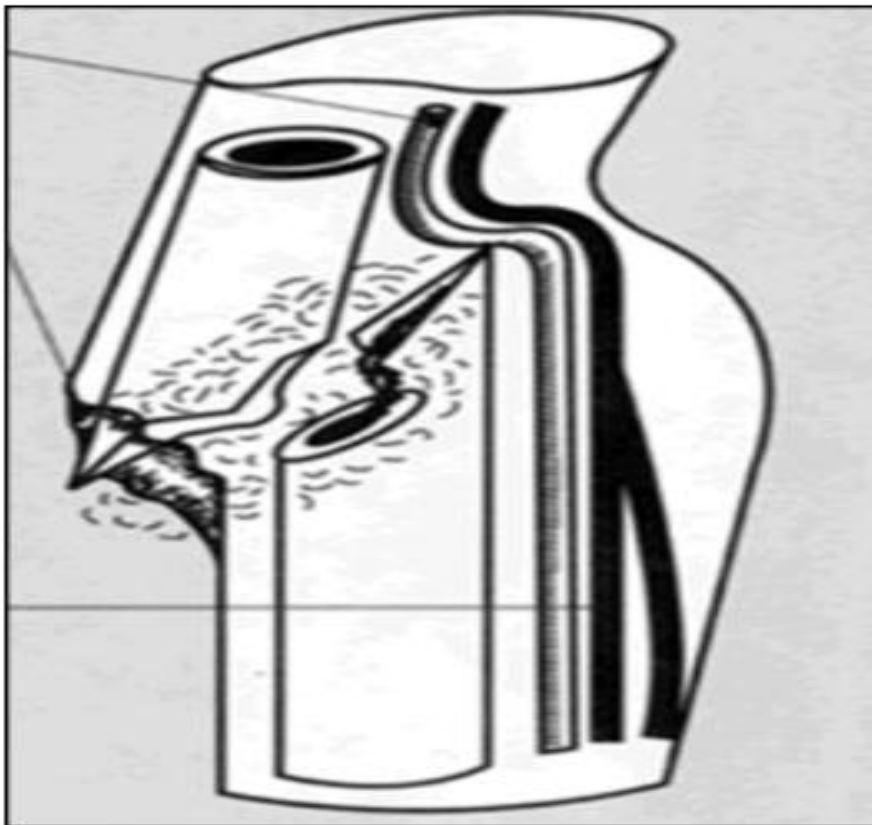


Figure 32 : Lésion vasculaire [32].

→ Les lésions nerveuses

La lésion nerveuse est plus rare. Elle intéresse le nerf sciatique essentiellement, beaucoup plus rarement le nerf fémoral. Elle peut être isolée et provoquée par un fragment acéré notamment en cas de fracture diaphysaire distale [50]. Elle est en fait le plus souvent associée à une lésion vasculaire dans le cadre de traumatisme à haute énergie ou d'une origine balistique. Elle nécessite une prise en charge spécifique et spécialisée [51].

2.1.4 Lésions osseuses associées

Il est fréquent que la fracture du fémur survenant dans le cadre d'un traumatisme violent ne soit pas isolée et soit associée à d'autres fractures. Parmi tous les tableaux possibles, certains sont plus fréquents :

- La fracture bilatérale du fémur :

Elle constitue une association classique pouvant survenir dans 2 à 10 % des cas [52–53] (Figure 33). Elle est caractérisée par une morbidité et une mortalité accrues liées aux lésions associées fréquentes (thorax, abdomen, crâne).



Figure 33 : Fracture bilatérale du fémur [33].

- Anneau pelvien et acetabulum homolatéral :

L'association d'une fracture diaphysaire fémorale et d'une fracture de l'anneau pelvien (Figure 34) ou de l'acetabulum homolatéral (Figure 35) n'est pas une entité exceptionnelle [54], en particulier dans les traumatismes à haute énergie. L'importante morbidité de cette association semble également nettement liée aux autres lésions associées osseuses ou viscérales. Il faut distinguer :

- l'association fracture diaphysaire fémorale–fracture de l'acétabulum homolatéral où d'éventuelle luxation de la tête fémorale constitue le problème le plus urgent à traiter ;



Figure38:Fracture de l'anneau pelvien



Figure39:Fracture de l'acetabulum

Figure 34 : Fracture de l'anneau pelvien [34].

Figure 35 : Fracture de l'acetabulum [35].

- l'association fracture du fémur–rupture de l'anneau pelvien, associant deux lésions particulièrement hémorragiques provoquant souvent une importante instabilité hémodynamique et qui réclame, outre l'ostéosynthèse fémorale, la stabilisation urgente de la lésion pelvienne, en particulier dans les lésions de type C ou B avec ouverture de l'anneau pelvien [55].

–Extrémité supérieure du fémur (Figure 36)

Il convient de distinguer dans cette association homolatérale à une fracture diaphysaire, la localisation métaphysaire d'une part et la localisation cervicale d'autre part. L'association diaphyse–métaphyse supérieure constitue en réalité une forme particulière de fracture bifocale du fémur dont les modalités de diagnostic et de traitement sont assez bien établies. En revanche, la prise en charge de l'association fracture diaphysaire–fracture du col fémoral est plus complexe. Elle

survient dans 2 à 6 % des cas, essentiellement dans le cadre de traumatisme à haute énergie [56–57] et sa prise en charge thérapeutique est plus discutée



Figure 36 : Fracture de l'extrémité supérieure du fémur

-Genou :(voir chapitre iconographie)

La violence et les circonstances du traumatisme (accident routier, traumatisme du tableau de bord) expliquent la fréquence des traumatismes du genou contemporains de cette association (jusqu'à 50 % selon Alho [58], pouvant intéresser le fémur distal, les condyles fémoraux, les ligaments du genou, la rotule ou le tibia proximal. L'association d'une fracture tibiale et fémorale homolatérale constitue le classique genou flottant de Blake et McBryde (1975). On la rencontre dans 10 à 20 % des fractures du fémur.

Pour toutes ces raisons, il paraît indispensable, devant toute fracture du fémur de disposer, en plus des incidences diaphysaires, d'un cliché de bassin de face et d'un cliché du genou de face et de profil (Figure 37).

-Polytraumatisme (Figure 37)

Par définition, le polytraumatisé est un blessé grave qui présente plusieurs lésions dont une au moins met en jeu à court terme le pronostic vital. Le score ISS (Injury Severity Score) permet de définir et de caractériser le polytraumatisé [59]. La fracture du fémur peut, selon sa gravité (comminution du foyer, écrasement de la cuisse, ouverture et délabrement cutané) et les associations locales classiques rencontrées (bilatéralité, anneau pelvien, lésion vasculaire fémorale) prendre une place importante dans la sévérité du polytraumatisme. Mais ce sont surtout les autres lésions (système nerveux central, systèmes cardiovasculaire et respiratoire, abdomen) qui déterminent souvent le pronostic final. La prise en charge de la fracture du fémur ne concerne plus seulement le chirurgien traumatologue. La concertation pluridisciplinaire permet de hiérarchiser les gestes nécessaires au sauvetage du patient et de déterminer de manière consensuelle le choix du moment et de la méthode retenus pour stabiliser la fracture du fémur.



Figure 37 : Polytraumatisé [37].

2.1.5 Embolie graisseuse et syndrome d'embolie Graisseuse

Il est maintenant habituel de distinguer « embolie graisseuse » et « syndrome d'embolie graisseuse » [60].

- L'embolie graisseuse est définie par la présence de microglobules lipidiques dans le parenchyme pulmonaire et la circulation générale survenant après fracture des os longs ou polytraumatisme.
- Le SEG est l'association, à des degrés de gravité variables, d'un cortège de symptômes respiratoires, hématologiques, neurologiques et cutanés, dont l'apparition est liée à l'obstruction du réseau microcirculatoire par ces particules lipidiques [61, 62].
- Si la présence d'embolies graisseuses est fréquente après fracture des os longs [63], la survenue d'un SEG est fort heureusement plus rare.
- Dans le cadre des fractures de la diaphyse fémorale, son étiopathogénie est discutée. Son origine n'est pas univoque et plusieurs éléments sont clairement établis. La participation de phénomènes mécaniques semble prépondérante [64] avec le passage de particules graisseuses dans la circulation favorisé par :
 - l'abondant réservoir en particules graisseuses que constitue la vaste cavité médullaire fémorale ;
 - la richesse et le calibre du système veineux intra médullaire, surdimensionné de 6 à 8 fois par rapport au système artériel, offrant une large porte d'entrée à la circulation générale ;
 - l'élévation de la pression dans la cavité médullaire dont l'origine peut être multiple : mécanisme fracturaire, mobilisation du foyer de fracture (transport), manoeuvres instrumentales (alésage, enclouage) qui sont particulièrement importantes et sur lesquelles nous revenons dans le cadre du traitement.

- Le drainage veineux conduit ces particules vers le cœur droit puis la circulation artérielle pulmonaire. La réalité de ce passage peut être visualisée par échographie transoesophagienne [65, 66].

La symptomatologie est variable, elle associe : une hyperthermie, une insuffisance respiratoire, des troubles de la crase sanguine avec rush pétéchiol cliniquement localisé à la face antérieure des épaules, du cou, du thorax et sous conjonctival (Figure38) Sa gravité réside dans la mise en jeu du pronostic vital.



Figure 38 : Rush pétéchiol [38].

2-2 Complications secondaires

2-2-1 Complications thromboemboliques

La maladie thromboembolique est une complication classique en traumatologie du membre inférieur. Elle implique la triade conditionnelle établie par Virchow, incluant la lésion intimale veineuse, la stase et l'hypercoagulabilité [67].

- La lésion intimale peut parfaitement exister après fracture diaphysaire fémorale, au niveau de la cuisse mais aussi de la jambe en cas de lésion étagée.

- La stase veineuse résulte de la fracture (immobilisation, hypovolémie) ou de lésions associées (paralysie, coma).
- L'hypercoagulabilité est un phénomène immédiat après traumatisme ; il est directement proportionnel à sa sévérité et est engendré par une chute de l'antithrombine III et une élévation de la D-dimère xanthine phosphate.
- Parmi tous les facteurs de risque fréquemment cités, certains semblent particulièrement favorisant [68 ,69] : obésité, âge supérieur à 40 ans, transfusion de plus de 4 culots globulaires, durée d'intervention chirurgicale supérieure à 2 heures, traumatisme craniocérébral, traumatisme grave du membre inférieur, plaie veineuse, ventilation assistée supérieure à 3 jours.
- Ainsi, il est difficile de connaître précisément la part de la fracture diaphysaire fémorale dans l'incidence des thromboses veineuses après fracture du fémur du fait des lésions associées, fréquemment pourvoyeuses pour leur propre compte et de l'intrication des facteurs favorisant.
- Par ailleurs, le mode de détection est important, selon qu'il est clinique (recherche de signes de phlébite) ou para clinique (écho doppler, phlébographie), compte tenu de l'importante fréquence des thromboses veineuses profondes (TVP) asymptomatiques pourtant responsables d'embolie pulmonaire.
- Il est cependant admis que la fréquence des TVP après fracture de la diaphyse fémorale est de l'ordre de 40 %. Mais dans l'étude de Geerts [70], sa fréquence atteint 80 % en l'absence de prophylaxie, la fracture du fémur constituant un facteur de risque statistiquement significatif.
- C'est dire l'importance que revêt la prévention qui doit comporter une thromboprophylaxie adaptée par héparine de bas poids moléculaire et des mesures mécaniques adaptées à l'état du patient (mobilisation précoce,

déambulation, bas de contention) tout en sachant qu'il faut en attendre une nette diminution mais pas une disparition du risque de TVP.

2-2-2 Infections (Figure 39)

Pour tout traumatisé et notamment celui présentant une fracture du fémur, outre les facteurs de risque infectieux propres à chaque patient (antécédent infectieux local, diabète, lésion dermatologique de proximité, foyers infectieux à distance, obésité, tabac...) s'ajoutent des facteurs spécifiques au traumatisme (ouverture cutanée, contamination du foyer de fracture notamment tellurique, lésions vasculaires ou tissulaires) et au traitement réalisé (ostéosynthèse par plaque à foyer ouvert) [71].

Le risque augmente encore si la fracture survient dans le cadre d'un polytraumatisé car de nouveaux facteurs favorisant l'infection apparaissent [72].

-Mécanisme physiopathologique : L'infection du matériel étranger passe obligatoirement par la colonisation bactérienne de ce matériel, dont l'étape première et essentielle est l'adhésion bactérienne [73-74]. Dans la plupart des tissus, les différentes structures cellulaires et le système immunitaire s'opposent à cette colonisation. Dans le tissu osseux les défenses immunitaires locales sont faibles et la présence d'un corps étranger est un élément supplémentaire favorisant l'adhésion bactérienne. De plus, les corps étrangers diminuent les défenses immunitaires locales (altération du chimiotactisme, de la phagocytose et de l'activité bactéricide des polynucléaires neutrophiles et des macrophages), modifient le métabolisme des bactéries et augmentent la résistance aux antibiotiques [75]. Il se crée donc un environnement très favorable à la colonisation bactérienne pouvant évoluer vers l'infection. Les bactéries impliquées dans ces infections possèdent de nombreux facteurs qui leur permettent de se fixer sur des tissus vivants ou sur du matériel inerte.

L'éradication de ces bactéries adhérentes au matériel, dont le métabolisme est profondément modifié, est rendu encore plus difficile par la synthèse d'exopolysaccharides (slime ou biofilm) engluant les bactéries [76]. Dans les couches profondes du biofilm, les conditions nutritives médiocres induisent un ralentissement du métabolisme et de la croissance bactérienne, ainsi qu'une augmentation de l'adhérence au matériel. Le biofilm est donc un déterminant majeur dans la persistance des infections en orthopédie [77, 78].

- Manifestations :
- L'infection peut se manifester sous diverses formes :
- Elle peut être précoce et aiguë, sous forme d'une collection inflammatoire sur l'abord chirurgical ou sur l'ouverture cutanée éventuelle (fracture ouverte).
- Elle peut être retardée de quelques semaines, alors que le patient quitte le service d'hospitalisation. Les signes cliniques peuvent être plus frustes, se résumant parfois à une douleur locale sans signes inflammatoires locaux ou généraux. Outre le bilan inflammatoire perturbé (élévation de la [CRP]), des modifications radiographiques assez évocatrices permettent de suspecter le diagnostic : retard de consolidation, ostéolyse autour des vis, chambre de décollement autour du clou, apposition périostée, opacité des parties molles. La reprise chirurgicale s'impose en ayant deux objectifs : l'un est biologique, reposant sur le nettoyage de la zone infectée, la couverture du foyer de fracture et la mise en évidence du germe en vue d'adapter l'antibiothérapie ; l'autre est mécanique, reposant sur la stabilisation du foyer de fracture dont la mobilité quasi constante dans ce contexte contribue à l'entretien des phénomènes infectieux. La consolidation du foyer et la guérison de l'infection sont indissociables et sont généralement contemporaines.

- Elle peut être enfin beaucoup plus tardive en prenant différents aspects : ostéite, pseudarthrose infectée, fistulisation chronique. La stratégie thérapeutique dépend de nombreux facteurs.



Figure 39 : Infection sur matériel d'ostéosynthèse [39].

2-2-3 Complications mécaniques

L'ostéosynthèse place le segment osseux dans des conditions mécaniques nouvelles qui évoluent tout au long des périodes de consolidation et de mobilisation. Les complications mécaniques varient selon le type d'ostéosynthèse utilisé et nécessite le plus souvent une nouvelle thérapeutique afin d'éviter l'évolution vers les complications tardives secondaires d'une fracture mal réduite (cal vicieux, et raideur articulaire) :

- La fracture sur matériel (Figure 40).
- La rupture des plaques .
- L'angulation des plaques (Figure 41).
- Le dé bricolage de matériel.

- La migration du clou centromédullaires (Figure 42).

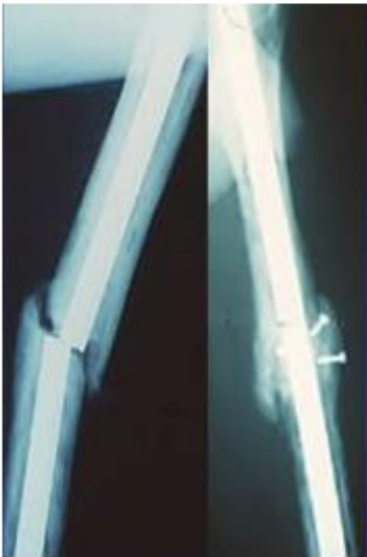


Figure 40 : Fracture sur matériel [40].



Figure 41 : Angulation de la plaque [41].



Figure 42 : Migration du clou [42].

2.3 Les complications tardives

2.3.1 Retard de consolidation

La consolidation tarde à se produire par rapport aux délais classiques. Les radiographies successives ne montrent pas de progrès du développement du cal. Le foyer de fracture garde la mobilité douloureuse, un œdème et de la chaleur locale. Il faut savoir attendre encore avant de proposer une greffe car la consolidation est possible. Le diagnostic est difficile à ce stade entre retard de consolidation (consolidation encore possible) et pseudarthrose (la consolidation spontanée n'est plus possible).

2.3.2 La pseudarthrose

Le diagnostic de pseudarthrose repose sur trois paramètres :

- Le temps écoulé depuis l'intervention.
- Les éléments radiographiques caractéristiques.
- L'expression clinique typique reconnaissable à l'anamnèse ou à l'examen.

Il n'y a pas de définition stricte de la pseudarthrose dans la littérature, les auteurs s'accordent à dire que pour définir cliniquement une pseudarthrose (non-union en anglais), un délai de 6 à 9 mois doit s'être écoulé depuis la fracture et que durant les 3 derniers mois, aucune image radiographique ne doit montrer de signe d'évolution. La durée de consolidation peut s'étaler de 4 mois à 12 mois en fonction de la localisation de la fracture et des capacités physiologiques de guérison du patient (Figure 43).

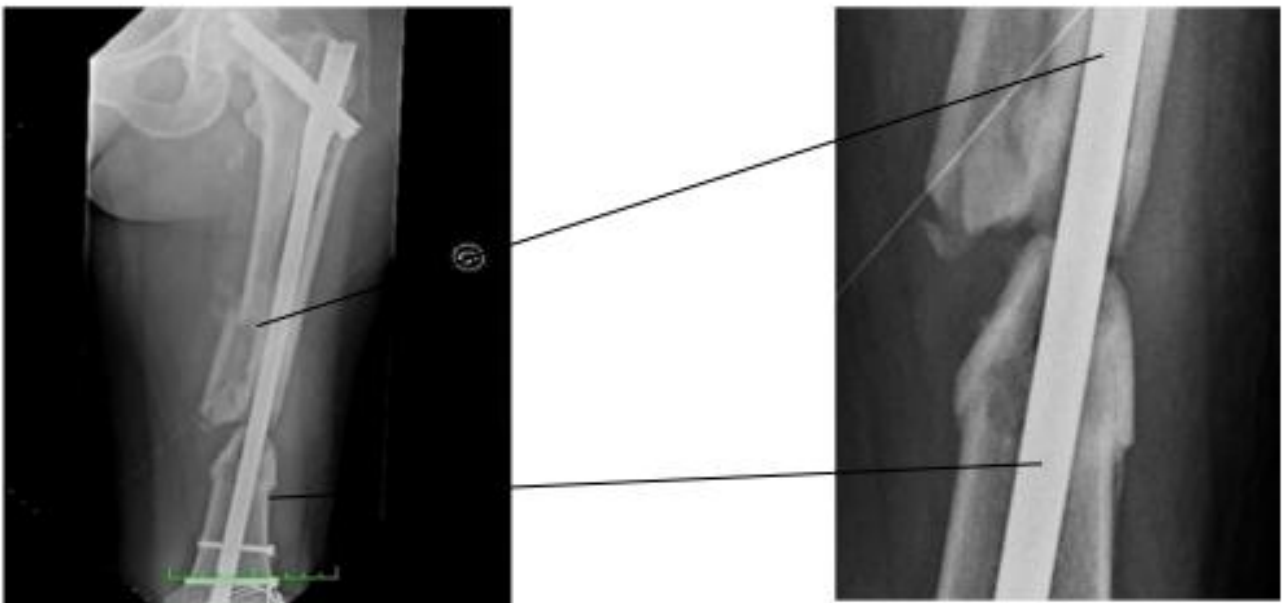


Figure 43 : RX du fémur après 6 mois de l'intervention [43].

Les critères radiographiques qui définissent une pseudarthrose comprennent une ligne de fracture persistante, l'absence de travée osseuse d'un bord à l'autre de la fracture ainsi qu'un épaissement sclérotique des bords de la fracture. Si la fracture est stabilisée au moyen d'un clou centromédullaire, l'absence d'une cal qui ponte peut faire évoquer une pseudarthrose. Dans le cas d'une fixation par plaque, si la fracture est très bien réduite, le remaniement osseux se fait de manière primaire et une cal osseuse n'est pas toujours visible.

D'un point de vue clinique, une pseudarthrose se manifeste surtout par une douleur à la charge et se présente parfois avec une fausse mobilité du foyer de fracture. La manipulation directe ou la mise en charge du membre provoquent des douleurs [79-80-81-82-83]

. Le processus de guérison d'une fracture est continu et dépend de facteurs biologiques (surtout l'intégrité vasculaire de l'environnement du foyer de fracture) et mécaniques (la stabilité obtenue après une réduction adéquate). Si un de ces facteurs est déficient, l'évolution vers une pseudarthrose est probable. La présence de bactéries atypiques peut favoriser l'arrêt du processus de consolidation [84] Le terme de trépied de la pseudarthrose est souvent utilisé (Figure 44).

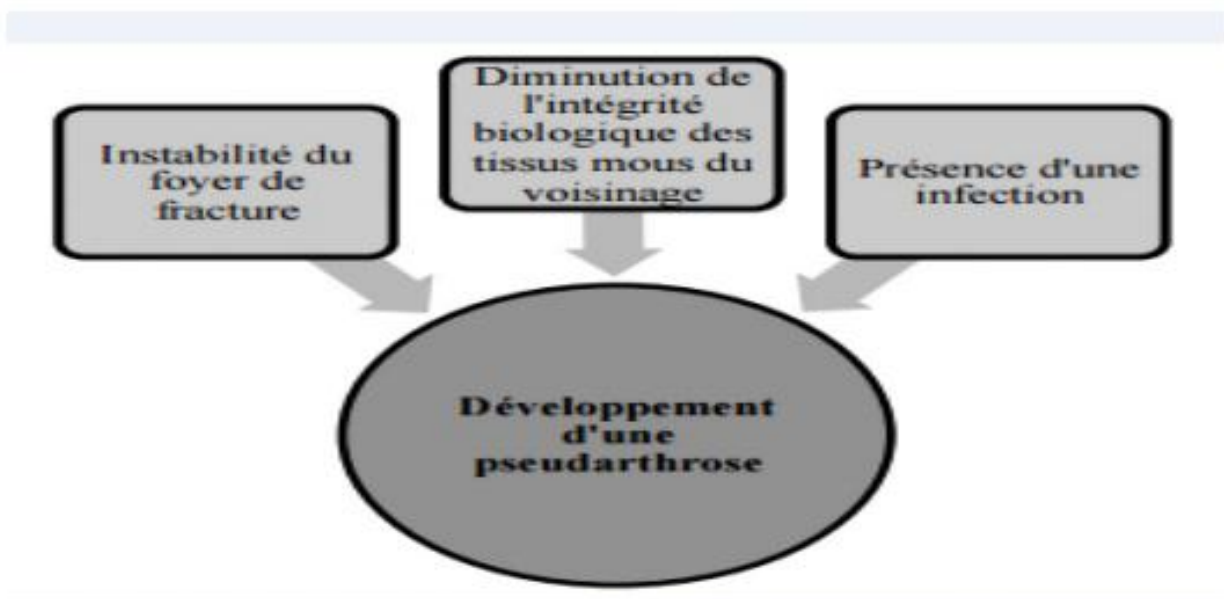


Figure 44 : Trépied de pseudarthrose [44].

Une immobilisation inadéquate est à l'origine de mouvements excessifs entre les fragments de la fracture. Ces mouvements perturbent la consolidation au point de provoquer une hypertrophie osseuse sans pont inter fragmentaire. Une vascularisation inadéquate autour du foyer de fracture ou une infection peuvent entraver le processus de guérison malgré une bonne réduction. L'os montre alors des signes d'atrophie [85]. Les défauts de stabilisation ou de biologie créent différents types de pseudarthroses, c'est pourquoi elles sont classées en tant qu'hypertrophiques ou atrophiques. Une pseudarthrose hypertrophique est définie par une stabilité insuffisante mais une biologie préservée. Une pseudarthrose atrophique survient si la stabilité est suffisante mais les facteurs biologiques inadéquats. Entre ces deux formes caricaturales existent des formes intermédiaires. Ces pseudarthroses mixtes (appelées aussi pseudarthroses oligotrophiques) montrent une certaine vitalité et une stabilité suffisante sans aboutir à une consolidation et sans être purement d'un type ou d'un autre [85,86].

2.3.3 Le cal vicieux

Un cal vicieux se définit comme la consolidation d'une fracture avec une ou plusieurs déformations entraînant des conséquences fonctionnelles [87]. La consolidation vicieuse constitue probablement une des complications secondaires les plus fréquentes, à condition qu'elle soit recherchée de façon précise. Elle est surtout citée dans la littérature lors du traitement par enclouage du fait, d'une part d'un contrôle plus difficile de la réduction par cette technique d'ostéosynthèse à foyer fermé, et d'autre part de la prépondérance de cette technique vis-à-vis de l'ostéosynthèse par plaque à foyer ouvert. Les anomalies rencontrées peuvent être axiales (raccourcissement ou allongement), frontales (varus le plus souvent), sagittales (recurvatum essentiellement) et rotationnelles. Les raccourcissements et cals vicieux angulaires sont assez facilement mis en évidence par des clichés

radiographiques standards, même si certaines associations sont parfois difficiles à analyser. La notion de différence de longueur est peu étudiée mais elle reste généralement faible [88] et peut être facilement compensée quand elle se limite à 1 ou 2 cm. En revanche, un raccourcissement de 3 ou 4 cm est moins tolérable et doit conduire à une reprise précoce si le diagnostic est fait avant consolidation ou discuter cette reprise en cas de diagnostic plus tardif. La localisation distale ou proximale, la comminution ou l'instabilité de la fracture semblent être les facteurs favorisants essentiels.

2.3.4 Raideur articulaire

En marge des douleurs, le genou peut également être le siège d'une limitation de mobilité dans certaines circonstances :

- fracture ouverte en particulier distale ou plaie du genou associée ;
- ostéosynthèse par fixateur externe ;
- mobilisation initiale insuffisante du genou après ostéosynthèse.
- fracture comminutive avec multiples fragments intermédiaires volontiers à l'origine d'un cal volumineux.
- rétraction capsulaire après algodystrophie.
- ossification ectopique.
- perte de substance cartilagineuse post traumatique.

Dans sa forme commune diagnostiquée dans les premières semaines après la fracture, la mobilisation sous anesthésie suffit généralement. Plus rarement un geste d'arthrolyse est nécessaire, en particulier si une cause articulaire paraît évidente. En cas de raideur ancienne et importante, une libération plus ou moins extensive de l'appareil extenseur selon Judet est alors indiquée [91].

2.3.5 La fracture itérative

C'est une complication qui survient après ablation du matériel d'ostéosynthèse surtout par plaque vissée. Sa survenue est favorisée par plusieurs facteurs :

- La répétition des actes chirurgicaux.
- L'ostéosynthèse massive par plaque.
- L'existence d'une cal inhomogène irrégulière.
- La sclérose des extrémités.
- L'atrophie corticale en regard de la plaque.
- L'ostéoporose avoisinante.

Radiologiquement, elle est en général transversale peu déplacée siégeant sur le trajet d'un vis et reprenant une partie du trait de la fracture initiale.

Prise en charge thérapeutique :

Le traitement orthopédique a longtemps occupé une place dans les possibilités thérapeutiques du traitement des fractures de la diaphyse fémorale, ses importants inconvénients et ses nombreuses contraintes (alitement prolongé en traction continue, maintien aléatoire de la réduction, contrôles radiographiques itératifs, cal vicieux, raideur du genou...) font que, sous nos attitudes et en dehors de situations exceptionnelles, il est maintenant totalement abandonné au profit de méthodes chirurgicales plus performantes. Le traitement chirurgical de choix de ces fractures est l'enclouage centromédullaire.

1 But du traitement

- Réduction anatomique.
- Consolidation adéquate.
- Rééducation précoce pour éviter les complications.
- Réinsertion socioéconomiques du patient.

2-Principes généraux

C'est la prise en charge immédiate dès l'arrivée du patient à l'hôpital. Il faut d'abord :

- ✓ Eliminer un état de choc.
- ✓ Immobiliser provisoirement par une attèle plastique gonflable ou radio transparente.
- ✓ Eliminer les urgences chirurgicales thoraco-abdominales ou cranio-faciales.
- ✓ La recherche de lésions associées doit être systématique en fonction du mécanisme lésionnel (bassin, rotule)

3 Les méthodes thérapeutiques

3-1 traitement médical :

- les antalgiques :pallier 1, 2 ou 3 .
- AINS.
- HBPM à dose préventive .
- antibiothérapie préventive .
- Equilibrer toute tare préexistante .

3-2- Traitement orthopédique

De nos jours, le traitement orthopédique ne constitue qu'un traitement d'attente ; il est maintenant totalement abandonné au profit des méthodes chirurgicales plus performantes. Cependant le traitement orthopédique est également possible, en particulier chez les enfants Par plâtre pelvi pédieux (Figure 45) , ou en cas de fracture très comminutives ou fracture sur os ostéoporotique.

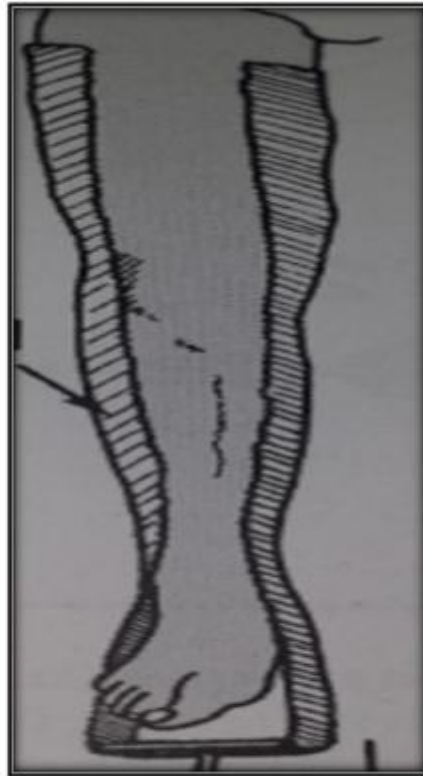
- La traction du membre afin de réduire la fracture constitue la base de la plupart des traitements orthopédiques.

Méthodes de traction :

Traction collée (Figure 46) : une bande adhésive est utilisée chez les enfants ou les jeunes adultes cependant certaines complications cutanées peuvent survenir ou préexister.



**Figure 45 : Plâtre pelvi-pédieux
[45].**



**Figure 46 : Traction coll
[46].**

Traction transosseuse (Figure 47 et 48) :

le site qui est généralement choisi est la tubérosité tibiale antérieure ou les condyles fémoraux, elle est utilisée chez les patients âgés, dont l'état cutané est fragile ou lorsqu'une traction puissante est nécessaire.

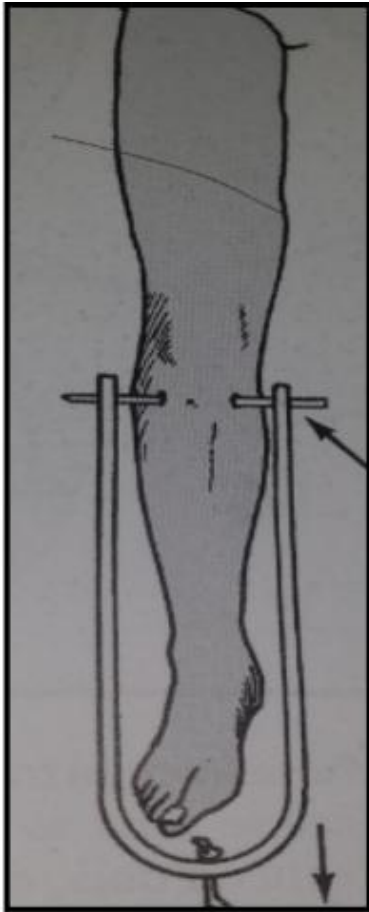


Figure 47 : Traction transosseuse [47].

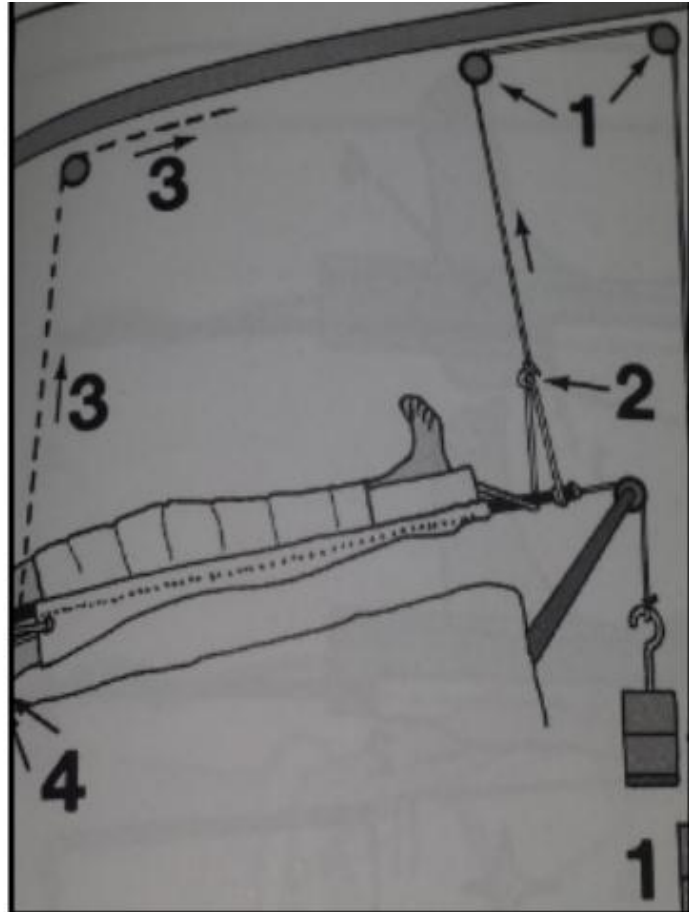


Figure 48 : Attèle de Thomas [48].

3.3 Traitement chirurgicale

3.3.1 Principes généraux des ostéosynthèses

- Le matériel doit être "biocompatible" c'est-à-dire qu'il ne doit pas déclencher des réactions toxiques, inflammatoires. Le matériel doit être à l'abri de tout effet corrosif.
- Le matériel métallique doit être sans défaut qui pourrait être le point d'appel d'une rupture. Les alliages utilisés doivent être très résistants même si leur volume est faible.
- Le plus souvent les alliages associent le chrome, le cobalt et le molybdène. On utilise aussi beaucoup l'acier inoxydable.

- Les plaques d'ostéosynthèse sont fabriquées avec toutes sortes de formes et de tailles afin d'être adaptées à tous les os et à toutes les fractures.
- Les clous centromédullaires utilisés pour les diaphyses des os longs existent également en toutes longueurs et calibres et leur mise en place est facilitée par un matériel "ancillaire" adapté.
- Les ostéosynthèses doivent permettre une immobilisation réduite et une rééducation précoce des articulations afin d'obtenir une reprise de la marche dans les meilleurs délais.

3.3.2 Type d'ostéosynthèse

3.3.2.1 L'enclouage centromédullaire (voir chapitre iconographie)

La mise au point de ce procédé par KUNTHER [92] en 1943 a représenté un progrès considérable dans le traitement des fractures des os longs de gros calibre : fémur, tibia, humérus. Le clou a connu depuis le début de son usage bien des évolutions, aujourd'hui, il a été amélioré par le principe du blocage et par la notion de blocage statique et dynamisme. Le principe du clou centromédullaire est d'utiliser le vide du canal médullaire pour y introduire un tuteur qui assure la rigidité de l'os fracturé jusqu'à consolidation.

- le montage est dit « dynamique » (Figure 49) : si le verrouillage est proximal ou distal selon la localisation de la fracture. Il permet le blocage du clou dans le fragment où le contact os-implant serait insuffisant pour assurer la stabilité du clou, et il contrôle la rotation du fragment
- le montage est dit « statique » (Figure 49) : si le verrouillage est proximal et distal. Il neutralise les forces de rotation, de télescopage et les angulations.

→ Description de l'ECM standard à foyer fermé :

Nous allons décrire l'enclouage centromédullaire verrouillé qui comporte les différents temps de l'enclouage centromédullaire à foyer fermé dite standard auquel s'ajoute la réalisation du verrouillage. L'objectif de l'intervention est l'obtention d'une synthèse stable autorisant la mobilisation immédiate des articulations et en cas de fixation solide, la mise en charge précoce . Elle requiert l'observation stricte des différentes temps opératoires afin d'éviter les complications de ce genre de traitement [93].

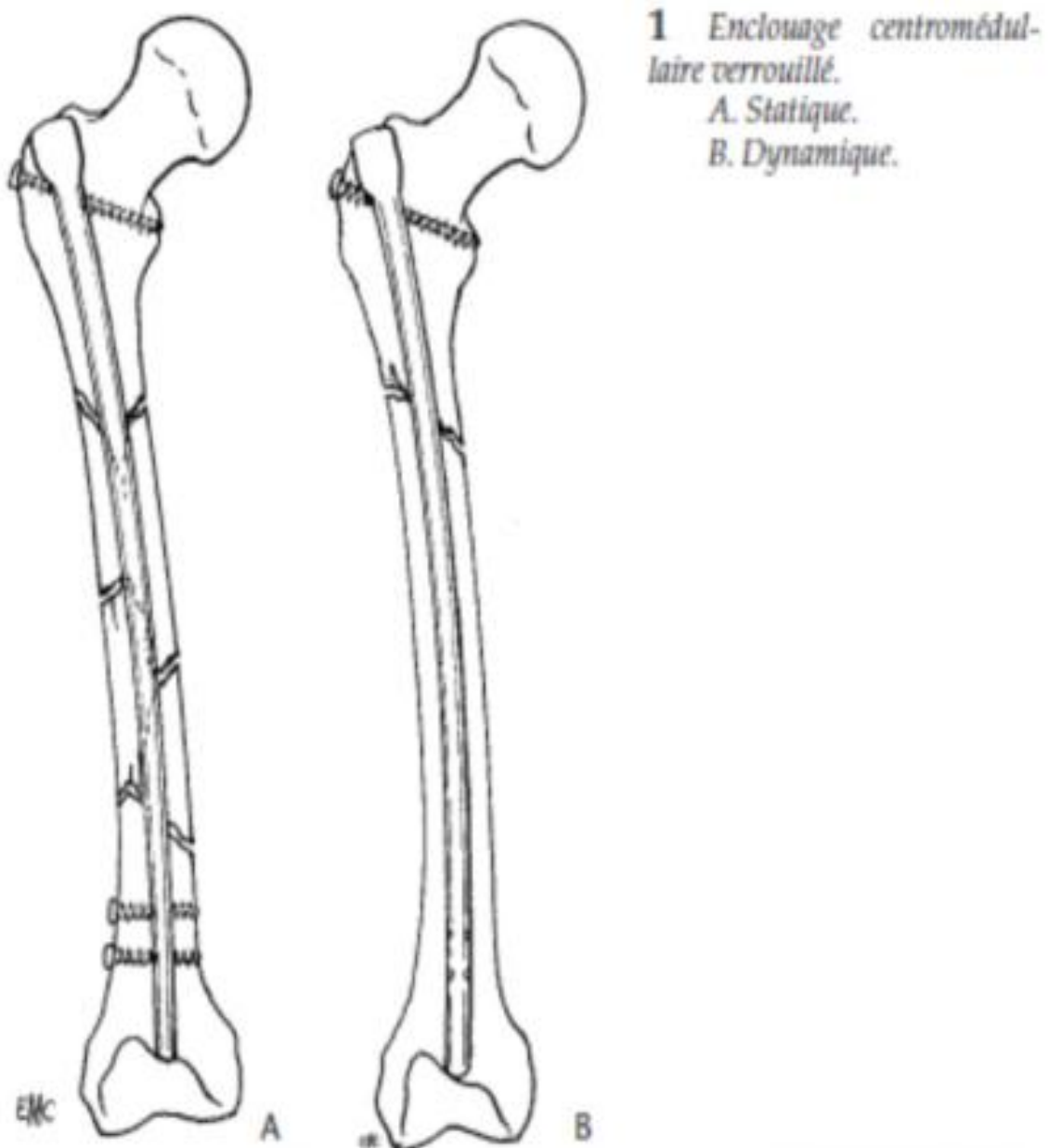


Figure 49 : Enclouage centromédullaire verrouillé [49].

- Les différents clous : Divers clous fémoraux sont commercialisés

} *Selon la forme :*

- le clou de KUNSTSHER : section en forme de trèfle (Figure 50)



Figure 50 : Clou de Kunstsher [50].

- Le clou de SCHNEIDER.
- Le clou cannelé (Figure 51).
- Le clou télégraphe.



Figure 51 : Clou cannelé [51].

} Selon les auteurs :

- **Le clou AO** : Les clous AO sont très légers et élastiques, L'extrémité proximale du clou est tubulaire, plus rigide, et l'intérieur est fileté pour améliorer la transmission des forces lors de l'enclouage et plus tard lors de l'extraction. La section en forme de trèfle préconisée par KUNTSSHER a été adoptée d'une part parce qu'elle assure le meilleur enclavement, d'autre part parce qu'elle permet la pénétration rapide de nouveaux vaisseaux médullaires dans les petits espaces libres.
- **Le clou centromédullaire verrouillé** : Pour éviter les deux écueils de l'ECM classique : télescopage et mauvaise tenue en rotation, l'école strasbourgeoise a développé le verrouillage aux extrémités Le clou est perforé à ses deux extrémités et des vis sont introduites transversalement dans l'os et les trous du clou. le clou Gamma (Figure 52).

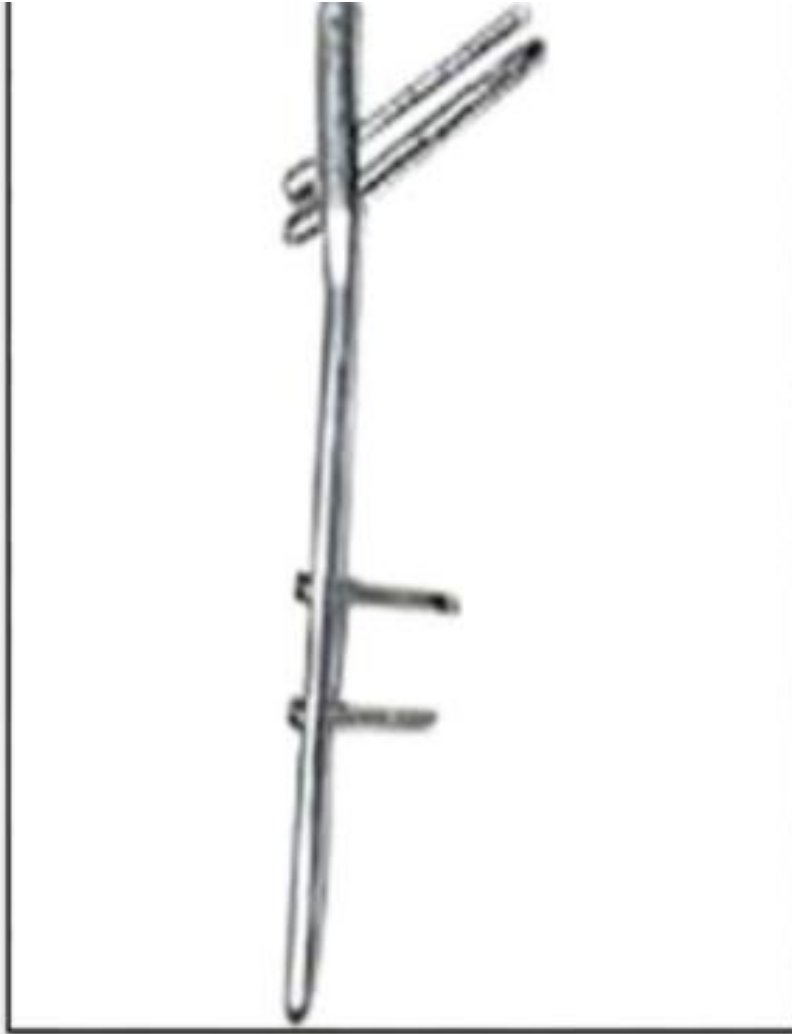


Figure 52 : Clou Gamma [52].

L'enclouage centromédullaire élastique :

Il assure l'alignement du foyer sans réaliser un contrôle strict des mouvements au niveau du foyer. Il repose sur l'utilisation de clous de petit diamètre souples introduits facilement et qui tiennent par leur nombre (Figure 53). L'enclouage centromédullaire classique est contre indiqué chez l'enfant car il impose la traversée de zones de croissances. Il n'est donc possible qu'en fin de croissance, lorsque les cartilages sont fermés.

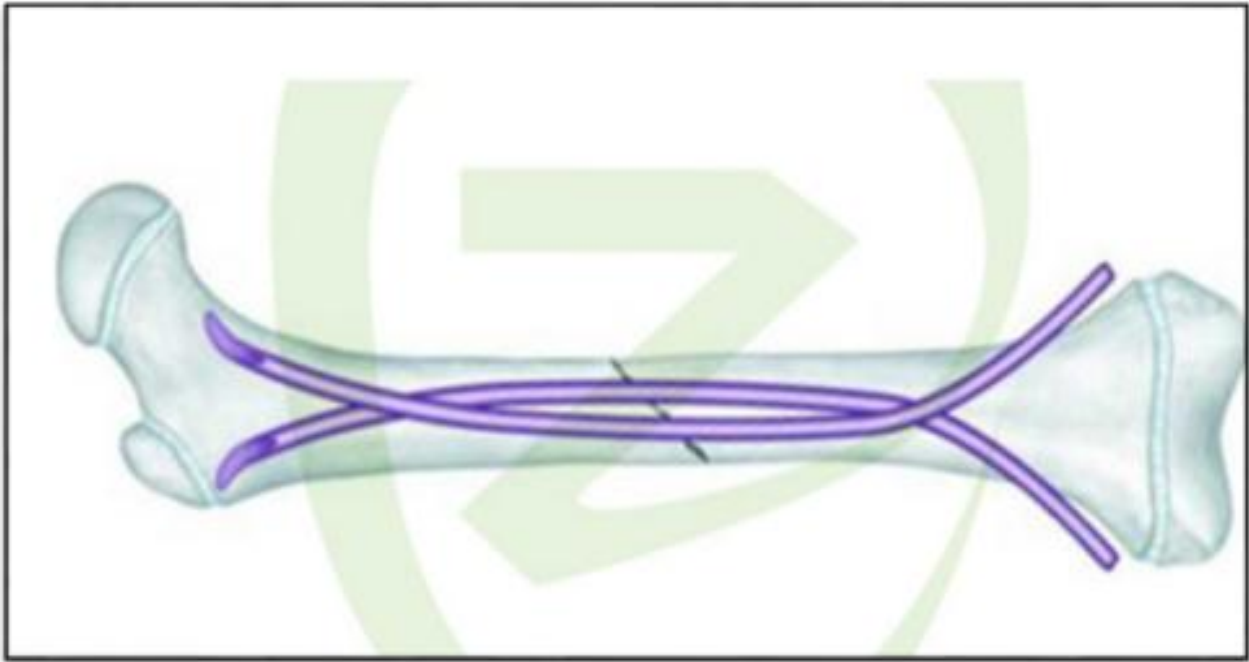
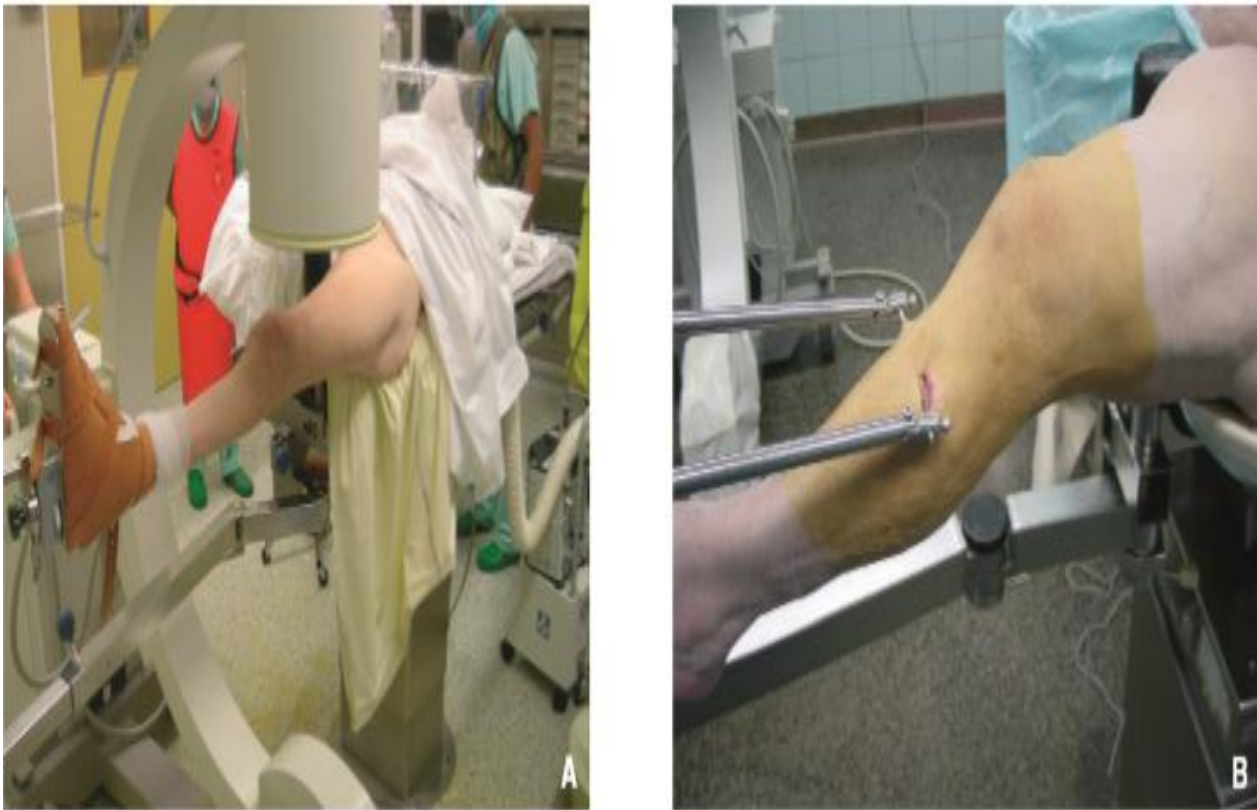


Figure 53 : ECM élastique [53].

- Installation :(Figure 54)

Le patient est opéré sous anesthésie générale. Une broche transcondylienne est placée sous contrôle scopique, de dedans en dehors, au marteau, horizontale et parallèle à l'interligne fémoro-tibial. Le blessé est installé sur la table orthopédique en décubitus dorsal. Le tronc est incliné vers le côté opposé à la fracture pour faire saillir la région trochantérienne . Un appui périnéal de contre-extension ainsi qu'un appui thoracique homolatéral à la fracture sont mis en place. Le membre controlatéral est installé en abduction-flexion-rotation externe sur un appui gynécologique, en évitant une compression du nerf sciatique poplité externe. Ceci autorise le placement adéquat de l'appareil de scopie du côté interne du membre fracturé et le passage de l'arceau sous le fémur pour obtenir l'incidence de profil.

Certaines équipes pratiquent l'enclouage du fémur en décubitus latéral sur table orthopédique, le membre inférieur opéré étant fléchi et le bassin parfaitement perpendiculaire à la table, mais cette position est peu adaptée au verrouillage distal.



A : Avec traction par un chausson. B : Traction osseuse transtibiale.

Figure 54 : Installation sur une table orthopédique pour un enclouage fémoral [54].

- Technique opératoire

C'est un temps primordial au bon déroulement de l'intervention, la fracture devant être le plus parfaitement réduite avant le début de l'enclouage. Elle se fait sous amplificateur de brillance en veillant à ne pas induire de trouble rotatoire ni de déviation frontale. La traction dans l'axe du corps permet de récupérer la longueur du fémur et les déviations axiales ; les vices de rotation sont facilement évités par les manipulations et la fixation de l'étrier sur les bras de la table. Le déplacement en flessum, fréquent en cas de fracture distale, est corrigé en étendant le genou. Une translation latérale résiduelle peut être réduite par pression directe sur les fragments à travers les parties molles ou, mieux, en s'aidant de la manœuvre du

petit clou introduit après un premier alésage à 9–10 mm dans le fragment proximal et faisant levier.

Après mise en place des champs opératoires, un stérildrap est appliqué sur toute la cuisse. Un dernier champ est placé sur la face latérale de celle-ci ; il protège l'émetteur de la scopie lors du contrôle de profil. Le récepteur de l'appareil est recouvert d'une housse stérile.

- Voie d'abord

L'incision de 7 à 8 cm va du sommet du grand trochanter vers la fesse (Figure 55). Après ouverture du fascia lata et dissection des fibres du moyen fessier, le sommet du grand trochanter est repéré au doigt ou, mieux, à l'aide de l'amplificateur de brillance. Une pointe carrée droite, puis une pointe courbe de Küntscher, sont enfoncées par des petits mouvements de rotation au milieu du sommet du grand trochanter. Elles doivent être dirigées vers l'avant, le fémur ayant un antécurvatum. Une amélioration récente de l'ancillaire, sous forme d'un entonnoir placé sur la pointe carrée recourbée et restant en place après extraction de la pointe, permet de retrouver facilement l'orifice d'entrée. Le point d'entrée doit être précis (Figure 56) car il conditionne le bon déroulement de l'intervention.

- Mise en place du guide :

La pointe carrée est remplacée par un guide mousse d'alésage de longueur connue (100 cm) et de 3,4 mm de diamètre. Son extrémité distale est boutonnée pour bloquer les alésoirs et éviter une effraction de l'articulation du genou. Le guide, maintenu par une poignée américaine et dont la partie boutonnée a été béquillée, est introduit dans le fragment proximal. Sous contrôle scopique, à l'aide des manœuvres externes de réduction si besoin est, le fragment distal est cathétérisé. Le guide, qui doit être au milieu de la diaphyse, est poussé au centre de la métaphyse fémorale distale. Le bon centrage du guide est vérifié à la scopie sur les deux

incidences afin d'éviter un alésage asymétrique du canal. Si le passage de la fracture est impossible, la manœuvre du petit clou est effectuée. Elle permet au guide d'alésage de franchir le foyer de fracture. La mesure de la longueur du clou est réalisée par soustraction de la longueur du guide restant à l'extérieur du fémur de la longueur initiale de celui-ci à l'aide d'un deuxième guide d'enclouage de longueur identique

- Alésage :

Le but de l'alésage est d'adapter le diamètre du canal médullaire au calibre du clou stabilisant la fracture. Les alésoirs montés sur un moteur pneumatique lent sont introduits sur le guide dans le grand trochanter, moteur arrêté. Cette précaution évite l'alésage intempestif de la corticale externe du grand trochanter. Les alésoirs sont poussés doucement dans le canal médullaire, conduit par le guide souple. Nous utilisons des alésoirs d'une seule pièce, la tête tranchante étant fixée sur une tige spiralée souple, dont la forme conique favorise le franchissement du foyer de fracture en cas d'existence d'un décalage. Débuté à 9 mm, l'alésage est progressif par demi-millimètre, avec une vérification régulière scopique du bon déroulement de celui-ci, du bon centrage des alésoirs dans la diaphyse et du maintien de la réduction et de la position du guide. L'alésage est arrêté après que trois alésoirs aient attaqué l'endocortex. L'alésage doit être effectué jusqu'à la métaphyse inférieure. Il faut éviter un excès d'alésage, amincissant les corticales qui pourraient se rompre lors de l'enclouage.

Dans les fractures bifocales, le fragment intermédiaire doit parfois être maintenu lors de l'alésage par un davier ou une pince à champ. Le guide d'alésage est remplacé à l'aide d'un tube en Teflon par un guide d'enclouage droit à l'extrémité distale mousse non boutonnée. Sa position est vérifiée à la scopie. Ce

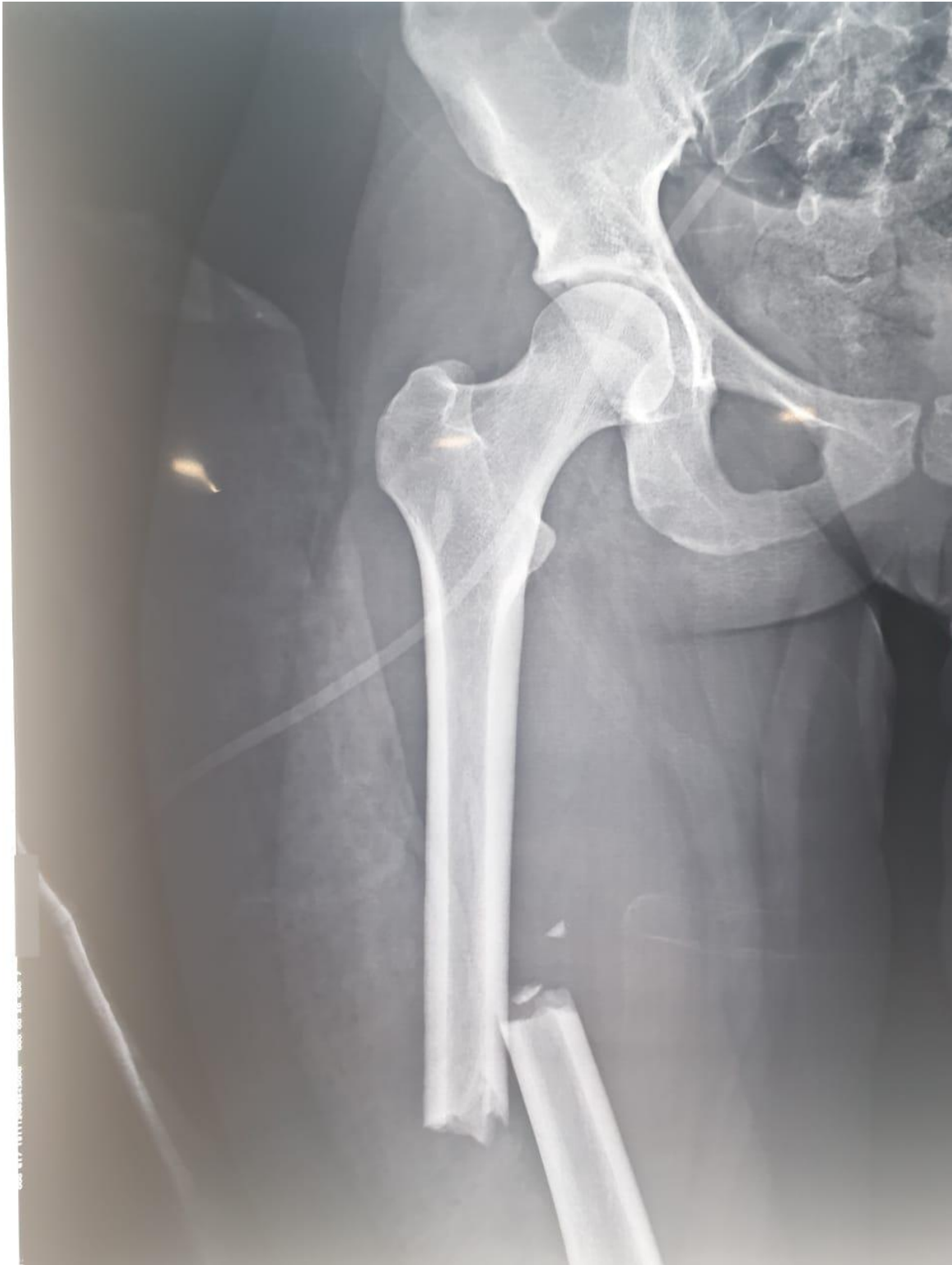
guide a un diamètre de 4 mm qui augmente sa rigidité et rend impossible l'échappement de celui-ci par la fente postérieure du clou

- Enclouage :

Le clou mis en place a un diamètre inférieur de 1 mm, voire 1,5 mm, au diamètre du dernier aléueur afin d'éviter un enclavement du clou. Après vérification de ses dimensions, il est monté sur une poignée d'enclouage solidarisée à son extrémité proximale par un boulon de fixation. Le clou est enfoncé dans un premier temps à la main en évitant tout mouvement de rotation et en prenant garde à l'issue correcte du guide au travers du clou. Puis, à petits coups de marteau, le clou progresse et franchit le foyer de fracture sous contrôle scopique. Le passage de ce foyer est facilité par la forme conique de l'extrémité distale du clou. La bonne position du guide dans l'extrémité distale doit être vérifiée régulièrement, ainsi que le serrage du boulon de la poignée d'enclouage. Le clou sur son guide doit être enfoncé en le poussant vers la corticale externe. La poignée d'enclouage tenue fermement évite la rotation du clou durant son enfoncement . Une fois le foyer de fracture franchi, le guide est retiré à l'aide d'une poignée américaine. Le clou est enfoncé complètement après relâchement de la traction. Il faut au besoin impacter le foyer de fracture après suppression de la traction en frappant fortement avec le plat de la main ou le poing sur le genou fléchi.

L'extrémité supérieure du clou doit affleurer le sommet du grand trochanter. Si sa saillie est trop importante, son changement immédiat est licite afin d'éviter des douleurs musculo tendineuses. Un balayage scopique de face de toute la cuisse est réalisé afin de vérifier la bonne position du clou, la bonne réduction et la bonne impaction du foyer de fracture (Figure 59).

Photos prises du Bloc opératoire de l'hôpital Militaire Moulay Ismail
montrant la technique d'enclouage centromédullaire



Radio objectivant une fracture droit medio-diaphysaire du fémur à trait horizontal



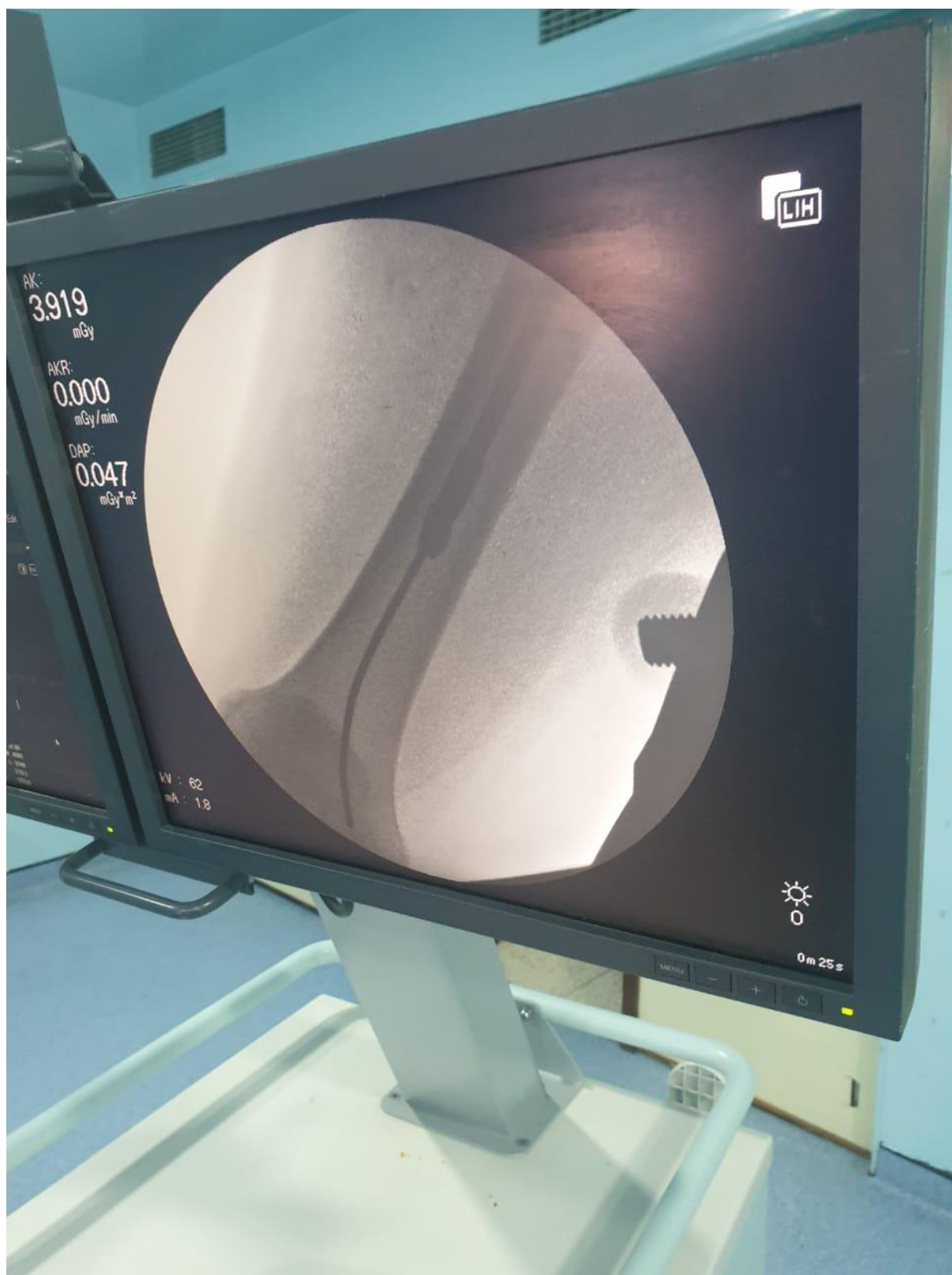
Photo de la table opératoire de l'ancillaire et instrumentation utilisée



Vue peropératoire objectivant la position du malade sur table orthopédique avec amplificateur de brillance en place



Vue opératoire montrant la réduction de la fracture par manœuvre externe



Vue Scopique montrant la position du guide

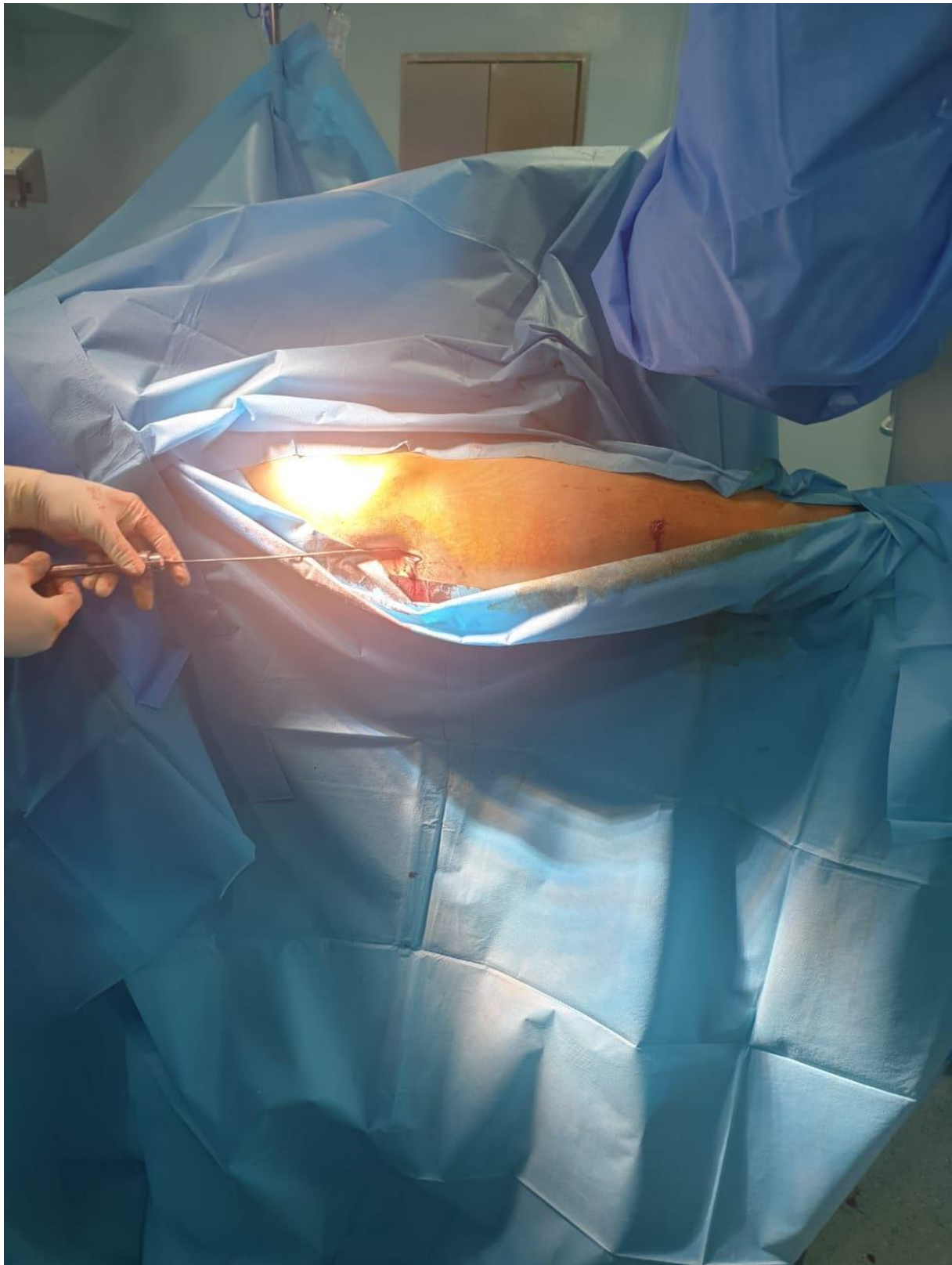


Photo peropératoire objectivant l'alésage motorisé

En marge de l'enclouage à foyer fermé antérograde avec alésage sont apparues ces dernières années deux autres techniques pour le traitement des fractures diaphysaires : l'enclouage rétrograde à partir du genou et l'enclouage verrouillé sans alésage.

→ Les types d'enclouage

- L'enclouage antérograde verrouillé avec alésage

Cette technique constitue la référence dans le traitement des fractures de la diaphyse fémorale. Elle est rigoureuse, précise et parfaitement reproductible [96]. Elle permet d'assurer un montage stable (mobilisation du genou et de la hanche et appui partiel immédiats possibles), parfois immédiatement solide (c'est-à-dire permettant un appui total immédiat) en préservant la vascularisation osseuse musculopériostée et en stimulant la consolidation, d'une part grâce au maintien in situ de l'hématome fracturaire, d'autre part grâce à l'apport osseux naturel au niveau fracturaire provoqué par l'alésage [97].

Le verrouillage par vis du clou permet :

- d'assurer une stabilité rotatoire efficace dans les fractures distales ou proximales et en cas de fracas ou de comminution du foyer .
- d'éviter le télescopage des fragments et le raccourcissement du fémur . Le verrouillage proximal est facilité par l'utilisation d'un cadre de visée, monté sur la partie proximale du clou. Le verrouillage distal s'effectue sous contrôle de l'amplificateur de brillance au moyen d'un cadre fixé sur l'appareil de radioscopie. Pour limiter l'usage de la radioscopie, d'autres systèmes de verrouillage distal ont été imaginés (palettes expansibles, brins souples précontraints pour diverger dans la diaphyse) mais les performances de ces clous dans le cadre des fractures du fémur sont décevantes [98, 99]. Le

verrouillage par vis mis au point par Grosse, Lafforgue et Kempf reste donc le seul véritablement fiable au fémur.[100]

La technique initiale prévoyait donc d'adapter les modalités du verrouillage au type de fracture rencontré [101] :

- les fractures transversales ou obliques courtes (sans risque de télescopage des fragments) du tiers moyen de la diaphyse (en zone isthmique) ne réclamaient aucun verrouillage particulier du fait de l'enclavement transversal et longitudinal du clou. Un clou standard de Küntscher ou un clou de Grosse et Kempf sans vis de verrouillage était alors recommandé ;
- le montage dynamique (verrouillage distal ou proximal) était proposé pour les fractures simples, sans risque de télescopage des fragments (fractures transversales ou obliques courtes), situées en dessous ou au-dessus de l'isthme fémoral ;
- le montage statique (verrouillage distal et proximal) était recommandé en cas de risque d'instabilité axiale et/ou rotatoire aux deux extrémités (fractures comminutives, bifocales, spiroïdes, fracas). Une fois la consolidation amorcée, la dynamisation était systématique et destinée à améliorer l'effet de la mise en charge sur l'ostéogénèse. Le déverrouillage du clou était alors réalisé aux alentours de la 6e semaine, le vis distal ou le vis proximal étant ôté selon la situation du trait pour maintenir un effet antirotatoire. En pratique, les constatations cliniques et expérimentales ont peu à peu modifié les attitudes. Actuellement, en dehors des fractures transversales du tiers moyen, le montage statique est assez systématique et le déverrouillage est réservé aux retards de consolidation ou aux distractions manifestes du foyer [102].

Les grandes séries publiées utilisant le plus souvent le clou de Grosse et Kempf (GK) rapportent un taux de consolidation remarquable supérieur à 98 % , y compris en cas de fracture ouverte [103, 104, 105].

Le taux d'infection postopératoire est faible, inférieur à 2 % même dans certaines séries de fractures ouvertes où la fréquence se maintient aux alentours de 3 % [107].

Le risque semble cependant plus important en cas d'ouverture cutanée (2,8 % contre 6 %) d'après Jenny et al. De plus, ce risque semble plus marqué en cas d'ouverture majeure ou compliquée (grade IIIB et C de Gustilo) comparée aux fractures ouvertes d'autres grades [106].

Les performances de l'enclouage antérograde se confirment également dans les fractures du tiers distal et même les fractures supracondyliennes pour lesquelles certains proposent cependant l'enclouage rétrograde à partir du genou [108]. Pour les fractures proximales, l'évolution s'est faite vers l'utilisation d'un verrouillage proximal cervicocéphalique (clou Gamma long, clou de Russell-Taylor, clou AO avec lame hélicoïdale proximale) permettant de stabiliser plus efficacement les fractures sous-trochantériennes, les fractures diaphysaires irradiées au massif trochantérien ou les fractures bifocales comportant une fracture trochantérienne [109-110].

- Enclouage antérograde sans alésage :

Le but de l'alésage est de permettre la mise en place d'un clou de plus gros diamètre, permettant ainsi un enclavement longitudinal plus important et une augmentation significative de la résistance mécanique du clou (proportionnelle à la puissance 4 du diamètre d'un clou creux).

Nous l'avons vu également, l'alésage est bénéfique sur le plan biologique en contribuant à l'apport osseux au niveau fracturaire. Cependant, des effets néfastes ont été décrits [111] :

- L'alésage semble entraîner une augmentation de pression dans le fût diaphysaire provoquant une augmentation du risque d'embolisation graisseuse . Les conséquences sont d'autant plus nettes que le sujet présente une prédisposition à l'apparition d'un SEG, notamment en cas de traumatisme thoracique, de polytraumatisme ou d'alésage prolongé (fracture bilatérale) [112, 113] ;
- L'alésage semble provoquer des lésions de nécrose endostée du fait que cette élévation de pression conjuguée à la destruction des vaisseaux endostés et à l'élévation thermique locale [114].
- De ce fait, plusieurs auteurs ont eu recours à l'enclouage sans alésage nécessitant des clous de petit diamètre, volontiers en titane du fait du risque accru de rupture des clous en acier, avec des résultats encourageants en termes de consolidation , de temps opératoire et de déperdition sanguine moindre et d'absence de complications respiratoires [115, 116].
- Cependant, l'enclouage avec alésage conserve de nombreux avantages :
- l'introduction du clou sans alésage provoque aussi une élévation de pression et l'absence d'alésage n'est donc pas une garantie totale du maintien d'une pression basse dans le fût [117] ;
- Des modifications géométriques des têtes d'alésoirs et un alésage plus doux peuvent réduire significativement la pression et la température engendrées par l'alésage ;
 - o l'extravasation du contenu médullaire dans le foyer de fracture, dont les conséquences positives sur la consolidation ont été rappelées , est plus importante en cas d'alésage [118] ;
- Dans leur méta-analyse qui résume les principales publications comparant l'enclouage avec et sans alésage, Forster et al. [119] démontrent nettement la

supériorité mécanique de l'alésage : la consolidation est plus rapide et le risque de pseudarthrose moins important, tandis que le risque de difficultés opératoires ou de réintervention est moindre ;

- Enfin, les conséquences de l'alésage sur la fonction respiratoire des sujets exposés à une détresse ventilatoire soulèvent quelques controverses : différentes études cliniques ou expérimentales ne retrouvent aucune différence significative en présence ou en l'absence d'alésage [120-121].
- Chez le polytraumatisé et le traumatisé thoracique, il semble que ce soit pour beaucoup l'instabilité tensionnelle qui influe sur le risque de survenue de complications respiratoires en cas d'alésage [122]. L'enclouage antérograde verrouillé est la technique de référence dans le traitement des fractures de la diaphyse fémorale. Le recours à l'alésage est assez systématique dans notre expérience en dehors de circonstances particulières :
 - fracture du fémur avec signe d'embolisation graisseuse ;
 - fracture du fémur avec contusion thoracique, la controverse dans les publications incitant plutôt à la prudence
 - fractures bilatérales du fémur avec une hémodynamique instable et/ou une gazométrie perturbée.

- Enclouage rétrograde :

Swiontkowski a été le premier à proposer de réaliser un enclouage rétrograde pour traiter une fracture diaphysaire du fémur dans le cadre d'une association à une fracture homolatérale du col fémoral. Par la suite, Sanders et al. , Gregory et al. , Helfet et Lorich et Moed et al. [123] en ont étendu les indications : fracture supracondylienne notamment en cas de présence de matériel d'ostéosynthèse ou prothétique à la hanche , association acétabulodiaphyse fémorale, amputation traumatique, genou flottant.

L'enclouage rétrograde pour les fractures médiadiaphysaires du fémur a connu également un succès important sur le territoire nord-américain en raison du plus grand nombre de patients obèses. En effet dans ce cas, l'utilisation de la table orthopédique, la mise en adduction du membre inférieur et l'introduction antérograde du clou sont beaucoup plus difficiles, voire impossibles.

L'installation se fait le plus souvent sur table conventionnelle, sans traction, un appui sous le genou permettant d'obtenir une flexion de 30°. L'abord du genou peut être transtendon patellaire ou parapatellaire. Le point d'entrée idéal se situe au milieu de l'échancrure, à 1,2 cm de l'insertion fémorale du ligament croisé postérieur [124]. Un alésage peut être nécessaire en fonction du type de clou choisi (plein ou creux) et du niveau de la fracture. Dans les fémurs ostéoporotiques et à canal médullaire élargi, l'alésage est déconseillé pour ne pas compromettre la tenue du clou déjà précaire chez le sujet âgé. Un ancillaire permet une visée automatique des orifices de verrouillage distaux et proximaux

Pour les vis les plus distaux , un contre-écrou peut parfois être nécessaire chez les patients souffrant d'ostéoporose afin d'améliorer la stabilité du vis.

Cette technique chirurgicale a pour but d'aligner et de stabiliser la fracture sans obtenir une réduction anatomique parfaite. Elle est plus généralement destinée aux sujets fragiles (sujets âgés ou polytraumatisés) chez lesquels l'opérateur veut éviter un temps opératoire trop long, et une déperdition sanguine importante [108]. La reprise de l'appui s'effectue en fonction de la stabilité du montage obtenu.

Les études comparatives prospectives ou rétrospectives rapportent un taux de consolidation identique entre clou rétrograde et clou antérograde , avec cependant un délai de consolidation un peu plus long pour l'enclouage rétrograde noté par Ostrum et al. [125]. En revanche, l'enclouage rétrograde aboutit, selon

Tornetta et Tiburzi , à un taux plus important de raccourcissement, notamment en raison de l'absence de table orthopédique.

Dans cette série, la fréquence des cals vicieux en rotation est également deux fois plus importante, particulièrement pour des fractures instables.

Cependant, la fréquence des cals vicieux angulaires semble identique dans les deux méthodes . Il faut aussi signaler que les cals vicieux rotatoires ne sont pas l'apanage de l'enclouage rétrograde : c'est en effet pour l'enclouage antérograde que l'étude scanographique postopératoire de Jaarsma et al. [126] retrouve 28 % d'anomalies rotationnelles.

Il semble enfin que l'enclouage rétrograde aboutisse plus fréquemment à des gonalgies séquellaires avec une fréquence pouvant atteindre 27 % des cas pour Moed et Watson et 29 % pour Herscovici et Whiteman [127].

Une récente et complète analyse de la littérature conclut que l'enclouage rétrograde est une méthode de traitement efficace pour les fractures du fémur distal et une option moins recommandée pour les fractures diaphysaires, du fait de problèmes de consolidation et de douleurs du genou plus importants qu'après enclouage antérograde. Mais il faut souligner que le verrouillage proximal du clou n'est pas toujours aisé : s'il est réalisé latéralement dans le plan frontal, au tiers moyen de la diaphyse, la visée peut être délicate puisqu'elle se situe dans la zone la plus large de la cuisse. Et si le verrouillage est antéropostérieur, le risque de lésion du nerf fémoral n'est pas négligeable.

Le recours à l'enclouage rétrograde doit donc être réservé à des indications particulières :

- enclouage antérograde impossible (fracture sous une prothèse totale de hanche stable) ou risqué (escarre trochantérienne) ;

- fracture périprothétique sur prothèse totale de genou stable si le modèle prothétique le permet (pas de quille centromédullaire au niveau fémoral) ;
 - association fracture du fémur distal
 - fracture de jambe ;
 - fracture du fémur distal du sujet âgé.
- L'enclouage centromédullaire est une référence dans le traitement des fractures de la diaphyse fémorale. Sa technique a évolué au fil du temps permettant d'optimiser ses performances et d'élargir ses indications. Elle va continuer sans doute à évoluer dans un avenir très proche, notamment par l'apport de la navigation qui permettra sans doute d'améliorer la réduction de la fracture et de réduire la durée d'exposition aux rayons des opérateurs ou de s'affranchir de l'amplificateur de brillance.

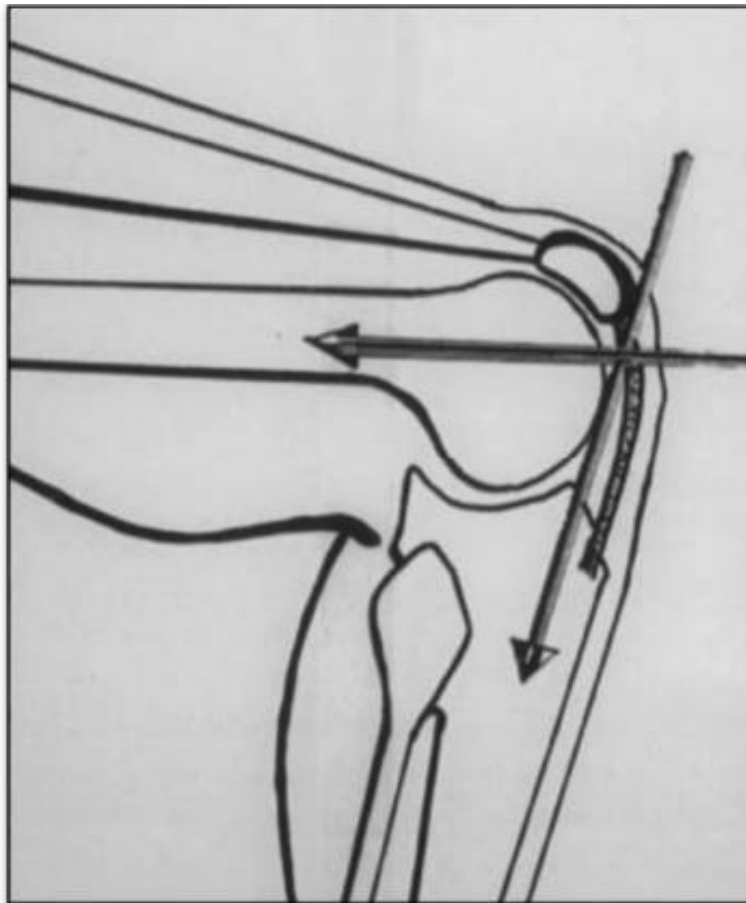


Figure 60 : L'enclouage fémoral rétrograde [60].

→ Suites postopératoires

La mobilisation immédiate des articulations du membre inférieur est commencée dès le lendemain de l'intervention, en particulier pour lutter contre les raideurs articulaires du genou. Une surveillance rapprochée postopératoire immédiate permet de dépister un éventuel syndrome des loges très exceptionnel à la cuisse. Le drain de Redon est enlevé à j2-j3. Les patients ayant eu un montage statique sont autorisés à appuyer complètement sur leur membre inférieur si le contact inter fragmentaire est suffisant. En cas d'insuffisance de ce contact ou de fracture comminutive, un appui escamoté à 10 kg est autorisé durant 6 semaines . Un contrôle radiologique passé ce délai permet de mettre en évidence un cal débutant et d'autoriser l'appui complet progressif. Une dynamisation par ablation des vis proximales ou distales peut être effectuée à partir de la sixième semaine s'il existe une menace de pseudarthrose : diastasis résiduel inter fragmentaire, cal insuffisant. Il est réalisé par ablation des vis les plus éloignés du foyer de fracture.

Pour les patients ayant eu un montage dynamique, la marche avec appui complet est immédiatement autorisée et un contrôle radiographique est effectué avant la sortie du patient. Cette éventualité est assez rare et ne concerne que les fractures proximales ou distales à trait transversal ou oblique court avec bon contact inter fragmentaire.

3.3.2.2 Ostéosynthèse par plaques vissés

Certaines situations peuvent justifier l'utilisation des plaques, notamment en cas de traumatisme crânien sévère favorisant pour certains les ossifications parasites au niveau du moyen fessier , de contusion pulmonaire [128] du fait de la majoration du risque de détresse respiratoire aiguë lié à l'alésage, dans certaines associations lésionnelles fracturaires (fracture du col et de la diaphyse fémorale), lorsque le diamètre du fût diaphysaire fémoral est trop étroit ou encore lorsqu'il

existe des contraintes économiques telles que celles qui existent dans certains pays en voie de développement.

→ **Matériel d'ostéosynthèse**

- Caractéristiques de la plaque

–Structure du matériel :

La plaque choisie doit être suffisamment solide pour absorber les contraintes de la perte de console interne et de la mobilisation d'une articulation sus- et sousjacentes.

Ces contraintes étant d'autant plus importantes que la fracture à synthétiser est comminutive.

L'acier est le matériel le plus utilisé, conférant une résistance à la rupture très importante. En revanche, leur limite de fatigue est basse, ce qui les expose à un risque potentiel de rupture d'implants en cas de pseudarthrose. Les autres matériaux (titane, alliages) ont moins d'intérêt dans la synthèse des fractures du fémur, du fait des difficultés à les cintrer et de leur prix sensiblement élevé. –

Épaisseur de la plaque :

L'épaisseur de la plaque : constitue le facteur principal de sa rigidité, devant résister aux contraintes en varus. Elle dépend du matériel utilisé.

–**Adhérence de la plaque** : Les plaques peuvent être revêtues de rugosités à la face profonde de la plaque pour diminuer les contraintes et permettre une meilleure adhérence à l'os [129].

–**Forme de la plaque** : Certaines plaques (plaques type R Judet) sont pré moulées, adaptées à la convexité antéropostérieure de la face externe de la diaphyse fémorale (flèche fémorale). Les plaques droites (plaque AO) peuvent être modelées à l'aide de fers à courber ou d'une presse. Ce modelage ne peut se faire que dans un

seul plan, permettant d'appuyer, en cas de fracture diaphysaire haute ou basse, la plaque sur le relief métaphysaire proximal ou distal.

-**Géométrie des trous de vis** : Les trous de vis peuvent être standards (sphériques) dans les plaques de neutralisation ou encore ovales dans les plaques à compression. Ils sont le plus souvent alignés longitudinalement, et parfois en quinconce, décalés dans les fractures sousarthroplastie, permettant de mettre les vis plus facilement de part et d'autre de la pièce prothétique.

-**Longueur de la plaque** Dans la conception classique de l'AO, la longueur de la plaque à utiliser consiste à obtenir huit corticales au minimum de chaque côté du foyer de fracture avec une vis uni corticale à chaque extrémité. Dans la conception moderne de l'AO, la préférence est à l'utilisation de plaques plus longues avec moins de vis, mais dont la répartition est plus homogène sur la diaphyse fémorale (deux vis près du foyer de fracture, deux vis extrêmes sur la plaque et deux vis intermédiaires). Cela confère au montage une plus grande capacité à absorber les contraintes.

-**Utilisation de la plaque** [130] Lorsque l'objectif est d'obtenir une consolidation « primaire » par consolidation corticale sans cal périosté, cela nécessite alors une réduction anatomique du foyer de fracture, trait pour trait. Deux types de montages théoriques sont possibles :

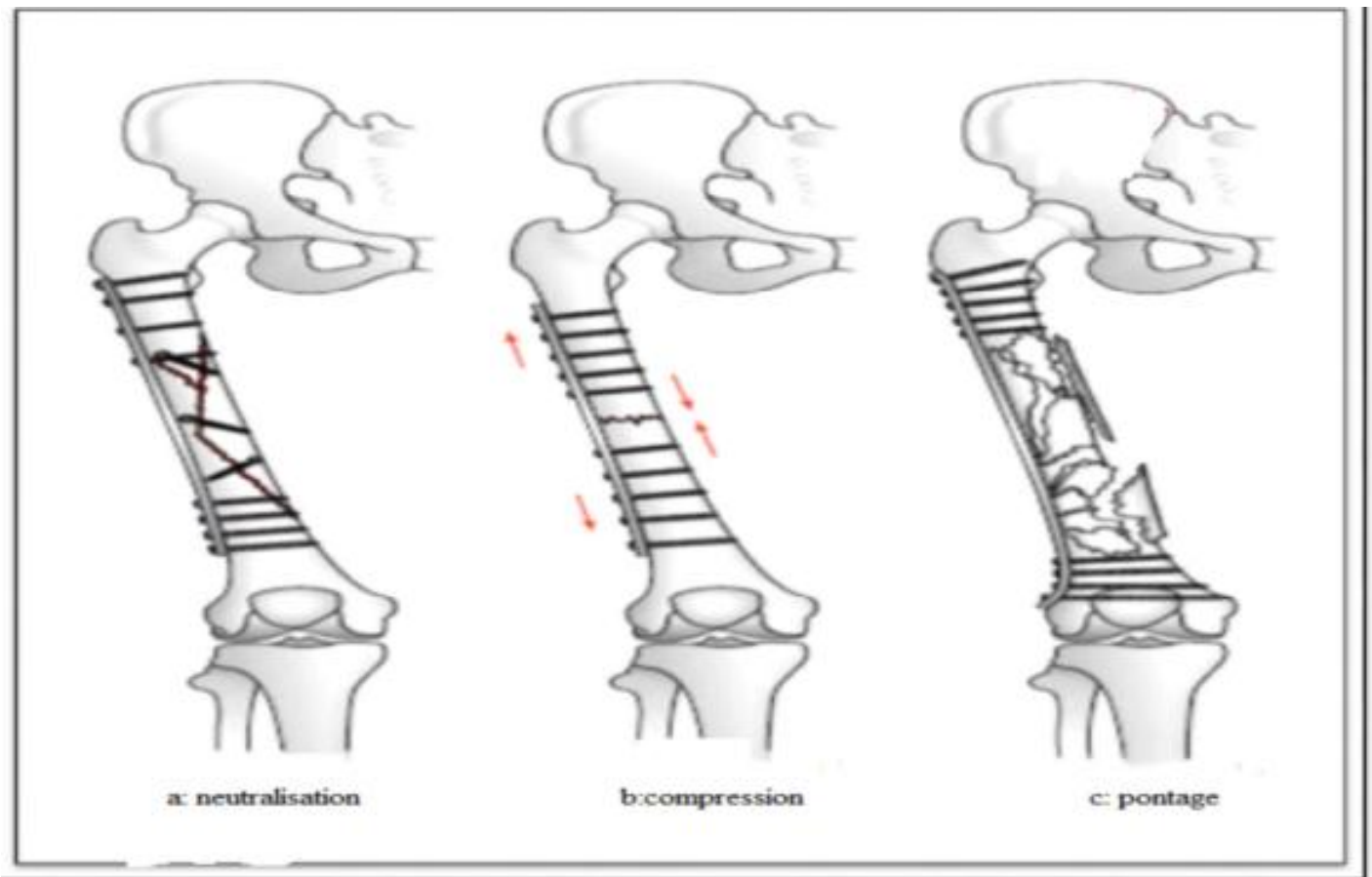


Figure 61 : Différents montages théoriques par plaque [61].

- **plaque de neutralisation** :(Figure 61a et 62) qui a pour objectif d'absorber les contraintes sur un fémur réduit et vissé (vissage de traction). Ce moyen d'ostéosynthèse étant destiné aux fractures spiroïdes longues.
- **plaque en compression** :(figure 61 b) ;[131] qui permet d'assurer une compression statique dans l'axe de la diaphyse fémorale et de réaliser un hauban externe. La compression peut être exercée par l'intermédiaire d'un tendeur de plaque ou d'une plaque auto compressive (géométrie des trous de vis et utilisation de guide-mèches différents). L'avantage théorique des plaques auto compressives est d'obtenir la compression sans élargissement de la voie d'abord, et son inconvénient majeur est d'être soumis au relâchement de la compression.
- **plaque de pontage** :(Figure 61c et 63) elle indiquée le plus souvent dans les fractures comminutives de la diaphyse fémorale, répond à une philosophie de

synthèse « biologique ». Elle consiste à ponter la comminution fracturaire sans déperioster et sans essayer d'obtenir une réduction anatomique permettant ainsi de favoriser la naissance d'un cal osseux. Il y a alors une course entre la reconstitution d'une colonne interne osseuse biologique solide et la résistance à la flexion de la plaque qui est excentrée de la ligne neutre.



Figure 62 : Fixation par une plaque de

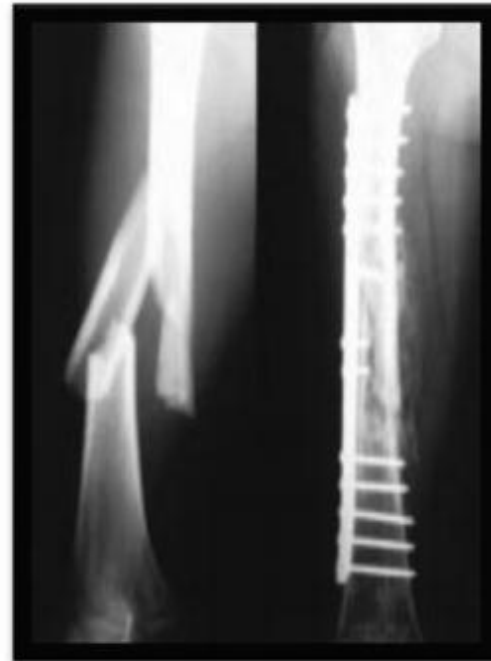


Figure 63 : Fixation par une plaque de pontage

→ Voie d'abord du fémur :

Le choix de la voie d'abord est essentiel, celle-ci doit offrir le maximum de sécurité et de confort durant l'intervention chirurgicale. Nous décrivons principalement quatre voies d'abord du fémur :

- Voie d'abord antérieure :

Voie antéro latérale : La ligne d'incision rectiligne va de l'épine iliaque antéro supérieure au bord latéral de la rotule.

Voie antéro médiale : C'est la voie symétrique de la précédente mais le fémur y est moins profond. L'incision se fait suivant une ligne oblique unissant l'épine iliaque antéro supérieure au bord médial de la rotule.

- Voie postéro latérale (figure 64) :

Elle a été révolutionnée par Merle d' AUBIGNE [94] et constitue de nos jours la principale voie d'abord du fémur.. .

La ligne d'incision suit le sillon externe de la cuisse. Elle part du sommet du grand trochanter à la dépression antépéronière Le siège de l'incision sur cette ligne est fonction du siège de la fracture sur le fémur.

- Voie postéro médiane :

Elle est la symétrique de la voie postéro latérale, aborde le fémur au bord postérieur du muscle vaste médial. Cette voie convient surtout pour l'exposition du tiers distal de la diaphyse.

- Voie d'abord postérieur :

La voie d'abord postérieur de BOSWORTH citée par FERON [95] permet d'exposer les 3/5 moyens de la diaphyse fémorale. L'incision est longitudinale médiane. La seule indication de cette voie serait en fait la nécessité d'aborder simultanément le nerf sciatique et le fémur. Cette voie a été modifiée et nommée postéro latéral vraie par EVRARD cité par FERON. Elle permet ainsi d'aborder le fémur sans voir le nerf sciatique ni le nerf du muscle court biceps.

→ **Description de la synthèse par plaque d'une fracture fermée simple du tiers moyen de la diaphyse fémorale :**

L'anesthésie du patient doit s'accompagner d'un bon relâchement musculaire et d'une compensation correcte des pertes sanguines. Malgré ce contexte d'urgence, le membre inférieur opéré doit être préparé comme en chirurgie orthopédique froide, de façon minutieuse rasé et badigeonné avec des antiseptiques de façon à

limiter le risque infectieux qui est lui même majoré du fait de la contusion musculaire et de l'exposition du foyer de fracture.

-Installation :

L'installation peut se faire soit sur table orthopédique, soit sur table ordinaire.

) Installation sur table orthopédique :

Le patient est placé le plus souvent en décubitus dorsal. La table orthopédique doit comporter un système de traction par chaussure ou broche de traction (traction transcondylienne), avec si possible un contrôle de la force exercée (lésions périnéales). La traction transcondylienne est indiquée en cas de fracture de jambe ou d'entorse grave du genou, associée à la fracture du fémur. Une plaquette manœuvrable à distance, pouvant s'abaisser ou se relever, placée au niveau du foyer de fracture, permet de corriger le flectum ou le recurvatum. Le degré de rotation et l'abduction doivent pouvoir être choisis à distance et réglable en progressivité. Pour ces raisons, nous favorisons la table orthopédique de Judet.

Le champage est réalisé au moyen d'un champ carré. Il n'est pas nécessaire d'inclure tout le membre dans le champ. Il n'y a pas lieu habituellement d'utiliser un amplificateur de brillance dans ce type d'ostéosynthèse.

- Voie d'abord :[132]

L'incision est postéro latérale sur la cuisse. Elle doit être suffisamment longue pour ne pas être traumatisante pour les muscles. Après incision du fascia lata, le muscle vaste latéral est désinséré de la cloison intermusculaire latérale en prenant soin de ligaturer de façon élective les « perforantes ». Le décrochage du muscle vaste latéral à son extrémité supérieure permet de moins le traumatiser par les écarteurs. La face latérale de la diaphyse fémorale est alors exposée . Les écarteurs contre coudés doivent être proscrits car ils sont à l'origine d'un large dépériostage du foyer de fracture. L'abord se fait en extrapériosté. Les caillots de l'hématome

fracturaire sont juste refoulés pour repérer les extrémités osseuses. Les éventuels fragments isolés sont laissés pédiculés. La face médiale n'est pas abordée. La réduction peut alors être quasi anatomique, en se servant le moins possible de davier (évitant ainsi le dépériostage du foyer de fracture) pour manipuler les extrémités osseuses.(Figure 64).

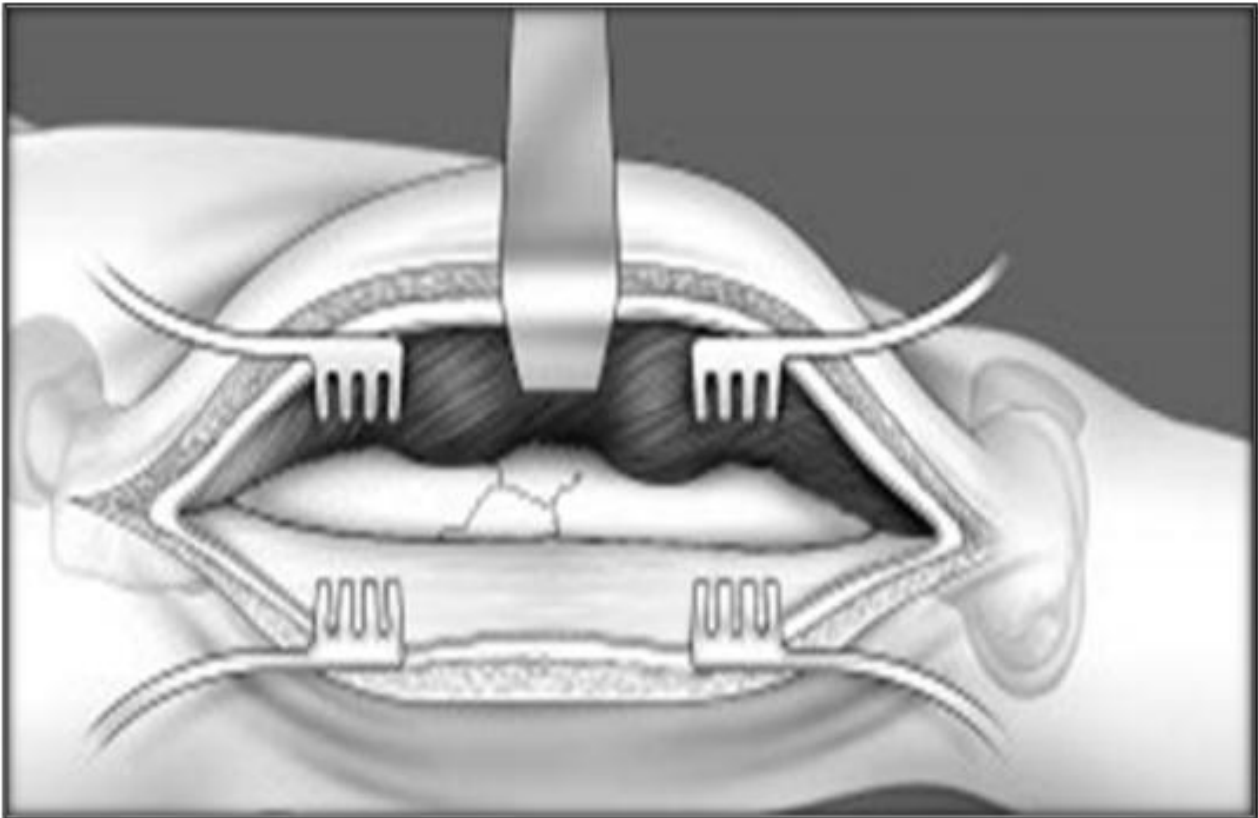


Figure 64 : Exposition du versant latéral [64].

L'avantage de la table orthopédique est ici évident. La fracture réduite, la plaque fémorale choisie est posée sur la face externe. On peut mettre une vis unicorticale pour éviter de se servir de davier. Cette vis est mise dans l'orifice du milieu entre deux orifices en amont et deux orifices en aval pour chaque segment diaphysaire. Une fois la plaque positionnée sur un segment, on se sert de la même manœuvre par vis uni corticale pour l'autre segment.

On peut de même utiliser un système de compression permettant ainsi de faire disparaître un écart inter fragmentaire [133]. La vérification de la réduction

étant faite, après correction éventuelle d'un petit flessum ou recurvatum résiduel, on met alors en place les autres vis, soit cinq vis diaphysaires bi corticales. Nous apprécions que la plaque soit anatomique pré galbée, s'adaptant à la convexité antéropostérieure de la face externe de la diaphyse fémorale, et qu'elle soit pré cintrée, s'adaptant à la flèche fémorale ; un effet de surface quadrillé pour la face profonde va dans le même sens, évitant la manipulation désagréable d'une plaque « savonnette » glissant sur la face externe et mal adaptée en aval et en amont. La qualité de la réduction est essentiellement jugée sur la corticale externe. Pour des raisons de commodité, les vis autotaraudeuses sont préférées. Le diamètre des vis est de 4,5 ou 5 mm. En cas de fragment unicortical interne, les cinq vis doivent être au-delà de cette zone. Il ne faut pas chercher à réduire ce fragment ou à l'incorporer dans la synthèse, à moins d'une très grande étendue (> 8 cm). Nous ne greffons pas systématiquement. En revanche, le produit de forage est récupéré et déposé au niveau du foyer. La greffe cortico spongieuse (bassin) est recommandée en cas de comminution sur la face médiale de la diaphyse .

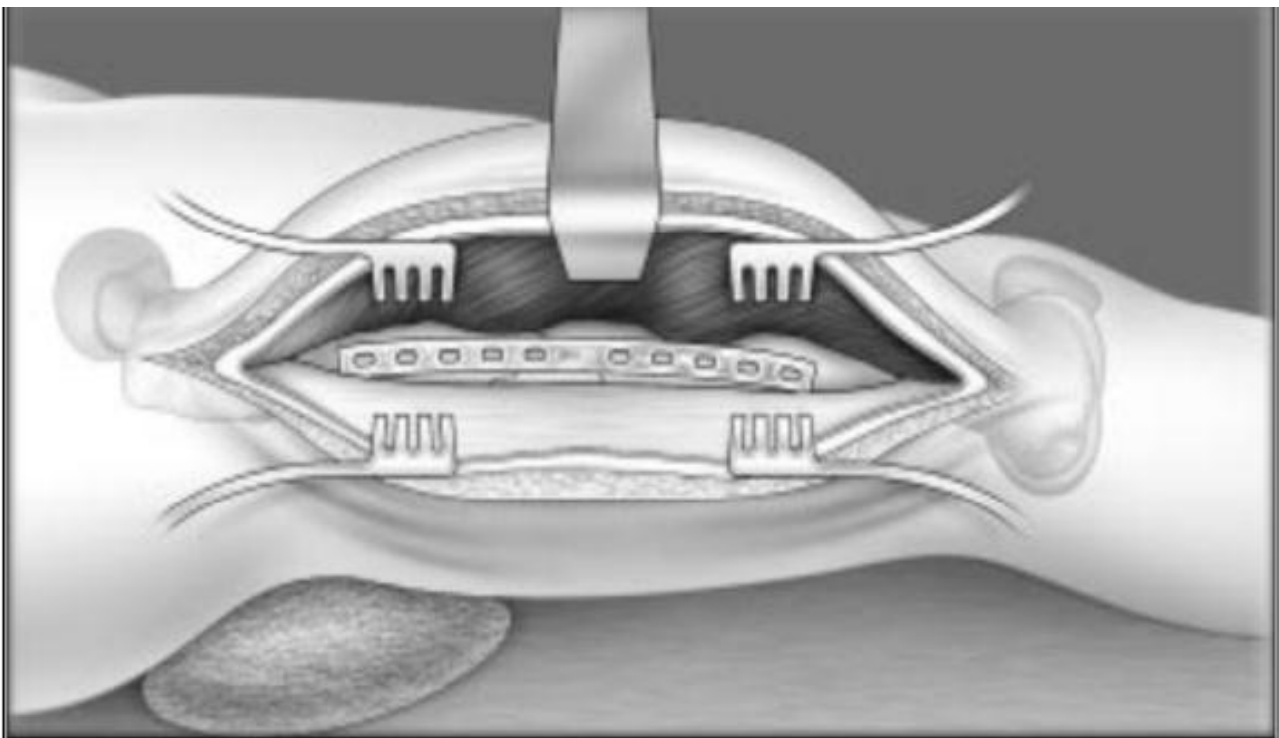


Figure 65 : Mise en place de la plaque sur la corticale latérale du fémur [65].

- Fermeture :

Un parage des fibres musculaires nécrosées, ainsi qu'un lavage abondant sont réalisés au moyen d'antiseptiques, en évitant d'évacuer les caillots du foyer de fracture. Un système de drain est mis en place sous le muscle vaste latéral qui retombe de lui-même, lors de la fermeture, sur la cloison intermusculaire latérale. La fermeture du fascia lata est rendue parfois difficile par l'œdème musculaire.

Il faut réaliser des points en « X » avec rapprochement progressif des extrémités vers le milieu, et en sachant qu'il est quelquefois indispensable de changer les points de suture après avoir gagné en rapprochement des berges. Cela est réalisé genou en extension, sans décalage des berges qui, dans notre expérience, est sans retentissement sur la récupération de la mobilité articulaire du genou.

❖ Suites opératoires

L'hospitalisation dure en moyenne 10 jours. Une rééducation est débutée rapidement, en actif aidé de façon à entretenir des mobilités du genou et de la hanche. Il faut interdire les contraintes en flexion du fémur de façon à diminuer les contraintes sur le matériel d'ostéosynthèse, de même entretenir les contractions isométriques du quadriceps et effectuer une mobilisation transverse de la patella. La marche sans appui est autorisée sous couvert d'une paire de cannes anglaises ou d'un déambulateur. La reprise de l'appui doit se faire progressivement et débiter après consolidation (3 mois au minimum). Un bilan radiologique est réalisé à 45 jours de façon à proposer à cette date un apport osseux si aucun signe radiologique de consolidation n'apparaissait.

– Description de la synthèse par plaque d'une fracture fermée comminutive de la diaphyse fémorale [130]

Dans les cas des fractures comminutives fermées du fémur, l'installation du patient est de préférence sur table orthopédique, permettant ainsi d'aligner le membre dans le plan frontal et dans le plan sagittal, et de contrôler les rotations. La voie d'abord est postéro latérale sur la cuisse ; elle débute par l'ouverture du fascia lata. On récline le vaste latéral et le but est de glisser la plaque sous le muscle sans aborder le foyer de fracture, et réalisant un déperiostage a minima et préservant la vascularisation des fragments osseux. La réduction anatomique du foyer de fracture n'est pas recherchée et pourrait être source de retard de consolidation.(Figure 66)

On ne se préoccupe que des axes, de la longueur et de la rotation. La plaque de pontage est solidarifiée à la diaphyse par des vis bicorticales réparties de façon homogène de part et d'autre de la comminution .

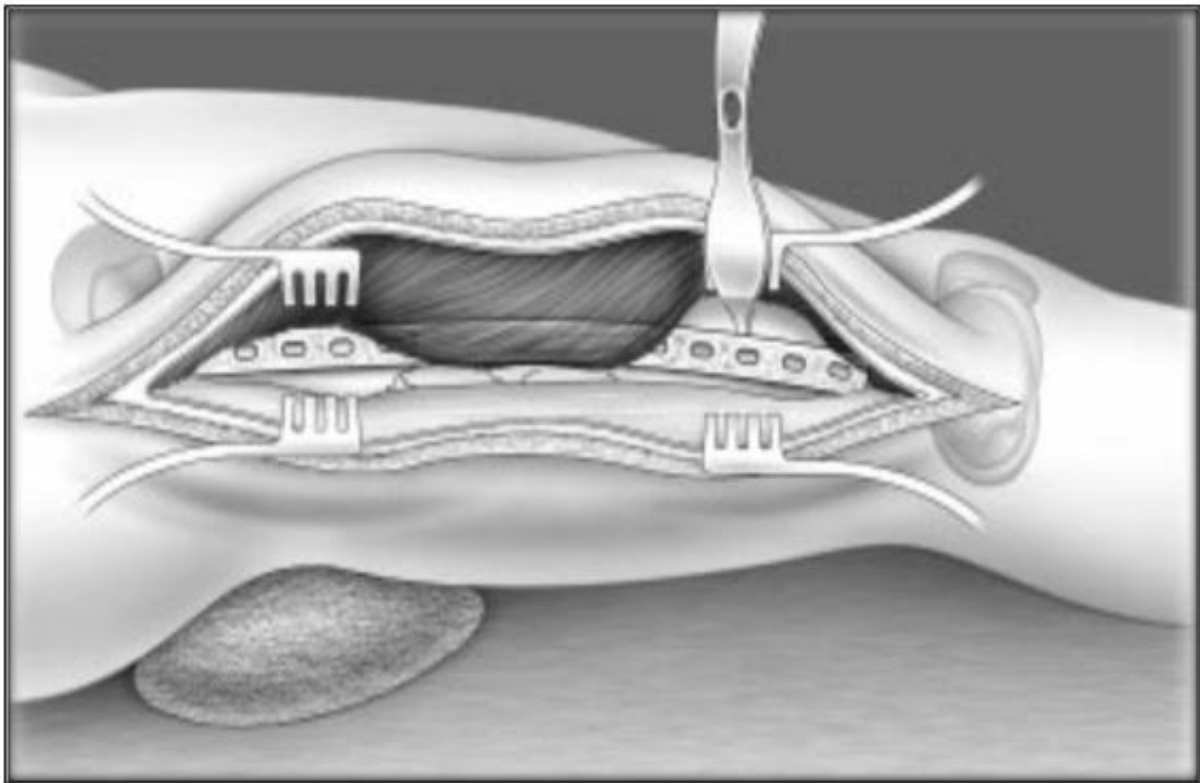


Figure 66 : Mise en place d'une plaque longue pontant la comminution fracturaire sans l'aborder directement [66].

→ Ostéosynthèse par plaque minimalement invasive (Figure 67)

L'ostéosynthèse par plaque mini-invasive qui est en cours d'évaluation permettrait de diminuer encore plus le risque bien connu d'infection et de pseudarthrose reproché à ce mode d'ostéosynthèse par les partisans des enclouages centromédullaires. La synthèse des fractures comminutives proximale et distale peut être réalisée selon le même procédé mini-invasif obéissant aux règles des synthèses biologiques au moyen de vis-plaques (DCS ou DHS) ou de lame-plaques dont l'angulation est de 95°. L'alignement et la rotation du membre sont contrôlés par manœuvre externe (table orthopédique ou distracteur sur table ordinaire).

Le principe est d'effectuer une courte voie latérale en regard de la région épiphysométaphysaire, afin de mettre en place l'ancrage distal ou proximal de la plaque, qui est ensuite glissée en percutané en dessous du muscle vaste latéral au contact de la corticale externe, et solidarisée à la diaphyse au moyen de vis bicorticales de façon étagée à intervalles réguliers par voie percutanée. Cette technique nécessite un amplificateur de brillance.

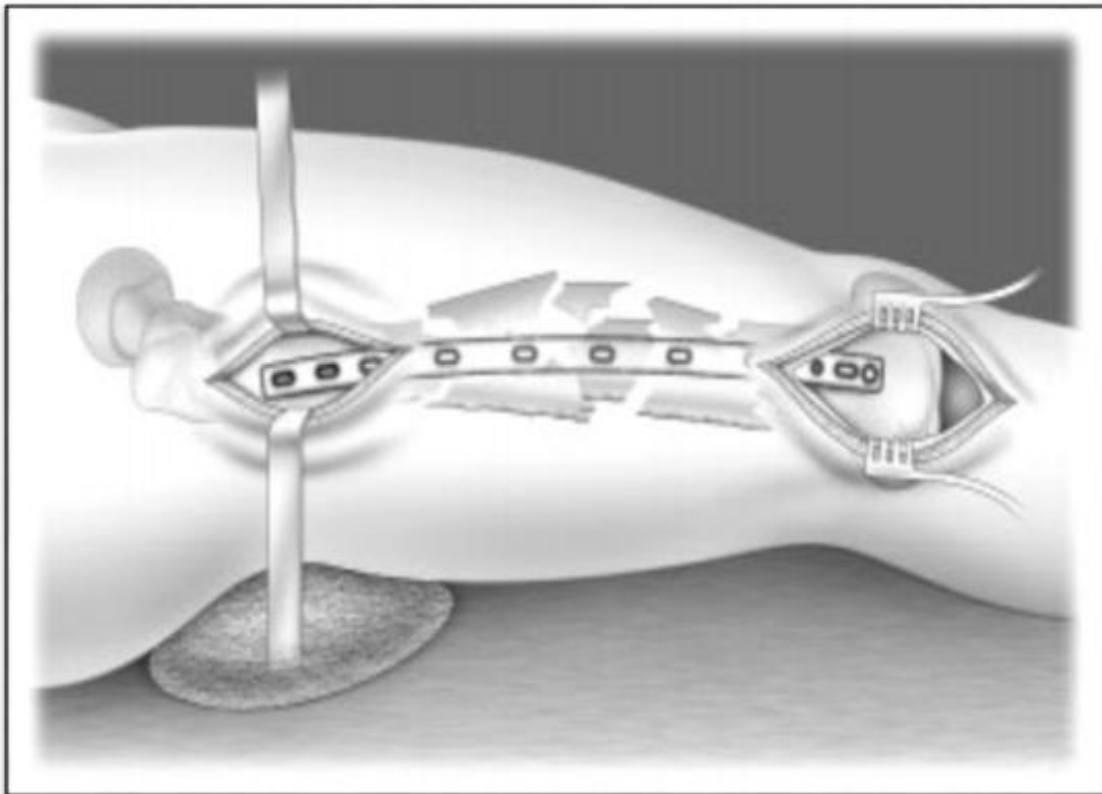


Figure 67 : Ostéosynthèse 'biologique' mini-invasive par abord limité proximal et distal à distance du foyer de fracture et passage de la plaque en sous-cutané [67].

3.3.2.3 Ostéosynthèse externe (Figure 68)

La fixation externe est une méthode qui stabilise un ou plusieurs segments du squelette à l'aide d'éléments qui après avoir traversé les parties molles se raccordent à l'extérieur à des appareils mécaniques. Ceux-ci permettent d'exercer sur les segments en question des forces qui varient en fonction des besoins : immobilisation compression, distraction et corrections angulaires etc. Cette méthode diffère des plâtres classiques ou fonctionnels par le fait qu'il prend directement appui sur l'os.



Figure 68 : Fixateur externe du fémur [68].

- Les principes généraux

Les principes de ces appareils dont il existe plusieurs modèles sont les mêmes, des fiches sont placées sur les fragments osseux à distance du foyer. Elles sortent hors de la peau largement et sont solidarisées à l'extérieur par une ou mieux deux barres d'union. Pour avoir un système solide ; il faut parfois utiliser une double fixation dans l'os ; dans deux plans différents unis extérieurement entre eux.

-Ancrage dans l'os :

Il se fait par l'intermédiaire de fiches qui peuvent être filetées, de diamètre variable. Les fiches sont en général en acier avec des diamètres de 2,5 à 6 mm, l'augmentation de la taille des fiches augmente leurs résistances mais diminue celle de l'os.

-Barres d'union :

Elles constituent l'élément le plus rigide de l'ensemble, elles peuvent être en acier ou en titane. Elles peuvent être percées et accepter directement des fiches, ou plaines et nécessitant alors des éléments de liaisons. Elles peuvent être articulées permettant ainsi des modifications de longueur ou de la compression par l'intermédiaire des fiches.

-Les éléments d'unions :

Ils constituent les articulations du système et assurent la jonction entre les fiches et les barres d'unions. Ils sont absents de certains fixateurs. Leur avantage est de permettre un ajustement du système après la mise en place des fiches, ce qui n'est pas le cas des fixateurs qui n'en possèdent pas.

Indication :

- ✓ Fractures ouvertes.
- ✓ Certaines fractures comminutives, même fermées .
- ✓ Les fractures diaphyso-épiphysaires en associant au fixateur un vissage percutané de la fracture épiphysaire.
- ✓ Les fractures diaphysaires avec complications vasculaires ou nerveuses : pour permettre une réparation rapides des lésions.
- ✓ Les fractures traitées par ostéosynthèse interne compliquées d'infection imposant après excision et parage , l'ablation du matériel initialement implanté , sont alors stabilisées par un fixateur externe.

3.4 Traitement des complications à distance***3.4.1 Traitement des pseudarthroses***

Le traitement de la pseudarthrose vise avant tout à obtenir une ossification sans complication, mais ce n'est pas le seul objectif. En cas de mauvais alignement, le chirurgien essaie de le corriger. Si la pseudarthrose est infectée, il faut traiter

l'infection. La longueur des muscles doit être rétablie. Le choix de la prise en charge d'une pseudarthrose ne se fait donc pas en tenant compte de la seule composante osseuse.[134]

-Pseudarthrose hypertrophique :

) Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire associé a la décortication ostéomusculaire de Judet.

) Greffe opposée ou vissée associé a une Ostéosynthèse.

-Pseudarthrose par perte de substance osseuse :

Elles sont traitées par greffe osseuse.

-Pseudarthrose septique

Le risque d'infection sur une fracture à basse-énergie, sans ouverture du foyer de fracture est présent mais les conséquences d'une infection seront majoritairement moins graves que si un foyer de fracture est largement exposé après un traumatisme à haute énergie par exemple. L'antibioprophylaxie et la stimulation du système immunitaire par un processus osseux régénératif contribuent à l'éradication de la majorité des infections. La méthode de fixation externe selon Ilizarov est la prise en charge de choix d'une pseudarthrose septique. L'antibiothérapie associée à un nettoyage et une refixation est le traitement le plus fréquemment utilisé dans ce type de pseudarthrose. La persistance de l'infection est souvent la conséquence d'os mort et va avec la persistance de la pseudarthrose. Dans des cas très graves on peut être amené soit à amputer, soit à bloquer le genou par arthrodèse.

3.4.2 Traitement du cal vicieux

Le retentissement des cals vicieux sur le genou et la hanche peut justifier des corrections chirurgicales ; un cal vicieux angulaire du fémur peut se corriger par une ostéotomie au niveau du cal ou à distance, un cal vicieux avec raccourcissement

important peut être corrigé par allongement progressif (méthode de Wagner), le fixateur permet une distraction progressive puis comblement de l'espace par une greffe osseuse. Actuellement, on réalise aussi des allongements sur clou centromédullaire télescopique sans greffe osseuse.

3.4.3 Traitement des raideurs du genou

- Par une rééducation précoce et bien conduite.
- Les traitements orthopédiques très prolongés et les ostéosynthèses compliquées peuvent entraîner un retard de rééducation avec constitution des raideurs du genou, le traitement chirurgical est alors le seul possible si la raideur persiste après rééducation.
- L'arthrolyse consiste en une libération des adhérences synoviales développées dans l'articulation et surtout en une libération des adhérences entre les muscles et le fémur [136].

4 La rééducation

4.1 Objectif

-  Prévenir l'enraidissement de l'articulation du genou.
-  Entretenir la mobilité des articulations sus et sous-jacentes.
-  Eviter l'atrophie du quadriceps.

4.2 Les étapes de la rééducation

4.2.1 Phase d'alitement :

Juste après l'intervention La durée de cette phase est variable selon l'âge et l'état général du patient. Elle expose le patient à un certain nombre de troubles que nous devons prévenir tel que :

- ✓ Troubles cutanés : escarres (ischion, mollet, talon).

- ✓ Troubles trophiques : œdèmes, cyanoses, post opératoire.
- ✓ Troubles articulaires : équinisme, rotation externe de la hanche.
- ✓ Troubles musculaires : faiblesse musculaire due à l'immobilisation, atrophie musculaire due à l'inactivité.
- ✓ Altération de l'état général : respiratoire. Et dont les moyens de préventions sont comme suit pour :
 - ✓ Les troubles cutanés :
 - Changement de position, avec talon dans le vide.
 - Friction des points d'appui (talc et alcool).
 - ✓ Troubles trophiques :
 - Massage circulatoire de retour.
 - Position décline.
 - ✓ Troubles articulaires :
 - Lutter contre les positions vicieuses (coussin à la face externe du membre plus gouttière anti équin)
 - Assouplir le système capsulo-ligamentaire par mobilisation quotidienne du pied, rotule et genou.
 - Troubles musculaires :
 - Contractions statiques du quadriceps et ischiojambiers, actives du pied et de la hanche.
 - S'intéresser à la musculature du membre supérieur qui est nécessaire pour la marche avec béquille.
- ✓ État général du patient : exercices respiratoires.
- ✓ 4.2.2 Phase de marche sans appui : 10 jours à 3 mois
- ✓ Continuer l'entretien de la première phase.

- ✓ Commencer la marche sans appui dès que l'état du malade le permet, une marche à deux temps unilatéraux et passive pour le membre lésé.
- ✓ Cette marche ne peut commencer qu'après avoir passé par ces étapes
 - Asseoir le malade au lit, jambes pendantes
 - Malade entre barres parallèles
 - Faire des exercices d'équilibration avec poussée en avant et en arrière. Après avis du chirurgien, et dès que l'état du traumatisme le permet, on peut demander au malade de toucher le sol mais sans appui.

4.2.3 Phase de marche avec appui :

Après trois mois la marche avec appui est généralement autorisée après contrôle radiographique.

- Continuer le travail musculaire et la récupération articulaire.
- Augmenter progressivement l'appui
- Correction de la marche : attaquer le sol par le talon, bord externe et le quitter par l'avant pied.
- Pendant le passage, fléchir le genou et la hanche
- Récupération fonctionnelle et réadaptation en fonction de l'âge et du métier.

DISCUSSION

1 Epidémiologie

1.1 Age :

La fracture de la diaphyse fémorale peut survenir à n'importe quel âge mais intéresse surtout l'adulte jeune entre 20 et 39 ans selon les séries. Dans notre série le moyen âge était de 30 ans ce qui correspond avec les résultats de la série de RAZZOUKI K[135] ,KONE J[136] et DIEUDONNE DJ[137] qui ont trouvé respectivement 36 , 34,6 ans et 31 ans. Ainsi on déduit que la population jeune active est la plus exposée à ce type de fracture vu la fréquence des accidents de la circulation et les AVP.

Tableau 14: Etude comparative de la moyenne d'âge

Auteurs	Nombre de cas	Moyenne d'AGE
RAZZOUKI k (Maroc 2011)	90	36
KONE J (Mali 2008)	33	34.6
DIEUDONNE DJ (Rwanda 2008)	204	31
Notre étude	33	30

1.2 Sexe

La prédominance masculine est rapportée par plusieurs travaux. L'organisation de notre société fait que les hommes assurent dans la plus part des cas les charges de la famille. Ce concept social peut être à la base de la grande mobilité des hommes et donc leur exposition aux accidents de la circulation routière. Dans notre série l'homme est le plus fréquemment atteint et ceci concorde avec les résultats de toutes les séries

Tableau 15 : Répartition du sexe selon les séries

AUTEURS	HOMMES	FEMMES
RAZZOUKI K (Maroc 2011)	81.2	18.8
KONE J (Mali 2008)	84.4	25.6
TRAORE M (Mali 2014)	84.8	25.2
Notre étude	30	3

1.3 Côté atteint

La discussion de la fréquence de l'atteinte du côté droit ou gauche est controversée mais la plupart des auteurs rapportent la prédominance du côté gauche, TRAORÉ M [138] dans 54,54 % et BOREL [139] dans 63,24 et ont expliqué ceci par le fait que la circulation qui se fait à droite. Dans notre série, nous avons trouvé une légère prédominance du côté gauche avec 51% alors que dans l'étude de RAZZOUKI K [135] elle a trouvé une prédominance du côté droit avec 53,3%.

Tableau 16 : Etude comparative selon le côté atteint.

AUTEURS	NOMBRE DE CAS	COTE GAUCHE	COTE DROIT
RAZZOUKI K (Maroc 2011)	90	46.7%	53.3%
BOREL (1993)	68	63.24%	36.76%
TRAORE M (Mali 2014)	33	54.54%	45.45%
Notre étude	33	51%	49%

2 Mécanisme et étiologie

2.1 Les étiologies

Le fémur normal est un os très solide, son atteinte nécessite un traumatisme violent à haute énergie. Ainsi on retrouve que les accidents de la circulation sont de loin l'étiologie la plus fréquente dans plusieurs travaux. Notre résultat est superposable à celui de DIEUDONNE DJ[137] qui a trouvé 66 de cas d'accidents de la circulation.

Tableau 17 : Etude comparative selon l'étiologie

AUTEURS	AVP %
RAZZOUKI K (Maroc 2011)	82.3%
DIEUDONNE J.D (Rwanda 2008)	66%
NAOUME (Maroc 2004)	77.27%
Notre étude	97%

2.2 Mécanisme

Les propriétés biomécaniques de la diaphyse fémorale dépendent de la direction dans laquelle les forces sont appliquées ainsi Poitout [140] montre que la diaphyse résiste mieux aux forces de compression qu'aux forces de traction et à force égale casse d'autant plus facilement que l'effort est appliqué rapidement. Les fractures à haute énergie prédominent chez l'adulte jeune de sexe masculin et les fractures à basse énergie sont fréquentes chez la femme âgée. Ces données expliquent aisément la répartition de différents types de fractures : fracture transversale du 1/3 moyen par choc direct chez le jeune adolescent, fracture spiroïde par torsion chez les personnes âgées.

3 Clinique

Lésions associées

-Ouverture cutané

Les lésions cutanées ont été trouvées dans 3% des cas dans notre série. Et cela ne correspond pas aux résultats de la série de RAZZOUKI K [135] qui a trouvé 16,9%. L'importance de la musculature au tour du fémur contribue sans doute à réduire le risque d'ouverture en particulier dans le mécanisme d'ouverture de dedans en dehors.

Tableau 18 : Etude comparative de l'ouverture cutanée

auteurs	Nombre de cas	Ouverture cutanée %
RAZZOUKI	90	16.9%
Notre étude	33	3%

L'ouverture cutanée témoigne en général de la violence du traumatisme, elles exposent aux complications septiques et aux troubles de consolidation, ainsi elle impose un parage chirurgical, une désinfection et une antibiothérapie.

-lésions osseuses :

Les lésions osseuses associées sont assez fréquentes vu que cette fracture fait souvent suite à un traumatisme à haute énergie. Elles soulèvent un grand problème diagnostique surtout pour les luxations de la hanche et les fractures cervicales vraies. D'où l'intérêt des radiographies du bassin. Le bilan doit être complété par des radiographies de bassin, de genou face et profil à la recherche des fractures de rotule, plateau tibial, et des condyles fémoraux. Dans notre série on a

noté 12% de lésions osseuses alors que les résultats de la série de RAZZOUKI K [135] étaient de 20% des cas de lésions osseuses associées.

4 Etude radiologique

4.1 Siège du trait de fracture

Les fractures de la diaphyse fémorale siègent le plus souvent au niveau du 1/3 moyen, dans notre étude elle représente 58% de l'ensemble de nos patients, 47,5% dans la série de DIEUDONNE DJ[137] et 71,1% dans la série de RAZZOUKI K [135] Ceci peut s'expliquer par la fréquence d'atteinte du sujet jeune lors des traumatismes routiers occasionnant des chocs directs violents :

Tableau 19 : Etude comparative selon le siège du trait de fracture

AUTEURS	1 / 3 MOYEN %
RAZZOUKI K (Maroc 2011)	71.1%
KONE J (Mali 2008)	78.8%
DIEUDONNE DJ (Rwanda 2008)	47.5%
Notre étude	58%

4.2 Type du trait de fracture :

Les fractures simples ont été le type de fracture le plus rencontré dans notre série avec 20 cas soit 60%. Ce résultat est conforme à celui de J. Koné qui a trouvé 78,8% de fractures simples et celui de RAZZOUKI K qui a trouvé 61,2%. La nette prédominance des fractures simples pourrait s'expliquer par la capacité du fémur à résister aux contraintes. Sa fracture dans les conditions normales, nécessite un traumatisme à forte énergie. De façon générale, le trait d'une fracture dépend à la fois de l'énergie traumatique, de la résistance de l'os, le siège de l'impact et la position du membre au moment du traumatisme.

5 Traitement

5.1 Techniques chirurgicales

Dans notre série L'ECM a été le type d'ostéosynthèse le plus utilisé avec 97% des cas, ce résultat est conforme aux résultats des autres études .Dans la série de RAZZOUKI K [135] l'ECM a été également utilisé dans 66,66% et dans 100 % des cas dans la série de MANSAT et AL [141] .

Tableau 20 : Etude comparative selon le moyen d'ostéosynthèse

Auteurs	ECM	Plaque vissée
RAZZOUKI K (Maroc 2001)	66.66%	22%
TRAORE M (Mali 2014)	66.67%	16%
MANSAT ET AL	100%	0%
Notre étude	97%	3%

5.2 Les suites post opératoires

Les malades ont bénéficié du premier changement de pansement et ablation du drain de Redon 48h après l'intervention. L'antibiothérapie post opératoire est pratiquée systématiquement chez tous les patients. Afin d'éviter les accidents thromboemboliques, une prophylaxie à base d'héparine à bas poids moléculaire est prescrite à tous les patients.

5.3 La durée d'hospitalisation

Dans notre série la durée d'hospitalisation moyenne est de 06 j avec des intervalles de 3 à 12 jours, Albert M [142] a trouvé une durée d'hospitalisation moyenne de 3.9 jours à Atlanta (USA) en 2007, pour CSERATI P et Al [143] le séjour moyen est de 18 jours à Budapest (Hongrie) ,18jours à Sundsvallet (Pays-Bas), 15 à Lund (Suède).Au Pays-Bas la durée moyenne de séjour est de 20 jours. Cette durée d'hospitalisation dépend surtout de la disponibilité du matériel d'ostéosynthèse et des suites opératoires immédiates.

6 Les complications

Dans notre série on a noté 15.15% de cas complication et cela correspond plus ou moins au résultat de la série de RAZZOUKI K [135] qui a trouvé 23,9%.

Tableau 21 : Etude comparative selon les complications

AUTEURS	Non compliquée	compliquée
RAZZOUKI K (Maroc 2011)	76.1%	23.9%
TRAORE MA (Mali 2014)	60.61%	39.39%
Notre étude	84.85%	15.15%

→ Complications immédiates

-Décès :

On n'a noté aucun cas de décès dans notre série contrairement aux résultats de la série de RAZZOUKI K.

-Etat de choc :

On n'a noté aucun cas d'état de choc contrairement au résultat retrouvé par RAZZOUKI avec 2,22 %.

-embolie graisseuse : dans notre série on n'a retrouvé aucun cas d'embolie graisseuse alors que deux cas d'embolie graisseuse soit 2,22% ont été enregistrés dans la série de RAZZOUKI K.

→ Complications secondaires

-les infections :

Selon Simon [144] le taux moyen d'infection est de 1.1% pour les fractures fermées, et entre 3.2et 6.6% pour les fractures ouvertes selon des études menées par Malik Noumi [145] et Jenny [146]. Dans notre série aucun patient n'a été présenté.

- **Complications thromboemboliques :**

Il est admis que la fréquence des complications thromboembolique après fracture de la diaphyse fémorale est de l'ordre de 40% mais dans l'étude de GEERTS et al [147] sa fréquence atteint 80% en absence de prophylaxie .C'est dire l'importance que revêt la prévention qui doit comporter une thromboprophylaxie adaptée par héparine bas poids moléculaire avec mobilisation précoce, ceci dit nous n'avons noté aucun cas dans notre série grâce à la prophylaxie par HBPM.

o **Complications tardives**

- **La pseudarthrose :**

La PSA est une complication classique des fractures des os longs. Sa survenue dans les suites d'une fracture du fémur est cependant plus rare qu'après fracture de jambe. Borel J.-C et Coll [139] ont trouvé un seul cas de pseudarthrose sur 68 fractures traitées par enclouage verrouillé. Bonnevialle P et Coll ont rapporté deux cas de pseudarthrose sur 40 fractures traitées par enclouage verrouillé. Dans notre série on a noté 2 cas de pseudarthrose soit 6%.

- **Cal vicieux :**

Le pourcentage des cals vicieux dans notre série est de 9% et correspond à celui retrouvé par KEMPF[148] qui est 7.5% et largement supérieur a celui de MARGEL[149] qui est de 1,4%.

- **raideur articulaire :**

Nous n'avons déploré aucun cas de raideur articulaire dans notre série contre 3% observée dans la série de KEMPF[148], 2.6 % dans la série de GROSSE [150].

7- Résultats globaux à long terme :

Nous avons constaté que nos résultats sont très bons pour 85%, et 10% de moyens résultats et 5% de mauvais résultats et ça correspond aux résultats de la série de RAZZOUKI K [135] qui a trouvé 69,7% de très bons résultats, 26,9% de moyens résultats et 3,4 % de mauvais résultats et ceux d'ESSADKI [151].

Tableau 22 : étude comparative selon les résultats globaux

	bons	moyens	mauvais
ESSADKI	87%	10%	3%
RAZZOUKI K (Maroc 2011)	69.7%	26.9%	3.4%
TRAORE M (Mali 2014)	51.5%	36.9%	12.14%
Notre étude	85%	10%	5%

ICONOGRAPHIE

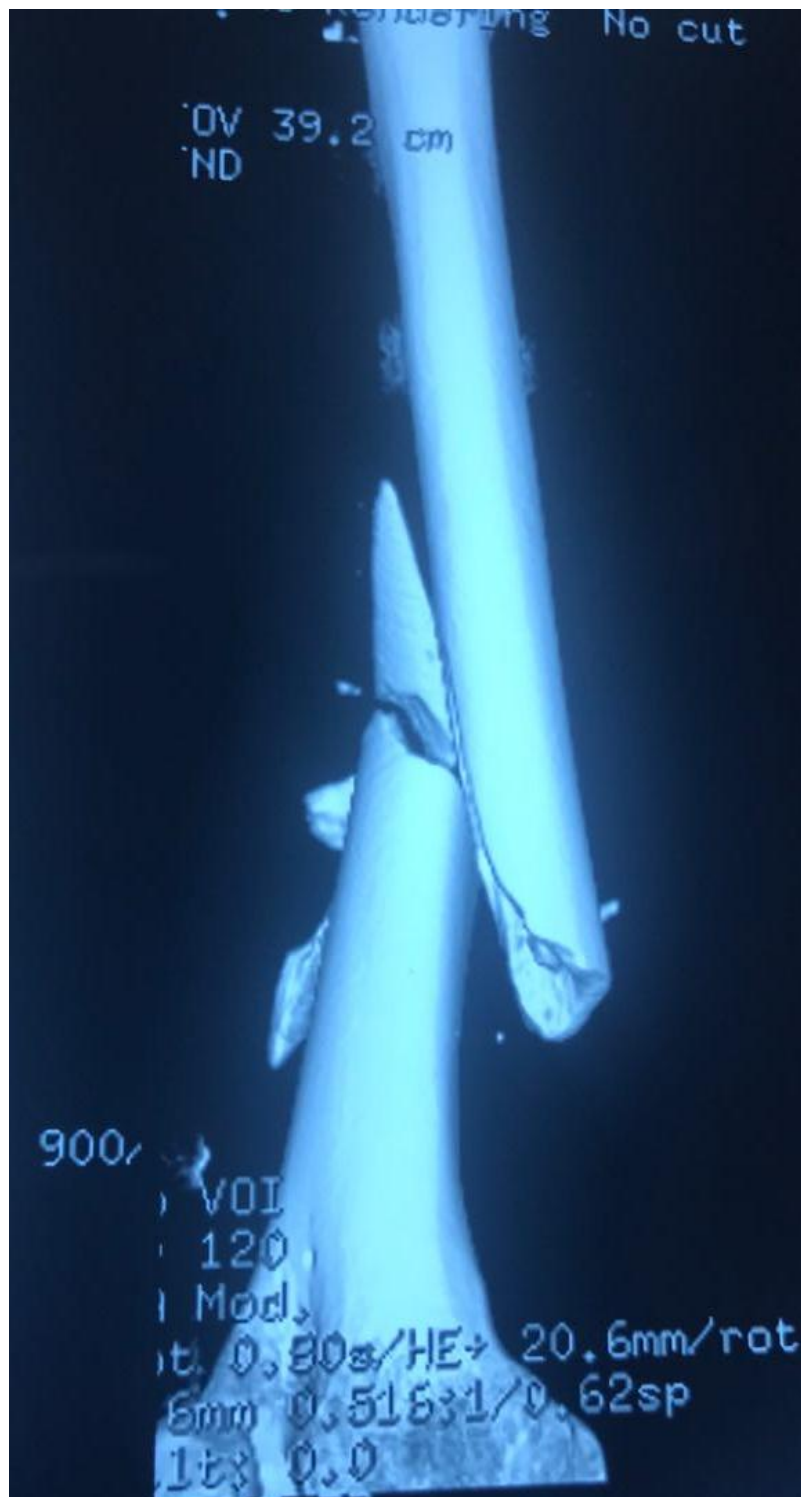
*Toutes ces photos sont prises du
service de traumatologie de l'hôpital
militaire Moulay Ismail*



Fracture simple du fémur à trait oblique traitée par enclouage centromédullaire



Fracture simple du fémur à trait oblique traitée par enclouage centromédullaire
traitée par enclouage centromédullaire



Fracture comminutive du fémur



Fracture comminutive du fémur traitée par enclouage centromédullaire



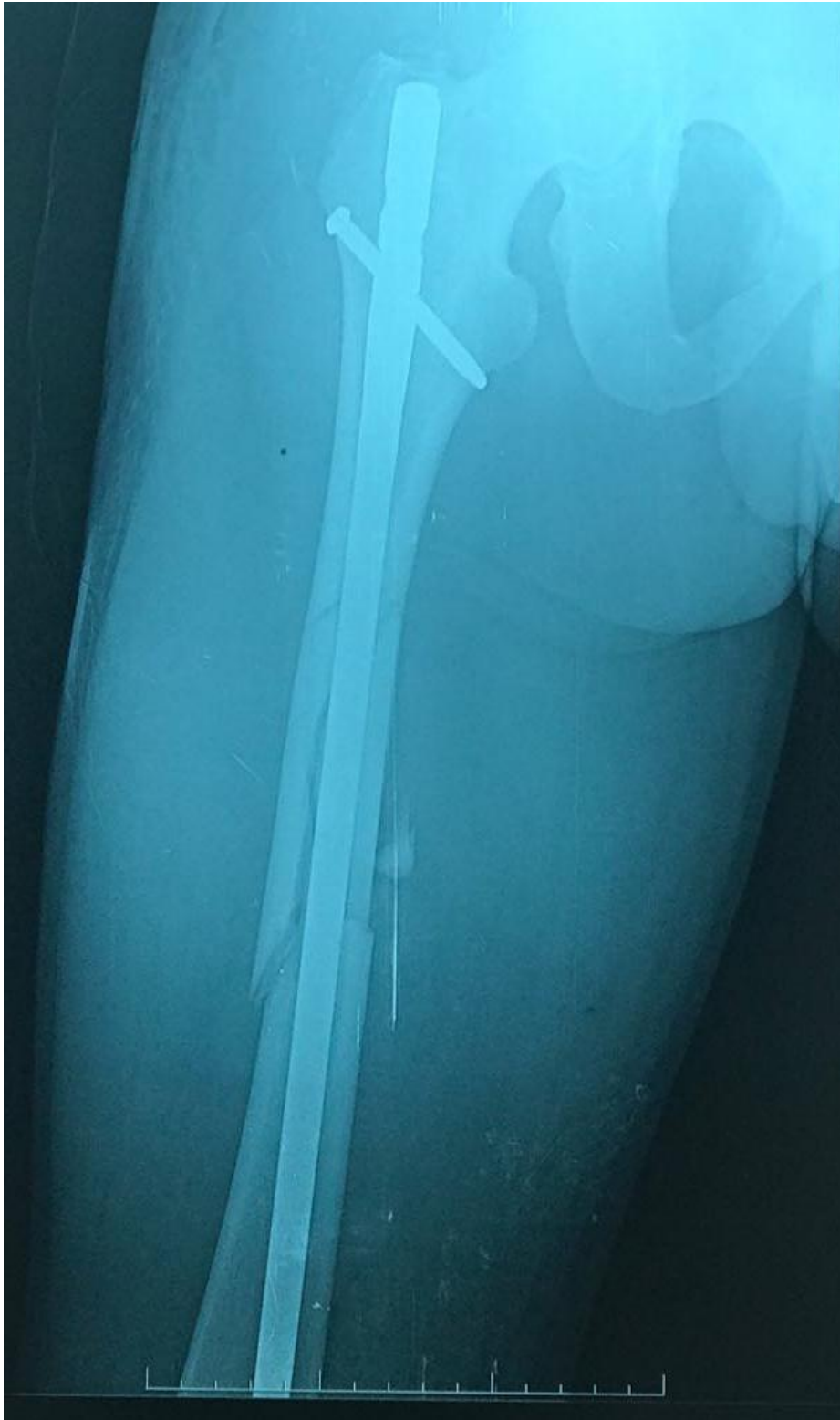
Fracture de la diaphyse fémorale sur une prothèse totale de la hanche



Fracture de la diaphyse fémorale sur une prothèse totale de la hanche traitée par une plaque



Fracture complexe du fémur



Fracture complexe du fémur traitée par enclouage centromédullaire



Fracture medio diaphysaire du fémur déplacée intéressant le tiers supérieur



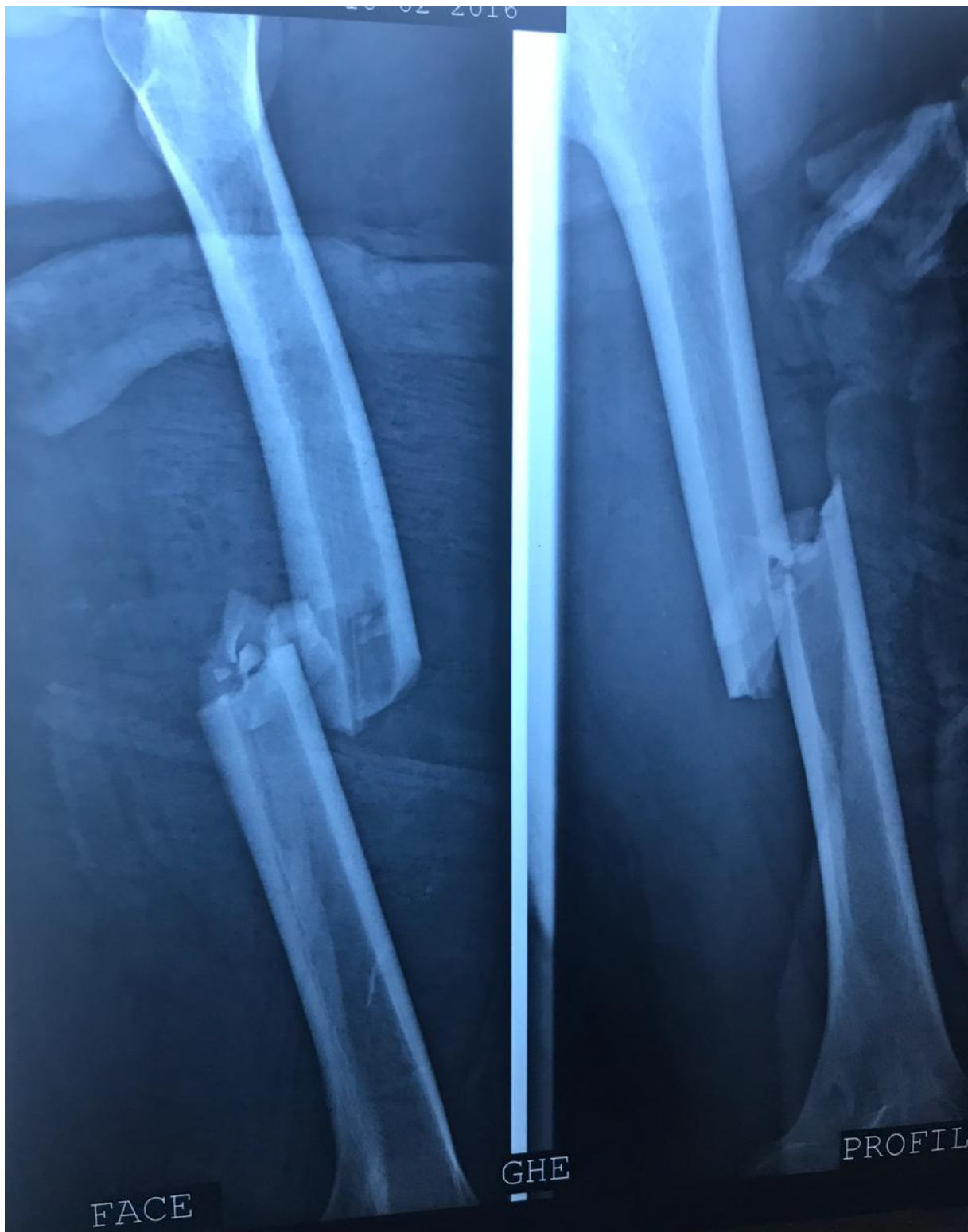
*Fracture medio diaphysaire du fémur déplacée intéressant le tiers supérieur traitée
par ECM*



Fracture de la diaphyse fémorale intéressant le tiers inférieur



Fracture de la diaphyse fémorale intéressant le tiers inférieur traitée par ECM



Fracture du fémur gauche déplacée intéressant le tiers moyen



Fracture du fémur gauche déplacée intéressant le tiers moyen traitée par ECM



Fracture medio diaphysaire comminutive du fémur



Fracture medio diaphysaire comminutive du fémur traitée par ECM

CONCLUSION

ET

RECOMMANDATIONS

Conclusion :

Les fractures de la diaphyse fémorale sont les témoins d'un traumatisme violent. Elles sont devenues de plus en plus fréquentes à cause de l'augmentation du taux des AVP. Ce sont des lésions graves qui peuvent engager le pronostic vital et la morbidité des traitements alors mis en œuvre restait élevée. On leur reconnaît différents types répartis inégalement en fonction du siège et de l'âge du patient. Les indications thérapeutiques reposent sur un bilan radiologique pré- et per opératoire adéquat. Elles semblent actuellement bien codifiées, exclusivement chirurgicales chez l'adulte avec une supériorité incontestable de l'enclouage verrouillé centromédullaire à foyer fermé par rapport à la plaque d'ostéosynthèse à foyer ouvert permettant une réduction et une mobilisation précoce et réduisant le taux de complications notamment infectieuses. Ceci dit des efforts doivent être fournis en matière de prévention routière pour diminuer le taux des accidents de la voie publique qui en sont la cause principale.

Au terme de ce travail, nous formulons quelques conseils :

→ Aux autorités politiques et administratives :

- De Mettre en place et de vulgariser une politique de prévention des accidents de la circulation routière.
- De Mettre en place un système bien organisé pour l'évacuation des blessés vers l'hôpital.
- De créer des services de traumatologie dans toutes les régions du pays.
- D'équiper ces services et ceux déjà existants en matériel de diagnostic, de traitement des fractures et d'y affecter du personnel qualifié.
- De former continuellement le personnel et des les spécialistes en orthopédie traumatologie.
-

→ A la population :

- De respecter strictement le code de la route.
- De veiller sur le bon état général des engins et principalement le système de freinage et d'éclairage.

→ Aux personnels médicaux :

- De prendre en charge précocement les blessés.
- De promouvoir la formation continue du personnel sanitaire pour une meilleure prise en charge des patients.
- De respecter des mesures d'asepsie au bloc opératoire et dans les unités d'hospitalisations.
- Bien tenir et remplir les dossiers des malades hospitalisés avec toutes les informations concernant leur identification et leur évolution journalière.

RESUME

Résumé :

En interrompant la continuité de l'os le plus volumineux de l'organisme, la fracture de la diaphyse fémorale occupe une place très importante en traumatologie.

Depuis l'avènement de l'enclouage centromédullaire, les autres moyens d'ostéosynthèse utilisés pour la fracture de la diaphyse fémorale ont des indications de plus en plus restreintes.

De janvier 2014 au décembre 2018, 33 cas de fractures de la diaphyse fémorale ont été colligés au service de traumatologie orthopédie de l'hôpital militaire Moulay Ismail dans, dans cette étude rétrospective, la prédominance masculine a été marquée avec 30 hommes et 3 femmes, l'âge moyen était de 30 ans, les accidents de la voie publique représentaient l'étiologie la plus fréquente dans 97% des cas.

Nos patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical à base d'enclouage centromédullaire dans 32 cas.

Parmi les complications post opératoires nous avons noté 2 pseudarthroses et 3 cals vicieux. L'évaluation des résultats fonctionnels donnant 85%cas de très bons résultats, 10% de moyens résultats, et 5% de mauvais résultats.

ABSTRACT :

By interrupting the continuity of the bulkier bone of the organism, the fracture of the femoral shaft occupies an important place in traumatology.

Since the advent of intramedullary nailing; other means of osteosynthesis used for femoral shaft fractures have increased indications.

From January 2014 to December 2018, 33 cases of femoral shaft fractures were collected at the service of Orthopedic Trauma of military hospital Moulay Ismail , through this retrospective study, the male was marked with 30 men and 3 women, average age is 30 years. The highway accidents are the most common etiology, found in 97 %.

Our patients received surgical treatment as follows: Interlocking intramedullary nailing 32 ,

Among the complications we noted:2 nonunion, 3 mal union.

The assessment of functional outcome giving 85% of good results, 10% of average results, and 5% of poor results .

ملخص

كسر عمود الفخذ يحتل مكانة هامة في علم جراحة العظام و المفاصل. منذ ظهور التسمير داخل النقي ، عرفت وسائل تثبيت العظام الأخرى المستخدمة لكسور عمود الفخذ نقصا كبيرا في الإستعمال

من شهر يناير 2014 إلى شهر ديسمبر 2018، 33 حالة كسر عمود الفخذ تم إستشفائها بمصلحة جراحة و تقويم العظام بالمستشفى العسكري مولاي اسماعيل ، من خلال دراسة إسترجاعية لاحظنا أن أغلبية المرضى من الذكور ، 30 رجل و 3 نساء ، متوسط أعمارهم 30 سنة ، و تبقى حوادث المرور من المسببات الرئيسية حيث وجدت في 97% من الحالات .

تلقى المرضى لدينا العلاج الجراحي على النحو التالي : تسمير داخل النقي المقفل في 32 حالة.

من بين المضاعفات لاحظنا : حالتان لسوء إلتحام ، 3 حالات تمفصل كاذب

و كان تقييم النتائج الوظيفية كا التالي 85% : نتائج جيدة ، 10% نتائج متوسطة و 5% نتائج سيئة.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.ECM 2009;31-030-G-10
- [2] SJ Fogerty , PV Giannoudis, fractures of the femoral shaft, surgery orthopedic 2007;25:10 430-433.
- [3] JEAN-PAUL LEVAI, STEPHANE BOISGARD. Fracture de la diaphyse fémorale de l'adulte, EMC Traité d'appareil locomoteur 1994 ; 14-078-A-10
- [4] MAHFOUD M.Traité de traumatologie.Fractures et luxations des membres. Tome II Membre inférieur Edition 2005. CERCOS.
- [5] Salminen ST, Pilhajamäki HK, Harri K, Avikainen VJ, Böstman OM. Population based epidemiologic and morphologic study of femoral shaft fracture. Clin Orthop Relat Res 2000;372:241-9.
- [6] Singer BR, McLauchlan GJ, Robinson CM, Christie J. Epidemiology of fractures in 15 000 adults: the influence of age and gender. J Bone Joint Surg Br 1998;80:243-8.
- [7] H Rouvière.Anatmoie humaine,descréptive,topographique et fonctionnelle- tome 3.1978 ; 262-269.
- [8] Si Saleh Hammoudi. Le cours d'anatomiell.Appareil locomoteur 2 : membres inférieurs.2008 ;34-36-38-40-42-44-172.
- [9] Michel Dufour.Anatomie de l'appareil locomoteur Tome I.membres inférieurs.2009 ;63- 65-67-69-71.
- [10] A bouchet, J Cuileret,atatomie topographique descréptive et fonctionelle. 1464-1465
- [11] Ahmed Mellal.Appareil pratique de l'anatomie humaine,appareil de ralation.2010 ;176- 181. [12] Richard L.Drak. Wayne Volg. Adam WM Mitchell. Gray's anatomie pour les étudiant.2007 ;517-523.
- [13] Tardieu C, Damsin J. Evolution of the angle of obliquity of the femoral diaphysis during growth - correlations. Surg Radiol Anat 1997;19:91-7.

- [14] Egol K, Chang E, Cvitkovic J, Kummer F, Koval K. Mismatch of current intramedullary nails with the anterior bow of the femur. *J Orthop Trauma* 2004;18:410–5.
- [15] Zuber K, Schneider E, Eulenberger J, Perren S. Shape and dimension of the femoral cavity with regard to fit of intramedullary implants. *Unfallchirurg* 1988;91:314–9.
- [16] Poitout D. Propriétés mécaniques du tissu osseux. Applications anatomo-cliniques. In: Poitout D, editor. *Biomécanique orthopédique*. Paris: Masson; 1987. p. 330–5.
- [17] Stein M, Thomas C, Feik S, Wark J, Clement J. Bone size and mechanics at the femoral diaphysis across age and sex. *J Biomech* 1998; 31:1101–10.
- [18] Frost H. On our age-related bone loss: insights from a new paradigm. *J Bone Miner Res* 1997;12:1539–46.
- [19] Burr D. Muscle strength, bone mass, and age-related bone loss. *J Bone Miner Res* 1997;12:1547–51.
- [20] Ronald McRAE. MAX Esser. *Prise en charge des fractures*. 2010 ;26–27–324–343.
- [21] YOUMACHEV *Traumatologie et orthopédie*. Editions Mir, Moscou, 3ème édition, p. 94– 107.
- [22] Winqvist RA, Hansen Jr. ST. Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. *Orthop Clin North Am* 1980;11633–48.
- [23] Winqvist RA, Hansen Jr. ST, Clawson DK. Closed intramedullary nailing of femoral fractures: a report of 520 cases. *J Bone Joint SurgAm* 1984;66:529–39.
- [24] Muller ME, Nazarian S, Koch P. *Classification AO des fractures*. Berlin: SpringerVerlag; 1987.
- [25] Bonneville P. Fracture récente de la diaphyse fémorale de l'adulte. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOTn°82. Conférences d'enseignement*. Paris: Elsevier; 2003. p. 105–22.

- [26] Tshene H, Gotzen L. fracture with soft tissue injuries. Berlin: Springer-Verlag. 1984; 85:43–65.
- [27] Indiamanitohna D. Les fractures diaphysaires des membres inférieurs chez l'adulte. Thèse de doctorat en médecine. Antananarivo (Madagascar) 2012.
- [28] Duparc J, Boulez P. traitement of fractures of the leg, surgery, mémoires académie de chirurgie 1957 ; 25–26.
- [29] Gustilo PB, Anderson JT. prévention of infection in the treatment of thousand and twentyfive open fractures of long bones: retrospective and prospective analyse. the journal of bone and joint surgery américain volum. 1976; 58(4):53–8.
- [30] Duparc R, Mendoza RM, William JN. Problems in the management of type III severe open fractures. A new classification of type III open fractures. J. trauma. 1984; 24: 742–46
- [31] Salminen ST, Pilhajamäki HK, Avikainen VJ, Kyrö A, Böstman OM. Specific features associated with femoral shaft fractures caused by lowenergy trauma. J Trauma 1997; 43:117– [22].
- [32] Bonneville P, Laques D, Fabre P, Mansat P, Rongières M, Bellumore Y, et al. Fractures diaphysaires fémorales au-delà de 70 ans. Intérêts de l'enclouage centromédullaire par clou de Grosse et Kempf ou gamma long. Rev Chir Orthop 2002; 88:41–50.
- [33] Bonomet F, Clavert P, Cognet JM, Tardieu C, Damsin J. Evolution of the angle of obliquity of the femoral diaphysis during growth–correlations. Surg. Radiol. anat. 1997; 19:91–7.
- [34]] Bulger EM, Smith DG, Ronald V, Jurkovich GJ. Fat embolism syndrome: a 1–year review. Arch Surg 1997; 132:435–9.
- [35] SIMON P., FORTURATO N. Complication de l'enclouage centro–médullaire du fémur en fonction de la fracture. Rev. chir. orth. 2005, 91, p. 170–172.

- [36] YOUMACHEV Traumatologie et orthopédie. Editions Mir, Moscou, 3ème édition, p. 292–295.
- [37] HERGINOU Ph., BEAUJEAN F. Moelle osseuse de patients présentant une pseudarthrose. Rev. Chir orth. 1997, 83, p.33–40.
- [38] Lieurance R, Benjamin JB, Rappaport WD. Blood loss and transfusion in patients with isolated femur fractures. J Orthop Trauma 1992;6: 175–9.
- [39] Ostrum RF, Verghese GB, Santner TJ. The lack of association between femoral shaft fractures and hypotensive shock. J Orthop Trauma 1993;7:338–42.
- [40] Bonneville P. Fracture récente de la diaphyse fémorale de l'adulte. In: Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n°82. Conférences d'enseignement. Paris: Elsevier; 2003. p. 105–22.
- [41] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of 125 open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. J Bone Joint Surg Am 1976;58:453–68.
- [42] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. J Trauma 1984;24:742–6.
- [43] Tejan J, Lindsey R. Management of civilian gunshot injuries of the femur. A review of the literature. Injury 1998;29:18–22.
- [44] Versier G, Ollat D. Blessures des membres et du rachis par projectiles. Encycl Méd Chir (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14–032–A–10, 2005 : 10p.
- [45] Starr AJ, Hunt JL, Reinert CM. Treatment of femur fracture with associated vascular injury. J Trauma 1996;40:17–21.
- [46] Abou-Sayed H, Berger DL. Blunt lower-extremity trauma and popliteal artery injuries: revisiting the case for selective arteriography. Arch Surg 2002;137:585–9.

- [47] Kluger Y, Gonze PD, DiChritiana DG, Townsend RN, Raves JJ, Young JC, et al. Blunt vascular injury associated with closed mid-shaft femur fracture: a plea for concern. *J Trauma* 1994;36:222-5.
- [48] Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen Jr. ST. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma* 1990;30:568-72.
- [49] Dajani OM, Haddad FF, Hajj HA, Sfeir RE, Khoury GS. Injury of the femoral vesselsthe Lebanese War experience. *Eur J Vasc Surg* 1988; 5:293-6.
- [50] Takami H, Takahashi S, Ando M. Sciatic nerve injury associated with fracture of the femoral shaft. *Arch Orthop Trauma Surg* 1999;119: 103-4.
- [51] Kline DG, Kim D, Midha R, Harsh C, Tier R. Management and results of sciatic nerve injuries: a 24-year experience. *Neurosurg* 1998;89:13-23.
- [52] Wu CC, Shih CH. Simultaneous bilateral fracture femoral shaft fractures. *J Trauma* 1992;32:289-92.
- [53] Nork SE, Agel J, Russell GV, Mills WJ, Holt S, Chip Routt ML. Mortality after reamed intramedullary nailing of bilateral femur fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2003;415:272-8.
- [54] Liebergall M, Lowe J, WhitelawGP, Wtetzler MJ, Segal D.The floating hip. Ipsi lateral pelvic and femoral fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74:93-100.
- [55] Muller ME, Nazarian S, Koch P. Classification AO des fractures. Berlin: SpringerVerlag; 1987.
- [56] Wolinski PR, Johnson KD. Ipsilateral femoral neck and shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1995;318:81-90.
- [57] Hung SH, Hsu CY, Hsu SF, Huang PJ, Cheng YM, Chang JK, et al. Surgical treatment for ipsilateral fractures of the hip and femoral shaft. *Injury* 2004;35:165-9.

- [58] Alho A. Concurrent ipsilateral fractures of the hip and femoral shaft: a meta-analysis of 659 cases. *Acta Orthop Scand* 1996;67:19–28.
- [59] Laplace C, Duranteau J, Court C, Sales JP, Nordin JY. Polytraumatisme de l'adulte. Stratégie de la prise en charge hospitalière. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie- Traumatologie*, 14-033-A-10, 2001 : 14p.
- [60] Bulger EM, Smith DG, Ronald V, Jurkovich GJ. Fat embolism syndrome: a 1-year review. *Arch Surg* 1997;132:435–9.
- [61] Mellor A, Soni N. Fat embolism. *Anaesthesia* 2001;56:145–54.
- [62] Robinson CM. Current concepts of respiratory insufficiency syndromes after fracture. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:781–91.
- [63] Gitin TA, Seidel T, Cera PJ, Glidewel OJ, Smith PL. Pulmonary microvascular fat: the significance? *Crit Care Med* 1970;10:273–86.
- [64] Barré J, Lepouse C, Segal P. Embolies et chirurgie fémorale intramédullaire. *Rev Chir Orthop* 1997;83:9–21.
- [65] Pell AC, Christie J, Keating JF, Sutherland GR. The detection of fat embolism by transoesophageal echocardiography during reamed intramedullary nailing. A study of 24 patients with femoral and tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75:921–5.
- [66] Christie J, Robinson CM, PellAC, McBirnie J, Burnett R. Transcardiac echocardiography during invasive intramedullary procedures. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:450–5.
- [67] Rogers FB. Venous thromboembolism in trauma patients: a review. *Surgery* 2001;130:1– 2.
- [68] Gearhart MM, Luchette FA, Proctor MC, Lutomski DM, Witsken C, James L, et al. The risk assessment profile score identifies trauma patients at risk for deep vein thrombosis. *Surgery* 2000;128:631–7.

- [69] Knudson MM, Ikossi DG, Khaw L, Morabito D, Speetzen LS. Thromboembolism after trauma. An analysis of 1 602 episodes from the American College of Surgeons National Trauma Data Bank. *Ann Surg* 2004;240:490–6.
- [70] Geerts HG, Code KI, Jay RM, Chen E, Szalai JP. A prospective study of venous thromboembolism after major trauma. *N Engl J Med* 1994;331: 1601–6.
- [71] Migaud H, Senneville E, Gougeon F, Marchetti E, Amzallag M, Laffargue P. Risque infectieux en chirurgie orthopédique. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie– Traumatologie, 44-005, 2005 : 16p.*
- [72] Papia G, McLellan BA, El-Helou P, Louie M, Rachlis A, Szalai P, et al. Infection in hospitalized patients: incidence, risk factors and complications. *J Trauma* 1999;27:923–7.
- [73] Shirtliff ME, Mader JT. Acute septic arthritis. *Clin Microbiol Rev* 2002;15: 527–44.
- [74] Gristina AG, Naylor PT, Myrvik QN. Mechanisms of musculoskeletal sepsis. *Orthop Clin North America* 1990;22:363–71.
- [75] Zimmerli WF, Lew PD, Waldvogel FA. Pathogenesis of foreign body infection. Evidence for a local granulocyte defect. *J Clin Invest* 1984;73:1191–200.
- [76] Gristina AG, Costerton JW. Bacterial adherence to biomaterials and tissue. The significance of its role in clinical sepsis. *J Bone Joint Surg* 1985;67–A:264–73. BIBL
- [77] Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 1999;284:1318–22.
- [78] Stewart PS, Costerton JW. Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. *Lancet* 2001;358:135–8.
- [79] Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 1999;284:1318–22.

- [80] Stewart PS, Costerton JW. Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. *Lancet* 2001;358:135
- [81] Thomas P Rüedi, Richard E Buckley, Christopher G Moran, *AO principles of fracture management, volume 1-Principles.*
- [82] Elizabeth G. Loba, Gary S. Beaupré, Dennis R. Carter, *Mechanobiology of initial pseudarthrosis formation with oblique fractures, Journal of Orthopaedic Research* (2001), 19, 1067–1072.
- [83] Joseph R. Lynch, MD, Lisa A. Taitzman, MD, MPH, David P. Barei, MD, Sean E. Nork, MD, *Femoral nonunion: risk factors and treatment options, Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* (2008);16:88–97.
- [84] Roger M. Atkins, *Principles of management of septic non-union of fracture, Injury, Int. J. Care Injured* (2007);38S :S23–S32.
- [85] Megas Panagiotis, *Classification of non-union, Injury, Int. J. Care Injured* (2005), 36S, S30–S37. 7. Megas Panagiotis, *Classification of non-union, Injury, Int. J. Care Injured* (2005), 36S, S30–S37.
- [86] Peter V. Giannoudis and Roger Atkins, *Management of long-bone non-unions, Injury, Int. J. Care Injured* (2007);38S :S1–S2.
- [87]] Alho A. *Concurrent ipsilateral fractures of the hip and femoral shaft: a meta-analysis of 659 cases. Acta Orthop Scand* 1996;67:19–28.
- [88] Bonneville P, Andrieu S, Bellumore Y, Challé JJ, Rongièrès M, Mansat M. *Troubles torsionnels et inégalités de longueur après enclouage. Évaluation par scanner de 189 fractures. Rev Chir Orthop* 1998;84:397–410.
- [89] Dodenhoff RM, Dainton JN, Hutchins PM. *Proximal thigh pain after femoral nailing. J Bone Joint Surg Br* 1997;78:738–41.
- [90] Hernigou P, Karray M, Nouisri L. *Ostéonécrose de la tête fémorale après enclouage de la diaphyse fémorale chez l'adulte. Rev Chir Orthop* 1995;81:622–5.

- [91] Jouffroy P, Judet T. Libération de l'appareil extenseur selon Judet pour raideur sévère du genou en extension. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie*, 44–840, 2000 : 6.
- [92] Kuntscher G . *praxis der murknagelurg in : schattauer FKed .springer verlag,1962*
- [93] Zeffevre CH, les complications locales et générales des enclouages percutanés .in : *monographie des cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 62. Paris.*
- [94] MOYIKOUA A., BOUITY–BUANG J.–C., PENA–PITRA B. Complications mécaniques post-opératoires des ostéosynthèses du membre inférieur. *Médecine d'Afrique noire*, 1993, 40 (8/9).
- [95] FERON J.–M., SIGNORET F. *Voie d'abord du fémur. Editions techniques E.M.C. (ParisFrance). Techniques chirurgicales orthopédie–traumatologie 44–700, 1994, 8 p.*
- [96] Kempf I, Pidhorz L. Enclouage des fractures de la diaphyse fémorale. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie*, 44–705, 2000 : 6p.
- [97] Frölke JP, Bakker FC, Patka P, Haarman HJ. Reaming debris in osteotomized sheep tibiae. *J Trauma* 2001;50:65–70.
- [98] Babis GC, Papagelopoulos PJ, Tsarouchas J, Zoubos AB, Sapkas G, Pantazopoulos T. Fixation of femoral shaft fractures with a flexible bundle–type nail. *Clin Orthop Relat Res* 2000;380:226–33.
- [99] Anastopoulos G, Tsoutsanis A, Papaeliou A, Hatzistamatiou K, Babis G, Assimakopoulos A. The Marchetti–Vicenzi elastic locked nail for the treatment of femoral shaft fractures: a review of 100 consecutive cases. *Injury* 2001;32:307–12.
- [100] Kempf I, Grosse A, Lafforgue D. L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs. *Rev Chir Orthop* 1978;64: 635–51.

- [101] Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:709–20.
- [102] Brumback RJ. The rationales of interlocking nailing of the femur, tibia and humerus; an overview. *Clin Orthop Relat Res* 1996;324:292–320.
- [103] Wolinski PR, McCarty E, Shyr Y, Johnson K. Reamed intramedullary nailing of the femur: 551 cases. *J Trauma* 1999;46:392–9.
- [104] Moed BR, Watson JT. Retrograde intramedullary nailing, without reaming, of fractures of the femoral shaft in multiply injured patients. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:1520–7.
- [105] Grosse A, Christie J, Taglang G, Court-Brown C, McQueen M. Open adult femoral shaft fracture treated by early intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75:562–5.
- [106] Baixauli Sr. F, Baixauli EJ, Sanchez-Alepuz E, Baixauli Jr. F. Interlocked intramedullary nailing for treatment of open femoral shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1998;350:67–73.
- [107] Williams MM, Askins V, Hinckes EW, Zych GA. Primary reamed intramedullary nailing of open femoral shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1995;318:182–90.
- [108] Helfet DL, Lorich DG. Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femoral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1998;350:80–4.
- [109] Rodriguez Alvarez J, Casteleiro Gonzolez C, Laguna Aranda R, Ferrer Blanco M, Cuervo Dehesa M. Indications for use of the long Gamma nail. *Clin Orthop Relat Res* 1998;350:62–6.
- [110] Sehat K, Baker RP, Pattison G, Price R, Harries WJ, Chesser TJ. The use of long Gamma nail in proximal femoral fractures. *Injury* 2005;36: 1350–4.

- [111] Giannoudis PV, Pape HC, Cohen AP, Krettek C, Smith RM. Systemic effect of femoral nailing. From Küntscher to the immune reactivity era. *Clin Orthop Relat Res* 2002;404:378– 86.
- [112] Copeland CE, Mitchell KA, Brumback RJ, Gens DR, Burgess AR. Mortality in patients with bilateral femoral fractures. *J Orthop Trauma* 1998;12:312–5.
- [113] Nork SE, Agel J, Russell GV, Mills WJ, Holt S, Chip Routt ML. Mortality after reamed intramedullary nailing of bilateral femur fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2003;415:2
- [114] Leunig M, Hertel R. Thermal necrosis after tibial reaming for intramedullary nail fixation. A report of 3 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:584–7.
- [115] Abbas D, Faisal M, Butt MS. Unreamed femoral nailing. *Injury* 2000; 31:711–7.
- [116] Herscovici D, Ricci WM, McAndrews P, DiPasquale T, Sandres R. Treatment of femoral shaft fracture using unreamed interlocked nails. *J Orthop Trauma* 2000;14:10–4.
- [117] Neudeck F, Obertacke U, Wozasek G, Thurnher M, Schlag G, Schmit-Neuerburg KP. Pathologic consequences of various osteosynthesis procedures in polytrauma patients. Part I: Experimental studies of intramedullary pressure development in reamed and unreamed intramedullary nailing and plate osteosynthesis of the femur. *Aktuelle Traumatol* 1994;24:114–20
- [118] Kropfl A, Davies J, Berger U, Hertz H, Schlag G. Intramedullary pressure and bone marrow fat extravasation in reamed and unreamed femoral nailing. *J Orthop Res* 1999;17:261–8.
- [119] Forster MC, Aster AS, Ahmed S. Reaming during anterograde femoral nailing: is it worth it? *Injury* 2005;36:445–6.
- [120] Wozacek GE, Simon P, Redl H, Schlag G. Intramedullary pressure changes and fat intravasation during intramedullary nailing. An experimental study in sheep. *J Trauma* 1994;36:202–7.

- [121] Anwar IA, Battistella FD, Neiman R, Olson SA, Chapman MW, Moehring HD. Femur fractures and lung complications. A prospective randomized study of reaming. *Clin Orthop Relat Res* 2004;422:71–6.
- [122] Bone LB, Anders MJ, Rohrbacher BJ. Treatment of femoral fractures in the multiply injured patient with thoracic injury. *Clin Orthop Relat Res* 1998;347:57–61.
- [123] Moed BR, Watson JT, Cramer KE. Unreamed retrograde intramedullary nailing fractures of the femoral shaft. *J Orthop Trauma* 1998; 12:334–42.
- [124] Krupp RJ, Malkani AL, Goodin RA, Voor MJ. Optimal entry point for retrograde femoral nailing. *J Orthop Trauma* 2003;17:100–5.
- [125] Ricci WM, Bellabarba C, Lewis R, Evanoff B, Herscovici D, DiPasquale T, et al. Angular malalignment after intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2001;15:90–5.
- [126] Jaarsma RL, Pakvis DF, Verdonschot N, Biert J, van Kampen A. Rotational malalignment after intramedullary nailing of femoral fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:403–9.
- [127] Herscovici Jr. D, Whiteman KW. Retrograde nailing of the femur using intercondylar approach. *Clin Orthop Relat Res* 1996;332:742–6.
- [128] Pell AC, Christie J, Keating JF, Sutherland GR. The detection of fat embolism by transesophageal echocardiography during reamed intramedullary nailing. A study of 24 patients with femoral and tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1993 ; 75 : 921–925*
- [129] Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d'ostéosynthèse. Vis et plaques. *Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11.*

- [130] Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willneger H. Manual of internal fixation (2nd ed). Berlin : Springer-Verlag, 1979
- [131] Geissler WB, Powell TE, Blickenstaff KR, Savoie FH. Compression plating of acute femoral shaft fractures. Orthopedics 1995 ; 18 : 655-660
- [132] Merle d'Aubigné R, Ramadier JO, Timal R. La voie d'abord postéro-externe dans la chirurgie du fémur (étude anatomique et technique opératoire). Rev Chir Orthop 1952;38: 119-136
- [133] Geissler WB, Powell TE, Blickenstaff KR, Savoie FH. Compression plating of acute femoral shaft fractures. Orthopedics 1995 ; 18 : 655-660
- [134] Geert A. Buijze, MD, Shawn Richardson, BA, and Jesse B. Jupiter, MD, Successful reconstruction for complex malunions and nonunions of the tibia and femur, The Journal of Bone and Joint Surgery (2011), 93, 485-92. REZZOUKI K. Prise en charge chirurgicale des fractures de la diaphyse fémorale chez
- [135] l'adulte, these medicine, Marrakeche 2011. KONE J, ECM dans les fractures diaphysaire du fémur à l'infermerie-Hopital de Kati
- [136] propos de 33 cas , Thèse medecine, Bamako, 2008. DIEUDONNE DJ, prise en charge des fracture de l diaphyse fémorale chez l'adulte
- [137] Thèse médecine, Rwanda 2008. TRAORE M , TRT chirurgicale des fractures de la diaphyse fémorale
- [138] Kati, Bamako, 2014. BOREL J.C., DUJARDIN F., THOMINE J.M. Enclouage verrouillé des fractures
- [139] complexes de la diaphyse fémorale de l'adulte : A propos de 68 cas. Rev Chir Orthop., 1993, 79 : 553-564. POITOUT d. Propriétés mécaniques du tissu osseux. Applications anatomo-cliniques
- [140] Paris : Masson 1987 ; 330-5. CSERATI P, FEKETE K, BERGLUND-RODEN M. et Al. Hip fractures in Hungary

- [142] and Sweden- differences in treatment and rehabilitation. *Int Orthop* 2002;26:222-228. BOEREBOOM FT, DE GROOTE RR, RAYMAKERS JA. et Al. The incidence of hip
- [143] fractures in The Netherlands. *Neth J Med* 1991; 38:51-58. MALIK MH. HARWOOD P. DIGGLE P. KHAN SA.
- [144] infection and nonunion in intramedullarnailing. *J bone joint sur Br*2004;86:556-60.
- [145] Intramedullar nailing for open fractures the femoral shaft: evaluation of the contributing factors on deep infection and nonunion using multivariate analysis. *Injury* 2005;36:1085-93 JENNY JY. JENNY G. KEMPF I. Infection after reamed intramedullar nailingof lower
- [146] limb fractures: a review of 1464 cases over 15 years. *Acta orth scand* 1994;65:94-6. GEERTS HG. CODE KI. JAY RM. CHEN E. SZALAI JP.
- [147] venous thromboembolism after major trauma. *N engl j med*1994;331:1601-6. KEMPF I., GROSS A., TAGLANG G. L'enclouage centro-médullaire avec verrouillage
- [148] des fractures récentes du fémur et tibia (A propos de 835 cas). *Chirurgie* 1991, 117 : 478-87 . MAGREL F, WYSS A, BRUNER C, BINDER W. Plate osteosynthesis of femoral
- [149] shaft fractures in adults, a follow up study. *Clin orth*1979;138:62-73. GROSSE A., CHRISTIE J., TAGLANG G. Open adult femoral shaft fracture treated
- [150] by intramedullary nailing. *J. Bone Joint. Surg.*, 1993, 75B, 4 : 562-565.
- [151] ESSADKI B, LAMINE A, MOUJTAHID M, NECHAD M, KHISSI D, ZRYOUL B. Les complications mécaniques aseptiques des fractures de la diaphysefémorale traitées par plaque vissés. *Acta ortho belg* vol66-1-2000.

Bibliographie des figures :

- [1] : <https://edliducde.gq/4559>. Actualisation 2018 des recommandations françaises de la revue du rhumatisme 85 (2018) 428-440 et du traitement de fractures de la diaphyse fémorale.
- [2] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89piphyse>. WIKIPEDIA.
- [3] : <https://www.espace-musculation.com/anatomie/>. Anatomie générale du corps humain : squelette et muscles.
- [4] : <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/anatomie/membre-inferieur,-un-extrait-du-grays-anatomie-les-fondamentaux>. Un extrait du Gray's Anatomie - Les fondamentaux.
- [5] : RICHARD L. DRAKE, WAYNE VOGL, ADAM W.M.MITCHELL. Gray's Anatomie pour les étudiants. Edition française 2006
- [6] : <https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/faq/21771-os-definition>. santé de médecine
- [7] : <http://chirurgie-orthopedie-agen.com/hanche/la-hanche-normale/>.
- [8] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [9] : http://www.anat-jg.com/Membre_pelvien/mcuisse/cuisse.pdf.
- [10] : <http://www.reathletic.fr/re-athletisation/>.
- [11] : <http://eamtetvfjh.simplesite.com/441409045>.
- [12] : <https://www.fichier-pdf.fr/2017/09/12/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter.pdf>. Atlas Anatomie.
- [13] : <https://www.fichier-pdf.fr/2017/09/12/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter.pdf>. Atlas Anatomie.
- [14] : <https://docplayer.fr/53947413-Dr-hamzaoui-laboratoire-d-anatomie-faculte-de-medecine-de-blida.html>.

- [15] : <https://www.fichier-pdf.fr/2017/09/12/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter.pdf>. Atlas Anatomie.
- [16] : <https://www.fichier-pdf.fr/2017/09/12/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter/atlas-d-anatomie-humaine-1-fr-frank-h-netter.pdf>. Atlas Anatomie.
- [17] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [18] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [19] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [20] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [21] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [22] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [23] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [24] : DocPlayer.fr
- [25] : DocPlayer.fr
- [26] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [27] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [28] : DocPlayer.fr
- [29] : Service de traumatologie de l'Hôpital militaire.
- [30] : Service de traumatologie de l'Hôpital militaire.
- [31] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.

- [32] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [33] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [34] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [35] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [36] : Mémoire de fin de cycle de Dr. HADDAB Sonia.
- [37] : Mémoire de fin de cycle de Dr. BENSAIDOUNE Malika.
- [38] : Mémoire de fin de cycle de Dr. BENSAIDOUNE Malika.
- [39] : Mémoire de fin de cycle de Dr. BENSAIDOUNE Malika.
- [40] : Mémoire de fin de cycle de Dr. BENSAIDOUNE Malika.
- [41] : Mémoire de fin de cycle de Dr. BENSAIDOUNE Malika.
- [42] : Mémoire de fin de cycle de Dr. BENSAIDOUNE Malika.
- [43] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10.
- [44] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10.
- [45] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10.
- [46] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10.
- [47] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10.
- [48] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10.
- [49] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10.
- [50] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC
2009;31- 030-G-10

- [51] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [52] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [53] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [54] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [55] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [56] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [57] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [58] : DOSCH J , MOSER , DUPUIS M-G.,Fracture de la diaphyse fémorale.EMC 2009;31- 030-G-10.
- [59] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J.Matériel d'ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir(Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-015-B, 1995 : 1-11.
- [60] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J.Matériel d'ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir(Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-015-B, 1995 : 1-11.
- [61] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J.Matériel d'ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir(Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS,

- Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11.
- [62] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d’ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11.
- [63] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d’ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11.
- [64] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d’ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11.
- [65] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d’ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11. Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d’ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11.
- [66] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d’ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44–015–B, 1995 : 1–11.
- [67] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d’ostéosynthèse. Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS,

Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44-015-B, 1995 :
1-11.

[68] : Meyrueis JP, Cazenave A, Zimmermann R, Meyrueis J. Matériel d'ostéosynthèse.
Vis et plaques. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS,
Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, 44-015-B, 1995 :
1-11.

