

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Bejaia

Faculté de Médecine de Bejaia



Thèse présentée à la Faculté de médecine de l'université de Bejaia par le

Docteur Ahmed Chahine Toulbi, Maître assistant en chirurgie

orthopédique et traumatologique, pour l'obtention du grade de Docteur

d'Etat en Sciences Médicales

L'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des os longs des membres inférieurs chez l'adulte

Devant un jury composé du:

- **Président : Professeur Hamdaoui (Faculté de médecine de l'université d'Alger I)**
- **Membres :**
 - **Professeure Nassima Meziani (Faculté de médecine de l'université d'Alger I)**
 - **Professeur Said Medjani (Faculté de médecine de l'université de Tizi-Ouzou)**
 - **Professeur Rachid Nemmar (Faculté de médecine de l'université d'Alger I)**
 - **Professeur agrégé Nadir Mehdi (Faculté de médecine de l'université de Bejaia)**

Sous la direction du Professeur Zoubir Kara : Professeur de chirurgie orthopédique et de traumatologie à la Faculté de médecine de l'Université d'Alger I, Clinique Bichat du centre hospitalo-universitaire de Mustapha-Pacha.

Année universitaire

2022-2023

*A la mémoire de mon cher père,
le professeur Nouredine Tualbi-Thaalibi
(1947-2022)*

**« L'âme illuminée d'intelligence et de sagesse de ses croyances,
Ulysse triomphe par son courage de toutes les épreuves qu'il
subit. Avec la liberté et la paix reconquises, il réalise auprès de
Penelope à Ithaque sa destinée humaine »**

« L'Amour du foyer et le service de la cité »

Poème d'Homère

REMECIEMENTS

A Monsieur le président du jury, le professeur Tahar Hamdaoui, professeur en chirurgie orthopédique, chef de service de chirurgie orthopédique et de traumatologie du centre hospitalo-universitaire de Douira (Alger-ouest)

Je le prie de trouver ici l'expression de ma haute considération pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'évaluer cette thèse et d'en présider le jury.

A Monsieur le professeur Zoubir Kara, professeur en chirurgie orthopédique, chef de service de chirurgie orthopédique et de traumatologie de la clinique Bichat du centre hospitalo-universitaire de Mustapha-Pacha (Alger-centre).

Je tiens à le remercier pour avoir bien voulu diriger cette recherche, pour ses qualités humaines et professionnelles, ses précieux conseils et ses encouragements.

A Madame la professeure Nassima Meziani, professeure en chirurgie orthopédique, chef de service de chirurgie orthopédique et de traumatologie du centre hospitalo-universitaire de Bab el Oued (Alger-centre)

Je tiens à lui exprimer mes sincères remerciements pour avoir accepté de prendre part au jury de soutenance. Avec ma reconnaissance pour ses engagements et ses marques de sympathie.

A Monsieur le professeur Said Medjani, professeur en chirurgie orthopédique, chef de service au centre hospitalo-universitaire de Tizi Ouzou

Qui me fait l'honneur de prendre part à ce jury et dont le travail de recherche fut pour moi une source d'inspiration. Qu'il reçoive l'expression de ma haute considération et de mon profond respect.

A Monsieur le professeur Rachid Nemmar, professeur des universités en chirurgie orthopédique, chef de la clinique Bichat du centre hospitalo-universitaire de Mustapha-Pacha (Alger-centre)

Je tiens à vous exprimer ma reconnaissance pour votre contribution et l'intérêt porté pour mon travail de recherche ainsi que votre implication, veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect et mes sincères remerciements.

A Monsieur le professeur Nadir Mahdi, Maître de conférences en chirurgie orthopédique, chef de service de la chirurgie orthopédique et de traumatologie du centre hospitalo-universitaire de Bejaia.

Auquel je tiens à exprimer mes remerciements pour avoir bien voulu accepter de prendre part à ce jury et d'évaluer mon travail.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de ce travail de recherche :

Monsieur le professeur Rédha Boubzari, professeur en réanimation-anesthésie, ancien chef de service de la réanimation-anesthésie du centre hospitalo-universitaire de Bejaia et doyen de la faculté de médecine de l'université de Bejaia ;

Monsieur le professeur Lotfi Boudjit, professeur en réanimation-anesthésie, vice-doyen chargé de la post-graduation à la faculté de médecine de l'université de Bejaia ;

Monsieur le professeur Idir Takbou, professeur en Neurochirurgie, ancien vice-doyen chargé de la post-graduation à la faculté de médecine de l'université de Bejaia ;

Monsieur le professeur Hocine Hocine, Maître de conférences en anatomie générale et chirurgien orthopédiste, ancien chef de service et ancien chef de département de la faculté de médecine de l'université de Bejaia ;

Madame la professeure Madina Arabe, maître de conférences en biochimie, pour son aide précieuse dans l'élaboration du volet statistique du travail de recherche.

Ma reconnaissance va également à mes confrères du service de chirurgie orthopédique et de traumatologie et du service de la réanimation médico-chirurgicale du CHU de Béjaïa, ainsi qu'à tous mes collègues paramédicaux, anesthésistes, infirmiers et instrumentistes, en particulier :

Monsieur le professeur Brahim Delloul et les docteurs Zoubir Azouz, Abdelghani Ait Moula, Tarik Ouahrani, Nawel Halliche, Amine Roha et Seif Eddine Khelifi ;

Monsieur Madjid Kertous, chef de l'unité paramédicale du service de chirurgie orthopédique et de traumatologie pour son soutien et ses encouragements ;

Monsieur El Hachemi Kaci, chef du bloc opératoire pour sa disponibilité et pour le matériel mis à ma disposition,

Messieurs Halim Mansouri, El yazid Dahmani, Faudil Bouaariche, Hakim Hassani, Noureddine Bessa, Salah Merghi, Nabil et Yanis, et Mesdames Ilhane Chaabane et Salima Mahdi.

Sans oublier mes amis :

Le docteur Ahmed Boutaleb, maître assistant en biochimie et chef de service du laboratoire du centre hospitalo-universitaire de Bejaia pour son soutien permanent.

Les docteurs Djilali Aouak et Maamar Belkacem, anciens maîtres assistants des hôpitaux d'Alger en chirurgie orthopédique pour leur aide et leurs précieux conseils.

Monsieur Hammadi Abderezzak, ingénieur d'études statistiques, pour le temps et l'énergie déployée dans la relecture de ce travail.

Monsieur Lotfi Meraoui, représentant de la boîte TP-informatique Hammedi Alger-est, pour son apport au travail d'impression de la thèse.

Je remercie enfin mon ami le docteur Mahdi Bensaid, chirurgien orthopédiste de la clinique Nedjma-Alger, pour les moments passés en compagnie du professeur Taglang et ses collaborateurs de l'école strasbourgeoise de l'enclouage centromédullaire que nous remercions pour les données statistiques fournies et l'empreint des illustrations affichées (AIOD, hôpitaux universitaires de Strasbourg, France, Décembre ; 2018).

DEDICACE

Je dédie ce travail de recherche à ma famille :

Tout d'abord à mon très cher défunt père, Monsieur le professeur Noureddine Toulbi-Thaalibi, professeur en psychologie clinique et sociale, ancien Recteur de l'université d'Alger, Président-fondateur de l'observatoire national des Droits de l'Homme et représentant de l'Algérie aux conseils exécutifs de l'Unesco, de l'Alecso et de l'Isesco, pour les valeurs qu'il m'a inculquées et les connaissances qu'il m'a transmises. Sans oublier les conseils prolifiques reçus et son aide dans l'élaboration de ce manuscrit. Je ne cesserai de lui témoigner ma gratitude, ma reconnaissance et ma profonde affection.

A ma chère mère Madame la professeure Radia Toulbi, professeure en psychologie clinique et sociale pour son amour, son soutien indéfectible et ses encouragements. Qu'elle puisse trouver dans ce travail le témoignage de ma reconnaissance et de ma profonde affection.

A mon épouse Madame la professeure Leila Azouaou Toulbi, professeure en Néphrologie, chef de l'unité d'hémodialyse du centre hospitalo-universitaire de Parnet (Alger-est) et directrice du laboratoire du Stress oxydant, rein et complications (SORC) à l'université d'Alger 1, pour sa patience et son dévouement. Je tiens à lui témoigner mon affection et ma reconnaissance.

A mes très chères enfants Sophia Nadine et Chahinez Mathilda auxquelles je tiens à exprimer ici mon affection.

A mes frères et leurs familles, Monsieur Raouf Toulbi, docteur en médecine dentaire, spécialiste en implantologie, et Monsieur Issam Toulbi, professeur en droit public et directeur de la chaire Unesco Emir Abdelkader pour les Droits de l'Homme et la Culture de Paix de l'université d'Alger 1 pour leur disponibilité et leurs encouragements permanents.

TABLE DES MATIERES

PEMIERE PARTIE

ETUDE THEORIQUE

I- INTRODUCTION GENERALE

1- Introduction	1
2- Problématique	10

II- HISTORIQUE DE L'ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE

1- Histoire de l'enclouage centromédullaire	12
---	----

III- DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTES PATHOLOGIES DES MEMBRES INFÉRIEURS ET INDICATIONS DE L'ENCLOUAGE CENTROMÉDULLAIRE

1- Définition des fractures des os longs (diaphysaire) des membres inférieurs	22
1-1- Fractures de la diaphyse fémorale	22
1-2- Fracture diaphysaire du tibia	23
1-3- Variété des fractures des os longs	24

IV- ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE

1-Épidémiologie et incidence des traumatismes sur les fractures des os longs du membre inférieur	29
--	----

V- ANATOMIE DU MEMBRE INFERIEUR

A- Ostéologie du membre inférieur	33
1- Fémur	33
2-Tibia.....	43
B- Elémentsvasculo-nerveux du membre inférieur.....	52
1- Réseau artériel.....	52
2- Nerfs.....	57

VI- BIOMECHANIQUE

1- Étude biomécanique des os longs du membre inférieur.....	67
2-Etude biomécanique des clous centromédullaires dans les fractures des os longs des membres inférieurs	77

VIII-ETUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE DES FRACTURES DS OS

LONGS DU MEMBRE INFERIEUR

A-Fractures de la diaphyse fémorale.....	84
B-Fractures de jambes.....	96

IX-ETUDE CLINIQUE ET RADIOLOGIQUE

I- Étude clinique des fractures des os longs du mebre inférieur.....	105
1- Diagnostic clinique.....	105
1-1- Bilan clinique.....	105
1-1-1- Sur les lieux de l'accident.....	105
1-1-2- En milieu hospitalier.....	105
1- Examen clinique.....	106
1-1- Examen de l'état général.....	106
1-2- Examen de l'appareil locomoteur.....	106
1-2-1 Au niveau local.....	106
A- Inspection.....	107
B- Palpation.....	107
1-2-2- Au niveau loco-régional.....	107
1-2- Bilan radiologique.....	108

X- TRAITEMENT DES FRACTURES DES OS DU MEMBRE INFÉRIEUR

I- Traitement des fractures des os du membre inférieur	111
1-Principes de l'enclouage centromédullaire verrouillé.....	111
1-1- Principes mécaniques.....	111
1-2- Principes biologiques.....	111
2- Buts.....	111
3- Indications.....	112
4- Technique chirurgicale.....	112
4-1- Installation et réduction.....	113
4-2- Incision et point d'entrée.....	118
A- Abord du Fémur.....	118
B- Abord du Tibia.....	118
4-3- Alésage du canal médullaire.....	121
4-3-1- But de l'alésage intra-médullaire.....	122

4-4- Choix du clou.....	123
4-5- Introduction du clou.....	124
4-6- Verrouillage du clou.....	125
4-6-1- Verrouillage proximal.....	125
4-6-2- Verrouillage distal.....	126
4-7- Fermeture.....	129
4-8- Soins post-opératoires.....	130

XI- COMPLICATIONS DE L'ENCLOUAGE CENTROMÉDULLAIRE VERROUILLE

I- Complications de l'enclouage centromédullaire verrouillé.....	131
A- Complications liées à la technique chirurgicale.....	131
B- Complications post-opératoires précoces.....	133
1- Choc hypovolémique.....	133
2- Embolie graisseuse.....	133
3- Gangrène gazeuse.....	134
4- Maladie thromboembolique veineuse (TVP)	134
5- Syndrome des loges.....	135
C- Complications post-opératoires secondaires.....	136
1- Pseudarthrose.....	137
2- Douleurs articulaires.....	137
3- Cals vicieux.....	138

DEUXIEME PARTIE

ETUDE PRATIQUE

I- MATÉRIELS ET MÉTHODES

I- Matériels et méthodes.....	140
1- Matériels.....	140
2- Méthodes.....	141
A- Objectifs de l'étude.....	142
1- Objectifs principaux.....	142
2- Objectifs secondaires.....	142
B- Critères d'inclusion.....	143
C- Critères d'exclusion.....	143

II- RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

1- Données épidémiologiques des patients des deux séries de l'étude.....	145
1-1- Caractéristiques générales de la population malade	145
1-1-1- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon le sexe.....	146
1-1-2- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon la moyenne d'âge, le poids et la taille.....	147
1-1-3- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon le côté du membre atteint.....	148
1-1-4- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon les circonstances de survenue des fractures (mécanisme)	149
2- Données cliniques des patients des deux séries de l'étude.....	150
2-1- Délai moyen entre la survenue du traumatisme et le début de l'acte opératoire ..	150
2-2- Diagnostic clinique.....	150
2-2-1- Interrogatoire.....	150
2-2-2- Signes fonctionnels.....	151
2-2-3- Signes physiques.....	151
2-2-4- Lésions associées aux fractures des os longs des membres inférieurs	152
3- Données radiologiques des patients des deux séries de l'étude.....	153
3-1- Bilan radiologique.....	153

II-1- Résultats obtenus après enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de la diaphyse fémorale (patients de la première série).....	154
1- Données radiologiques.....	154
1-1- Siege des fractures de la diaphyse fémorales.....	154
1-2- Type anatomopathologiques des fractures de la diaphyse fémorale.....	155
1-3-Lésions osseuses associées aux fractures de la diaphyse fémorales (patients polytraumatisés de la première série de l'étude)	157
1-4- Pseudarthrose aseptique de la diaphyse fémorale secondaire à une ostéosynthèse par plaque vissée.....	158
1-5- Fractures pathologiques d'origine tumorale de la diaphyse fémorale.....	159
1-6- Fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures du col fémoral (fractures étagées des patients de la première série de l'étude)	159
2- Données thérapeutiques des patients de la première série de l'étude.....	160
2-1- Bilan pré-opératoire.....	160
2-2- Programmation de l'intervention chirurgicale pour les patients de la première série de l'étude.....	161
2-3- Installation au bloc opératoire des patients de la première série de l'étude.....	163
2-4- Technique opératoire employée.....	163
2-4-1- Réduction des foyers de fractures en pré opératoire.....	163
2-4-2- Incisions pratiquées.....	164
2-4-3- Alésage intra-médullaire après introduction du guide clou.....	165
2-4-4- Implants utilisés dans les fractures de la diaphyse fémorale.....	166
2-4-5- Modèles d'implants utilisés dans les fractures du fémur.....	167
2-4-6- Type de verrouillage fémoral.....	167
2-5- Transfusion des patients de la première série de l'étude.....	168
2-6- Durée moyenne d'un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures Fémorales.....	168
2-7- Durée moyen d'irradiation durant un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé du fémur.....	169
3- Suivi thérapeutique post-opératoire des patients de la première série de l'étude.....	169
3-1- Drainage.....	169
3-2- Soins prodigués.....	169
3-3- Protocole thérapeutique.....	170

3-3-1- Antibiotiques et prophylaxie associée.....	170
3-4- Soins locaux.....	170
3-4-1- Pansements.....	170
3-5- Durée moyenne du séjour hospitalier des patients de la première série de l'étude.....	170
3-6- Médecine physique et réadaptation fonctionnelle.....	171
3-7- Durée moyenne de la reprise partielle de l'appui pour les patients de la première série de l'étude.....	171
3-8- Durée moyenne de la reprise de l'appui total des patients de première série de l'étude.....	172
3-9- Durée moyenne de la consolidation osseuse après enclouage verrouillé de façon statique des fractures du fémur.....	173
3-10- Durée moyenne de la reprise du travail pour les patients de la première série de l'étude.....	174
II-2- Complications de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures fémorales.....	176
A- Complications liées à la technique d'enclouage centromédullaire des fractures du fémur.....	176
1- Complications per opératoires observées chez les patients de la série n°1 de l'étude.....	176
1-1- Blocage des clous fémoraux.....	176
1-2- Complications liées au verrouillage fémoral distal.....	177
1-2-1- Fausses routes ou déviation des vis fémorales distales en dehors des orifices de verrouillage distaux 1 de l'étude.....	177
B- Complications post-opératoires observées chez les patients de la série n°1 de l'étude.....	178
B-1- Complications précoces.....	178
1- Embolie graisseuse.....	178
2- Sepsis post-opératoire précoce.....	179
B-2- Complications tardives.....	179
1- Protrusion ou dépassements des clous fémoraux.....	179
2- Douleurs de la hanche.....	180
3- Retard de la consolidation osseuse des fractures fémorales enclouées.....	181

4- Cals vicieux fémoraux.....	182
B- 3- Mortalité.....	183
II-3- Résultats de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de Jambes.....	184
1- Données radiologiques des patients de la seconde série de l'étude.....	184
1-1- Siege des fractures des deux os de la jambe selon la classification anatomopathologique de l'AO Muller.....	184
1-2- Type anatomopathologique des deux os de la jambe selon la classification anatomopathologique de l'AO Muller.....	185
1-2-1- Fractures du tibia.....	186
1-2-2- Fracture de la fibula.....	186
1-2-3- Cas spécifiques des fractures isolées du tibia.....	187
1-2-4- État du revêtement cutané du segment jambier.....	188
1-2-5- Fractures de jambes associées à d'autres fractures.....	189
1-2-6- Complications mécaniques secondaires à une ostéosynthèse des fractures de jambes par plaques vissées.....	190
1-2-7- Déplacements secondaires des deux os de la jambe sous plâtre.....	191
1-2-8- Fractures tibiales d'origine pathologique.....	191
2- Données thérapeutiques des patients de la seconde série de l'étude.....	192
2-1- Bilan pré opératoire.....	192
2-2- Installation des patients de la seconde série de l'étude au bloc opératoire.....	193
2-3- Technique opératoire employée.....	194
2-3-1- Réduction du foyer de fracture.....	194
2-3-2- Incisions pratiquées.....	195
2-3-3- Choix et mise en place du clou tibial.....	196
2-3-4- Clous utilisés dans les fractures de jambes.....	196
2-3-5- Type de verrouillage.....	197
II-4- Complications de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes.....	198
A- Complications liées à la technique d'enclouage.....	198
1- Complications per opératoires.....	198
1-1- Complications liées à la voie d'abord.....	198

1-1-1- Ouverture des foyers de fractures de jambes.....	198
1-2- Complications liées à l'alésage.....	199
1-2-1- Effraction du foyer de fracture tibial.....	199
B- Complications post-opératoires observées chez les patients de la série n°2 de l'étude.....	200
1- Complications post-operatoires.....	200
1-1- Syndrome des loges (syndrome compartimental) des fractures enclouées de Jambes.....	200
1-2- Atteinte du nerf sciatique poplité externe (SPE)	201
1-3- Sepsis post-opératoire précoce.....	202
2- Complications post-opératoires tardives.....	203
2-1- Retards de la consolidation des fractures de jambes enclouées et verrouillé en Statique.....	203
2-2- Pseudarthrose septique des fractures de jambes enclouées.....	203
2-3- Déplacements secondaires après fracture des implants tibiaux (clous et vis distaux)	205
2-4- Cals vicieux post-enclouage des fractures de jambes.....	206
2-5- Douleurs du genou post-enclouage des fractures de jambes.....	207
2-6- Algodystrophie ou syndrome douloureux régional complexe (SDRC)	207

III- DISCUSSION

A- Données épidémiologiques.....	213
1- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon le sexe.....	213
2- Répartition des patients de la première série de l'étude selon la moyenne d'âge...	214
3- Répartition des patients de la seconde série de l'étude selon la moyenne d'âge....	215
4- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon le côté du membre atteint	216
5- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon les circonstances de survenue (mécanisme lésionnel)	217
6- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon leurs antécédents pathologiques.....	218
7- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon les lésions associées aux fractures des os longs des membres inférieurs (polytraumatisés)	218

B- Données anatomo-radiologiques des patients de la première série de l'étude.....	219
1- Étude anatomopathologique des fractures de la diaphyse fémorale selon la classification de l'AO.....	219
1-1- Classification en fonction du siège des fractures de la diaphyse fémorale.....	219
1-2- Classification en fonction de l'aspect du trait des fractures au niveau de la diaphyse fémorale.....	220
1-3- Classification en fonction du type anatomopathologique des fractures fémorales selon la classification de l'AO.....	221
2- Répartition des patients polytraumatisés de la première série de l'étude atteints de fractures étagées du membre inférieur.....	222
3- Répartition des patients de la première série de l'étude encloués pour une pseudarthrose de la diaphyse fémorale armée sur des plaques vissées.....	223
4- Fractures fémorales d'origine tumorale ou fractures fémorales sur métastases osseuses recensées chez les patients de la première série de l'étude.....	224
4-1- Répartition des patients atteints de fractures fémorales pathologiques d'origine métastatique selon le sexe.....	225
4-2- Répartition des patients souffrants de fractures fémorales pathologiques d'origine métastatique selon l'âge.....	225
4-3- Répartition des patients selon le siège des localisations osseuses secondaires	226
5- Répartition des patients de la première série de l'étude atteints de fractures bifocales du fémur (fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures du col du fémur.....	227
C- Données thérapeutiques des patients de la première série de l'étude.....	228
1- Bilan d'opérabilité	228
1-1- Anamnèse.....	228
1-2- Examen clinique général.....	228
1-3- Examens complémentaires.....	228
1-4- Répartition des patients de la première cohorte de l'étude selon la classification ASA.....	228
2- Objectifs thérapeutiques.....	229
2-1- Délai moyen entre la survenue des fractures fémorales et l'intervention chirurgicale.....	229

2-2- Type d’anesthésie employée.....	230
2-2-1- Anesthésie locorégionale.....	230
2-2-2- Anesthésie générale.....	230
2-3- Type d’enclouage centromédullaire alésé et verrouillé pour les fractures de jambes.....	231
2-4- Installation des patients de la première série de l’étude.....	232
2-5- Réduction du foyer de fracture fémoral lors du passage du clou.....	232
2-6- Incision pratiquée.....	233
2-7- Introduction du clou fémoral.....	234
2-8- Alésage du canal médullaire des patients des deux séries de l’étude.....	234
2-9- Choix et pose des clous médullaires.....	235
2-10- Mode de verrouillage des clous fémoraux.....	237
2-11- Technique de verrouillage.....	238
2-12- Fermeture.....	238
3- Modèles d’implants utilisés selon le type anatomopathologique des fractures fémorales enclouées.....	238
4- Transfusion iso-groupe /iso-rhésus durant l’enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures du fémur.....	240
5- Durée moyenne de l’intervention pour les patients de la première série de l’étude (mise en place d’un clou fémoral antérograde statique)	240
6- Durée moyenne d’exposition aux rayonnements ionisants pour les patients de la première série de l’étude.....	241
D- Évolution post-opératoire des patients de la première série de l’étude.....	242
1- Prophylaxie antibiotique et thromboembolique.....	242
2- Reprise précoce de l’appui pour les patients de la première série de l’étude.....	243
2-1- Reprise partielle de l’appui (marche avec une béquille)	243
2-2- Reprise totale de l’appui (marche sans béquilles) après enclouage des fractures fémorales.....	244
3- Durée moyenne du séjour hospitalier (DMS) [266] des patients de la première série de l’étude.....	245
4- Durée moyenne de la consolidation osseuse après enclouage centromédullaire antérograde alésé et verrouillé du fémur.....	245
5- Réinsertion socioprofessionnelle des patients de la première série de l’étude.....	246

E- Complications liées à la technique d'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures fémorales (patients de la première série)	247
1- Complications liées à la technique d'enclouage fémoral.....	248
1-1- Complications per opératoires.....	248
1-1-1- Blocage des clous fémoraux.....	248
1-2- Complications liées au verrouillage fémoral distal.....	248
1-2-1- Fausses routes des vis fémorales déviées en dehors des orifices distaux.....	248
1-3- Complications post-opératoires précoces.....	249
1-3-1- Embolie graisseuse et facteurs de survenue.....	249
1-3-2- Sepsis précoce post-enclouage à foyer fermé du fémur.....	251
1-3-3- Protrusion ou dépassement des implants fémoraux.....	252
1-4- Complications post-opératoires tardives.....	253
1-4-1- Douleurs de la hanche après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé du fémur.....	253
1-4-2- Retard de consolidation après enclouage fémoral à foyer ouvert.....	255
1-4-3- Cals vicieux post-enclouage verrouillé du fémur.....	255
1-4-4- Mortalité.....	257
E- Résultats fonctionnels observés chez les patients de la première série de l'étude.....	258
1- Durée et taux de consolidation des fractures du Fémur.....	258
2- Évaluation de la fonction locomotrice.....	258
F- Données anatomo-radiologiques des patients de la seconde série de l'étude.....	262
1- Étude anatomopathologiques des fractures de jambes en fonction de la classification de Muller AO.....	262
1-1- Classification en fonction du siège des fractures des 2 os de la jambe.....	262
1-2- Classification en fonction du niveau et du siège du trait de fracture fibulaire selon la classification de l'AO et de Robinson	263
1-3- Classification en fonction de l'aspect du trait des fractures tibiales fibulaires selon la classification de l'AO.....	265
1-4- Classification en fonction du type anatomopathologique des fractures tibiales selon la classification de l'AO [168, 192, 193,213]	266

1-5- Classification en fonction de la localisation des traits des fractures au niveau de la diaphyse tibiale selon la classification de l'AO.....	267
1-6- Classification en fonction des fractures isolées de la diaphyse tibiale.....	269
1-7- Classification des fractures de jambes en fonction de l'atteinte du revêtement cutané.....	270
1-8- Classification des fractures ouvertes de jambes en fonction de la classification de Gustillo et Anderson	272
G- Données thérapeutiques des patients de la seconde série de l'étude.....	273
1- Examen clinique général.....	273
2- Bilan d'opérabilité.....	273
2-1- Répartition des patients de la seconde série de l'étude selon la classification ASA (American Society of Anesthesiologists)	274
3- Objectifs du traitement.....	274
3-1- Délai moyen entre la survenu des fractures de jambes et l'intervention chirurgicale pour les patients de la seconde série de l'étude.....	275
3-2- Installation des patients de la seconde série de l'étude.....	276
3-3- Réduction des fractures de jambes.....	277
3-4- Incisions pratiquées.....	279
3-5- Introduction du clou tibial.....	280
3-6- Alésage.....	280
3-7- Verrouillage.....	281
4- Durée moyenne de l'intervention pour les patients de la première série de l'étude (mise en place d'un clou tibial centromédullaire alésé et verrouillé en statique)	281
5- Durée moyenne d'exposition aux rayonnements ionisants pour les patients de la seconde série de l'étude.....	282
H- Evolution post-opératoire des patients de la seconde série de l'étude.....	283
1- Prophylaxie antibiotique et thromboembolique.....	283
2- Reprise précoce de l'appui.....	284
2-1- Reprise de l'appui total de l'appui pour les patients de la seconde série de l'étude.....	284
3- Durée moyenne du séjour hospitalier des patients de la seconde série de l'étude.....	285

4- Durée moyenne de la consolidation osseuse après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes.....	285
I- Complications de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes.....	286
1- Complications liées à la technique d'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes.....	286
1-1- Complications per opératoires.....	286
1-1-1- Complications liées au verrouillage distal du tibia et fausses routes des vis distale.....	286
1-2- Complications post-opératoires précoces.....	287
1-2-1- Syndrome des loges.....	287
1-2-2- Atteintes nerveuses après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé dans les fractures de jambes.....	290
1-2-3- Sepsis précoce post-enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes.....	291
1-3- Complications post-opératoires tardives.....	293
1-3-1- Retards de consolidation et pseudarthrose septique dans l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes.....	293
1-3-2- Déplacements secondaires et cals vicieux post-enclouage des fractures de jambes enclouées.....	294
1-3-3- Douleurs du genou après enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes.....	298
J- Résultats fonctionnels observés pour les patients de la seconde série de l'étude.....	300
1- Très bons résultats.....	300
2- Bons résultats.....	300
3- Résultats moyen ou mauvais.....	301
4- Évaluation clinique.....	303
5- Évaluation radiologique.....	304
5-1- Évaluation des cals vicieux frontaux.....	304
5-2- Évaluation des cals vicieux sagittaux.....	304
5-3- Évaluation des cals vicieux horizontaux.....	305

IV-RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	306
V- CONCLUSION GENERALE.....	310
VI- RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	314
VII- ANNEXES.....	366
1- Iconographie	
2- Liste des tableaux	
3- Fiche de recueil de données des malades	
4- Glossaire	

PREMIERE PARTIE

ETUDE THEORIQUE

I

INTRODUCTION

1- Introduction :

L'être humain se caractérise essentiellement par le fait de se tenir en position debout. Cette position, appelée aussi station bipède ou **bipédie** ^[1] permet à l'homme de se déplacer sur ces deux membres inférieurs, ce qui signifie que le corps humain peut se mouvoir tout en étant en position debout et symétrique. En effet, selon Kapandji^[2] mécaniquement, cette position relève du miracle permanent, car ce même corps représente, pour plusieurs raisons, qu'on tentera de développer (plus loin) une structure inéluctablement instable. Cette stabilité, dépend selon l'auteur ^[2 bis] de la projection orthogonale de la force passant par son centre gravitaire vers la surface de sustentation (surface sur laquelle le corps est en appui) (Fig.1). Il décrit aussi l'importance du tonus des muscles de la posture ou muscles posturaux comme le grand fessier, les muscles para vertébraux lombaires, et dorsaux, les muscles de la nuque, les quadriceps et les triceps suraux dont la contraction et le tonus sont contrôlés par le système nerveux.

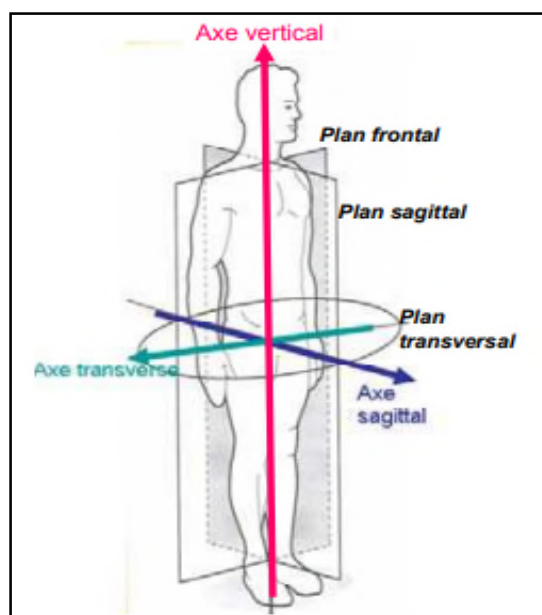


Figure 1- Station debout, position et plans de références[149 bis]

Le contrôle de ce mouvement de locomotion des membres inférieurs et le maintien du corps humain dans cette position (**bipédie**) résulte donc de la participation de phénomènes anatomiques, biomécaniques, physiologiques et neurologiques le rendant stable. C'est un ensemble des processus neurophysiologiques dont dépend la posture sont responsables d'une activité motrice élaborée par le système nerveux central assurant d'une part, une fonction

antigravitaire qui permet de s'opposer à l'action des forces gravitaires, et d'autre part, une fonction permettant d'adapter la position du corps dans l'espace et l'orientation des segments corporels [2]. Différents travaux de la littérature médicale [2 bis] ont tenté d'expliquer ces mécanismes de la perception (oculaires, vestibulaires), de la décision (système nerveux central) et de l'action (musculaires et articulaires) intervenant dans cette fonction [3] ainsi que les phénomènes naturels ayant permis de dissocier la fonction de locomotion des membres inférieurs de celle des membres supérieurs, plus complexe. Celle-ci est représentée essentiellement par la main dont la fonction est de saisir, de manipuler les objets, de compléter même la parole, étant un moyen d'expression donnant ainsi à l'homme le pouvoir de façonner son environnement suivant sa conception de l'existence [3 bis,9].

Il va sans dire qu'en évoluant dans son environnement naturel, dès que l'être humain aura atteint l'âge qui doit lui permettre de se retrouver dans cette posture (**bipédie**), il devra s'adapter durant toute sa vie à des situations aussi diverses que complexes. Nous citerons ici cette belle citation de Socrate qui dit « ce qui fait l'homme, c'est sa grande capacité d'adaptation » [4]. C'est dans cet environnement hostile dans lequel vit l'homme que l'influence des facteurs qui lui sont liés est la source de différents types de traumatismes qui représentent aujourd'hui, plus de 21% des sources de pathologies d'origine traumatique dans le monde [5]. Les traumatismes physiques responsables de fractures des os longs des membres inférieurs communes aux personnes jeunes et âgées à basse ou à haute énergie ont tendance à s'accroître à l'époque moderne dans laquelle nous vivons, ils sont dus, essentiellement, à l'augmentation du nombre d'accidents de la circulation et de la voie publique, du travail, ou encore en raison des accidents domestiques qui touchent particulièrement les sujets âgés. Chez les personnes jeunes, les fractures des membres inférieurs sont fréquentes, en raison de la nature le plus souvent violente du traumatisme, provoquées essentiellement lors des accidents de la circulation (AC) et de la voie publique (AVP) [6,7,8]. En revanche, chez les personnes âgées, ces fractures surviennent le plus souvent lors d'accidents domestiques aggravées par l'existence des phénomènes ostéoporotiques [9, 9 bis].

Les fractures des os longs des membres inférieurs appelées aussi les os longs porteurs du corps humain, quelles que soit leurs natures anatomo-pathologiques, leurs localisations et leur étendue, nécessitent une prise en charge médico-chirurgicale. Le coût de cette prise en charge augmente d'une manière exponentielle avec la fréquence des traumatismes, dont certains comme ceux du fémur ou encore les traumatismes ouverts essentiellement au niveau

de la jambe constituent une urgence absolue car le risque infectieux ainsi que le risque des lésions vasculaires compromettent la vitalité du membre ^[10]. Pour cette raison, en même temps, ces fractures sont considérées comme un problème de santé publique représentant l'une des principales causes d'hospitalisation ^[7].

Pourquoi le choix de la technique de l'enclouage centromédullaire verrouillé ?

Nous savons pertinemment que l'objectif principal de l'ostéosynthèse par cette technique à foyer fermé des fractures d'origine traumatique des os longs du membre inférieur (qu'il s'agisse du fémur ou du tibia aussi bien chez les jeunes patients comme nous l'avons mentionné victimes d'un traumatisme violent, que chez les sujets âgés ostéoporotiques victimes d'un traumatisme minime), est de permettre d'assurer une stabilisation (immobilisation) solide des lésions osseuses afin d'obtenir une consolidation osseuse rapide et d'autoriser un appui précoce diminuant ainsi la morbidité pulmonaire et la mortalité liées aux complications du décubitus provoquées par l'alitement prolongé particulièrement chez les patients âgés dont l'état général reste vulnérable. Dans les pays ayant un système de santé performant, de nos jours la plupart de ces fractures qu'elles soient diaphysaires, proximales ou distales, simples ou complexes ou encore bifocales seront traitées de préférence par un enclouage centromédullaire verrouillé à foyer fermé ^[11] afin d'éviter la survenue des complications évoquées.

Cette technique constitue donc, une référence dans le traitement des fractures fermées mais aussi de certaines fractures ouvertes des os longs ^[12]. Elle peut être aussi indiquée dans le traitement des fractures pathologiques, telles que les fractures d'origine tumorale^[13] comme la tumeur primitive ostéolytique survenant chez le sujet jeune siégeant particulièrement au niveau du fémur et entraînant une fracture (solution de continuité) qui peut résulter d'un traumatisme minime. Toutefois, cette tumeur peut être à l'origine de localisations osseuses secondaires fragilisantes chez le sujet âgé provoquant ainsi des fractures ^[14]. L'étude de Gimnez ^[15] réalisée dans ce sens en 1992, démontrant que l'enclouage centromédullaire verrouillé occupe une place importante dans le traitement des métastases osseuses. La maladie cancéreuse de l'os représente la lésion maligne la plus fréquente du squelette dont l'incidence se situe entre 12 et 15% des cancéreux ^[16]. D'autres fractures pathologiques surviennent, par exemple, lors de la maladie de Gaucher ^[17], ou celles en dehors de tout traumatisme chez le sportif appelée fractures de fatigue qui représentent 10% des blessures liées au sport et touchent dans 95% des cas le membre inférieur ^[18].

En choisissant cette technique à foyer fermé pour ses nombreux avantages, mécaniques d'abord, comme la reprise précoce de l'appui, et biologiques ensuite permettant une consolidation osseuse rapidement obtenue grâce à la conservation de l'hématome fracturaire, et enfin, aseptiques avec un moindre risque de survenue d'un processus infectieux [12,19,20,61,62]. Cela ne nous dispense toutefois pas du risque de survenue de complications que nous étayerons plus loin lesquelles peuvent être soit d'ordre technique en rapport avec l'intervention, soit en per-opératoire ou bien après l'intervention [21], ou même et en dernier lieu des complications générales qui peuvent mettre en péril la vie du patient [22].

L'enclouage centromédullaire verrouillé des os longs du membre inférieur est une technique opératoire dont l'objectif est avant tout mécanique. Son précurseur est l'allemand Gerhard Kuntscher [19] qui, dès le second quart du siècle dernier (1940), met en évidence ce nouveau principe d'ostéosynthèse à foyer fermé basé sur la mise en place d'un tuteur intra-médullaire métallique dont le rôle est de permettre une récupération fonctionnelle dans les plus brefs délais. Et cela contrairement à la technique chirurgicale d'ostéosynthèse extra-médullaires (à foyer ouvert) qui est par ailleurs, toute, autant indiquée et pratiquée dans de nombreux services de chirurgie à travers le monde et particulièrement chez nous en Algérie lors de la survenue de ces fractures, mais aux délais de consolidation nettement plus longs avec plus de risque de survenue de complications, telles que les complications cutanées, ou infectieuses, ou bien un retard de consolidation, c'est le cas de la pseudarthrose aseptique ou voire septique, ou encore un démontage du matériel d'ostéosynthèse [20].

Cette chirurgie à foyer fermé a notamment évolué au cours des années et a fait l'objet de nombreuses études dans lesquelles ses principaux défenseurs sont les adeptes de l'école Française Strasbourgeoise de Grosse et Kempf [12]. Partant de l'idée originelle de Kuntscher [19] qui avait imaginé toutes les évolutions de la méthode [23], telle qu'elle est appliquée aujourd'hui pour toutes les fractures des os longs, l'objectif de l'approche visait à éviter d'aborder le foyer de fracture, ce qui permet de conserver l'hématome fracturaire, et de respecter le périoste ainsi que la vascularisation périphérique. Le concept de tuteur métallique intra-médullaire adapté aux os longs porteurs s'est amélioré par l'introduction de la notion de l'alésage et par la suite du verrouillage sous l'impulsion de l'école Strasbourgeoise [12,23].

L'alésage initié par Kuntscher [19] dans les années 50 et mis au point par Pohlet puis amélioré par Shulmann [12,129] est d'assurer l'apport d'une autogreffe spongieuse endo-

médullaire et de permettre de calibrer la cavité médullaire en augmentant la surface de contact avec le clou. L'étude réalisée dans ce sens par Asloum ^[43] en 2011 concluait que l'alésage diminuait le taux de survenue d'une pseudarthrose et que la consolidation était soit obtenue plus rapidement. Par la suite, l'introduction de l'implant dans le canal médullaire jouerait un rôle mécanique de tuteur interne, en se situant sur l'axe neutre de l'os, il absorberait les contraintes axiales et assurerait une meilleure stabilité ^[12, 24, 25], permettant ainsi de renforcer la consolidation des fractures diaphysaires.

L'amélioration de la technique en introduisant le verrouillage à la fin des années 70 par Kumpf et Grosse entre 1976 et 1978 ^[12] pouvant être statique ou dynamique, selon les indications qui découleront du siège anatomique des fractures et du type anatomopathologique des fractures. En fait, le verrouillage a permis d'élargir les indications aux fractures diaphysaires proximales et distales, ou après des défauts de réduction du foyer de fracture à l'origine de cals vicieux^[23], qui peuvent survenir aussi lors de déplacements secondaires des fragments osseux^[26] pouvant même engendrer par la suite une pseudarthrose. Enfin, l'enclouage centromédullaire verrouillé (ACMV) est indiqué aussi lors du traitement curatif ou préventif des lésions osseuses secondaires à la maladie cancéreuse que nous avons cité plus haut^[15].

Nous savons pertinemment que la réduction du fragment proximal par rapport au fragment distal aussi bien pour le fémur que pour le tibia n'est pas aisée, le fémur à sa partie proximale est plus vulnérable à un déplacement en varus, tandis que le fragment proximal du tibia se déplace davantage en valgus ou en flectum, ce qui entraînerait davantage la survenue de cals vicieux autant dans le plan frontal, que dans les plans sagittal ou horizontal, qui sont le résultat d'un défaut de réduction en per-opératoire^[27]. Néanmoins, Dujardin ^[28] démontrait en 1993 que les cals vicieux peuvent être corrigés par enclouage centromédullaire verrouillé après ostéotomie. Certains auteurs comme Dasmin et al.^[29] ont démontré en 2004 que l'enclouage centromédullaire verrouillé des membres inférieurs peut être indiqué aussi dans le traitement chirurgical des inégalités de longueur des membres assurant la stabilité et la correction des désaxations. A l'instar des fractures d'origine traumatique simples ou même complexes diaphysaires qui selon les données de la littérature ^[30,31] constituent comme nous l'avons précisé plus haut l'indication par excellence de la mise en place d'un enclouage centromédullaire verrouillé par voie antérograde ou encore rétrograde pour les fractures (solutions de continuité) de l'extrémité distale du fémur, il y a aussi les fractures bifocales qui

se définissent par l'existence de deux foyers fracturaires distincts au niveau du même segment [63] ou d'un même membre, ce qu'appelaient McBride et Blake^[64] en 1974 « **le genou flottant** »(GF)^[32,33,33 bis]. Celui-ci associe une fracture métaphyso-épiphysaire du fémur avec une fracture de l'extrémité proximale du tibia, l'ostéosynthèse dans ce cas semble difficile pour assurer la stabilité du genou qui devient libre entre les deux foyers de fracture.

Cela dit, l'enclouage verrouillé est possible en introduisant par voie d'abord unique mini-invasive médiane para rotulienne, un implant par voie rétrograde du fémur qui sera verrouillé, associé à un second implant pour le tibia par une voie antérograde. Pour ce qui concerne à présent les fractures distales du tibia associées ou non à une fracture de la fibula, cette technique demeure aussi assez controversée^[34,35], car le diamètre de cet os à ce niveau est supérieur à celui de la diaphyse et par conséquent, le clou ne remplit pas le fut médullaire, ce qui constitue un facteur anatomique limitant la stabilité^[36,37]. D'autant plus que la réduction présente des difficultés, car le tibia à ce niveau demeure très instable^[38]. C'est pour cela, que certains chirurgiens préconisent l'installation du membre sur une table orthopédique^[38]. Notons, l'avènement ces dernières années d'une nouvelle génération d'implants destinée à l'enclouage des fractures de l'extrémité distales du tibia possédant un système de stabilité angulaire **ASLS(Angle Stable Locking System)**^[35] qui limitent la survenue des complications mécaniques responsables d'instabilité. Cette instabilité favorise la survenue de déplacements secondaires, de cals vicieux ou de pseudarthrose par absence de consolidation^[35]. Ces résultats radio-cliniques probants sont en rapport avec les propriétés biomécaniques des ces implants dont le verrouillage distal à stabilité angulaire favorise une résistance manifeste aux variations de mobilité et aux différentes contraintes en compression et en torsion^[40,41]. Cependant, les données de la littérature ne sont pas suffisamment significatives sur ce sujet car à ce jour peu de publications ont été réalisées dans ce sens^[30]. Outre les facteurs qui viennent d'être citées, d'autres sont autant incriminées dans la survenue des cals vicieux à ce niveau. C'est le cas de la fracture complexe du tibia associée à une fracture de la fibula, et c'est pour cette raison que certains auteurs tels qu'Ehlinger et al. [38] ont démontré en 2010 que l'absence d'ostéosynthèse de cet os lors de l'enclouage seul du tibia est en l'occurrence un facteur de survenue des cals vicieux et recommandaient donc la fixation systématique de cet os^[65, 66, 67,68]. Concernant la pseudarthrose, nous avons déjà dit que l'enclouage centromédullaire verrouillé est tout aussi indiqué permettant la stabilisation du foyer de fracture, car l'apport d'une greffe endo-médullaire par l'alésage élimine les tissus

scléreux de la première intervention ^[26] en favorisant la consolidation osseuse. Si toutefois, la pseudarthrose devient sceptique certains auteurs tels qu'Asloum et al^[43] ont démontré dans ce cas en 2013, que la fixation du foyer de pseudarthrose (PSD) par un clou centromédullaire cimenté de façon transitoire et imprégné d'antibiotiques permet d'assurer la stabilité pour favoriser la consolidation et de lutter contre l'infection de manière prophylactique ou curative, mais cette question reste très controversée.

Concernant les fractures ouvertes de stade 1 et 2 de Gustillo et Anderson ^[205], plusieurs études ^[44,45,46] ont démontré que l'enclouage centromédullaire verrouillé immédiat associé à un parage et après une couverture du foyer de fracture par une autogreffe osseuse iliaque cortico-spongieuse en un seul temps est possible, nonobstant le caractère impératif de la couverture immédiate par un lambeau musculaire pédiculé ou bien libre au niveau du tiers inférieur de la jambe une fois que la stabilisation interne ait été assurée.

L'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé peut être indiqué aussi dans le traitement préventif et curatif des fractures fémorales pathologiques ostéoporotiques chez le sujet âgé ou lors des fractures de fatigue chez le sportif ou encore les fractures d'origine métastatiques. Certains auteurs tels qu'Obert et al. ^[47] ont apporté en 2005 leur expérience concernant ces fractures tumorales qui siègent au niveau du tiers proximal du fémur et traitées par enclouage centromédullaire verrouillé en se basant sur des scores comme celui de Mirels ^[48] en 1989 qui permet d'évaluer le risque de provoquer une fracture en fonction de la douleur, du siège anatomique de la lésion, de son étendue circonférentielle et de son aspect lytique^[48]. On peut évoquer également l'expérience de Tokuhashi ^[48] en 2005 dont le score permettant d'évaluer le pronostic en se basant sur l'état général du patient, l'étiologie cancéreuse, l'existence de métastases viscérales, le nombre de métastases osseuses et leur caractère ou non fracturaire. Toutefois, la survie des patients après enclouage centromédullaire était seulement de quelques mois ^[47]. Par ailleurs, aucun cas d'embolie graisseuse ou pulmonaire ou encore de thrombophlébite n'a été diagnostiqué après l'alésage selon certaines études ^[190,287], alors que d'autres auteurs affirment le contraire ^[26,51,52,53,283,286,297,300,323,343,355,415,468,469,470].

Enfin, l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé est une technique chirurgicale simple pour un chirurgien avisé mais qui demande la plus grande rigueur et une attention particulière. Les résultats cliniques et radiologiques obtenus de cette technique sont avérés en raison du taux de consolidation osseuse qui est meilleur, et selon une étude comparative ^[54]

réalisée en 2016 démontrant que les délais sont nettement plus courts par rapport à l'ostéosynthèse par plaque vissée. Son indication présente donc de nombreux avantages certes, mais son inconvénient reste l'exposition aux irradiations induites par la fluoroscopie [55]. Pour le chirurgien doué d'une bonne expérience, maîtrisant bien la technique, le temps opératoire ainsi que l'exposition aux rayons X sera moins important, contrairement, au jeune chirurgien surtout en début d'expérience [71] plus exposé aux risques, avec des effets nocifs pour sa santé, celle du patient, et du personnel du bloc opératoire. De nombreux concepteurs [57] ont, à partir de là, développé des systèmes mécaniques, optiques, de lasers, magnétique, même de navigation informatisée afin d'éviter la plupart des risques encourus [57,71]. Ce risque est d'autant plus élevé que lorsqu'il s'agit de l'enclouage du fémur, dont l'extrémité supérieure constitue une localisation des fractures qui absorbent le plus de rayons [58]. L'amplificateur de brillance délivre un rayonnement différent en fonction de la densité qu'il traverse : plus elle est importante notamment pour la cuisse dans le cas des fractures du fémur, plus les rayons émis sont intenses [58]. C'est le cas aussi pour les patients obèses dont le poids est excessif ou lors de l'utilisation d'une table métallique ou dans le cas de la présence de matériels de synthèse sur les champs opératoires [59] ou même dans les centres qui ne disposent pas de manipulateur de radiologie en salle [60].

En partant de ces présupposées orientations, nous pourrions aboutir à la conclusion que l'indication opératoire de l'enclouage centromédullaire verrouillé, autant pour les fractures diaphysaires fraîches que pour les fractures non consolidées ou encore les fractures pathologiques a pour avantage de fournir une meilleure stabilité et davantage de solidité du montage, autorisant de ce fait un appui précoce suivi d'une rééducation fonctionnelle, permettant ainsi une réinsertion socio-professionnelle.

2- Problématique :

L'objectif essentiel de cette étude de recherche consiste à évaluer les résultats cliniques et radiologiques des complications obtenus en prodiguant un enclouage centromédullaire verrouillé des fractures des os longs des membres inférieurs (les os porteurs) afin de les comparer avec les données de la littérature médicale et son second objectif s'efforcera d'évaluer les résultats obtenus en matière de consolidation osseuse à l'effet d'évaluer ensuite les résultats fonctionnels qui en auront résulté.

Autrement dit, notre travail de recherche a permis de recenser les patients souffrant de fractures fraîches des os longs des membres inférieurs, ou ceux qui ont été initialement traités et dont la fracture n'est pas consolidée (pseudarthrose), et enfin, ceux atteints de fractures dites pathologiques (fractures de fatigue ou celles survenant sur une pathologie congénitale ou encore les fractures provoquées par des localisations osseuses secondaires métastatiques d'une tumeur primitive), peut-on dire alors que toutes ces fractures seront stabilisées par un enclouage centromédullaire verrouillé, offrant des résultats de guérison probants (consolidation rapide et court délai de réinsertion socio professionnelle) et malgré les complications qui peuvent en découler, que les techniques opératoires de stabilisation extramédullaire plus exposées à des risques cutanés et infectieux) ?

Si toutefois nous puissions faire la preuve que l'enclouage centromédullaire verrouillé qu'il repose sur des objectifs curatif ou préventif soit l'indication de choix dans le traitement des fractures diaphysaires du fémur et du tibia qu'elles soient d'origine traumatique comme les fractures fraîches ou anciennes non consolidées, ou même pathologiques comme les lésions tumorales, cette recherche ne pourrait-elle pas alors susciter auprès de nos confrères chirurgiens orthopédistes des différents services de chirurgie orthopédique à travers le territoire national plus d'intérêt pour la technique ici proposée ?

Pour tenter d'apporter un début de réponse à cette problématique de fond, notre travail comportera alors deux parties :

la première, théorique, sera consacrée à la compréhension de la biomécanique des os longs porteurs, ainsi que celle des différents implants qui y sont proposés, d'étayer les différents mécanismes physiologiques de la consolidation osseuse, à l'étude des données de la littérature concernant l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures des os long du

membre inférieur, en mettant en relief les principes, les indications, les limites de cette technique, et enfin, aux complications post-opératoires qui peuvent en découler.

Nous y décrirons les spécificités techniques permettant d'obtenir une ostéosynthèse de qualité tout en mettant en avant les références bibliographiques.

La seconde partie, pratique, consistera en une étude mono-centrique prospective mono-opérateur réalisée dans le service de chirurgie orthopédique du centre hospitalo-universitaire de Bejaia allant de 2017 à 2021 et ciblant un nombre de 107 malades pour la plupart jeunes victimes de traumatismes récents occasionnant des fractures fraîches diaphysaires du fémur et des deux os de la jambe fermées et ouvertes. Ou encore les patients présentant des fractures anciennes pour lesquelles ils ont été traités (chirurgicalement ou par immobilisation plâtrée), et dont l'évolution s'est faite vers l'absence de consolidation osseuse. Enfin, les patients atteints de pathologies osseuses notamment les fractures d'origine tumorale provocante des localisations osseuses secondaires pour lesquelles nous poserons l'indication d'un enclouage centromédullaire verrouillé dans un but curatif.

Cette approche nous permettra ainsi de comparer les résultats fonctionnels dont ceux se référant à la consolidation osseuse obtenus par la pose de clous centromédullaires alésés et verrouillés respectivement discutés sur la base de données de la littérature médicale. Tout au long de cette recherche, nous nous efforcerons aussi de mettre en relief les complications liées à la technique et celles apparues en période post-opératoire. Ce faisant, nous démontrerons, en dernière analyse, pourquoi l'indication de la technique de l'enclouage centromédullaire verrouillé en chirurgie traumatologique et orthopédique pourrait servir de levier thérapeutique dans une variété de situations pathologiques.

II

HISTOIRIQUE DEL'ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE

1- Histoire de l'enclouage centromédullaire :

Le précurseur de l'enclouage centromédullaire à foyer fermé dans les fractures diaphysaires des os longs est le chirurgien allemand Gerhard Kuntscher ^[102,131] (fig.2), considéré dès 1940 comme l'inventeur le plus emblématique et le plus célèbre du XX siècle. Cet homme d'une rare ingéniosité est parvenu à inspirer nombre de générations de chirurgiens orthopédistes et de chercheurs en chirurgie orthopédique et traumatologique.



Figure 2- Gerhard Kuntscher en 1942[102,131]

L'illustre Robert Merle d'Aubigné en 1980 (fig.3) ne lui a-t-il pas rendu un vibrant hommage à l'académie française de chirurgie en déclarant que « si un seul nom devait être retenu dans le traitement des fractures, comme bienfaiteur de l'humanité, ce serait celui du créateur de cette méthode, Gerhard Kuntscher » ^[50].



Figure 3- Robert Merle d'Aubigné en 1980[50]

Historique de l'enclouage centromédullaire

Dès le début des années 40 du siècle dernier, Kuntscher ^[102,131] s'inspire quelques années plutôt en des travaux en 1932 de l'américain Smith-Petersen ^[90] traitant les fractures du col du fémur, en utilisant comme moyen d'ostéosynthèse des clous métalliques en acier inoxydables composés d'alliage, plus résistants que l'acier normal, et introduits à foyer ouvert dans le canal médullaire. L'auteur avait lui-même repris à son profit le traitement dispensé un siècle auparavant en 1897 en Norvège par Julius Nicolaysen ^[91], qui décrivit déjà les principes biomécaniques de l'ostéosynthèse intra-médullaire en se basant sur une longueur considérable d'implants utilisés. Cette technique d'ostéosynthèse d'alors connaitra un franc succès. D'autres chirurgiens, tels qu'Albin Lambotte ^[92] (fig.4) en Belgique en 1903 introduisit à son tours de longues vis métalliques dans le massif trochantérien à travers le grand Trochanter jouant le rôle d'implants intra-médullaire pour stabiliser les fractures sus et inter condyliennes.

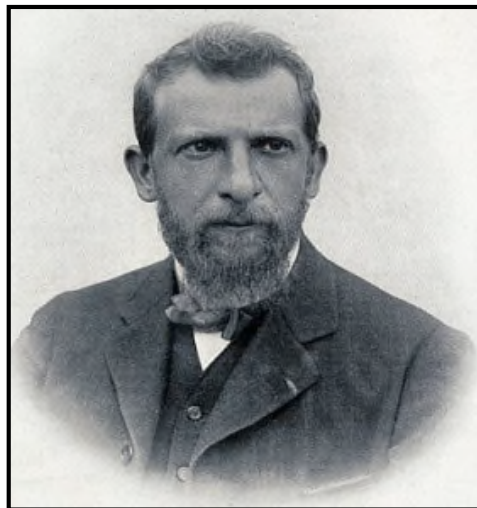


Figure 4- Albin Lambotte en 1903[92]

En revanche, Hoglund ^[94] avait durant la grande guerre entre 1914-1918, eut préconisé l'utilisation de l'os autogène comme implant intra-médullaire organique qu'il introduisit à travers le site de fracture vers les fragments proximaux et distaux afin d'assurer la stabilisation du foyer de fracture. Dans le même temps, Hey Grove ^[95,96,97](fig.5) illustre membre fondateur du British journal of Surgery, avait pu notamment après des études expérimentales animales, réussi à introduire des chevilles et des tiges faites de métal, d'os et d'ivoire dans le canal médullaire à travers le foyer de fracture, ou bien à partir du grand trochanter orientées vers le fragment distal du fémur, le tout pour assurer une meilleure stabilité de la diaphyse fémorale. Mais cette technique de clouage à foyer ouvert n'était pas

Historique de l'enclouage centromédullaire

dénuée de complications infectieuses survenant essentiellement lors des fractures ouvertes ^[98] provoquées fréquemment par les éclats de balles surtout chez les soldats durant cette période de guerre ^[99]. D'ailleurs, ce sont les infections à répétition qui devaient signer l'échec de cette thérapie et ce, malgré l'apport considérable de cette technique dans l'ostéosynthèse intramédullaire basée sur des principes mécaniques et biologiques, principes qui sont toujours d'actualité.

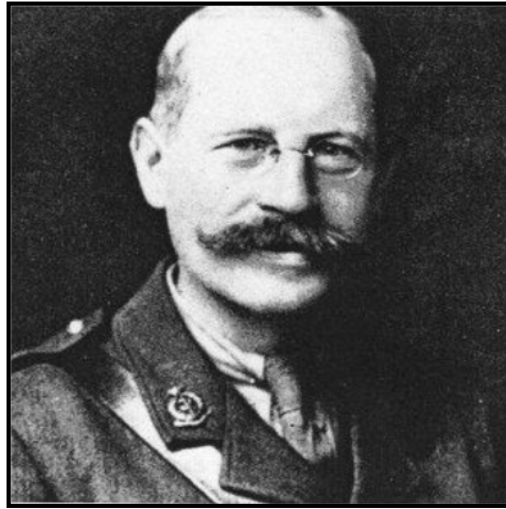


Figure 5- E.W. Hey Groove en 1916[95, 96,97]

Presque à la même période, et complétant le travail de Kuntscher, Fisher ^[104] en 1942 introduisit le concept de l'alésage intra-médullaire dans le but d'augmenter la surface de contact entre l'os et l'implant et d'assurer une meilleure stabilité de la fracture. Cependant, il avait constaté que même si cette technique détruisait l'endoste et la moelle osseuse, cela n'allait pas influencer le processus normal de guérison. Cette technique a été publiée par Kuntscher ^[19,102,103] en 1942 devant le congrès de la société allemande de la chirurgie orthopédique. Bien qu'elle n'ait pas fait consensus à cette époque Kuntscher dut attendre la fin du second conflit mondial pour collaborer avec des confrères du collège des chirurgiens finlandais, et modifier le design du clou et le rendre plus performant sur le plan mécanique. Il décida de lui donner la forme d'une feuille de trèfle en fente, permettant ainsi une meilleure impaction dans l'os étant devenu plus compressible dans deux directions opposées ^[105](fig.7).

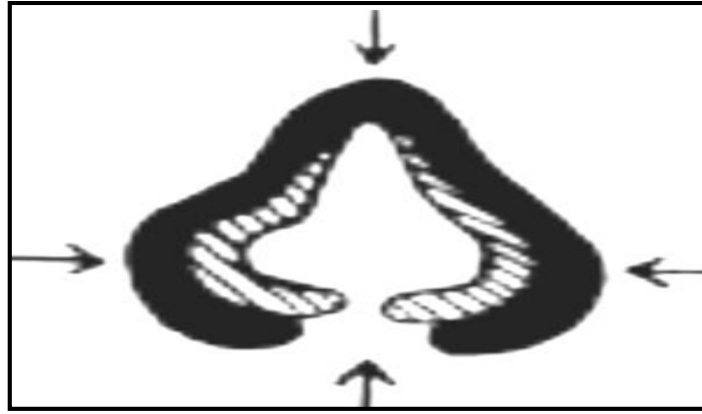


Figure 7- Clou de Kuntscher trifolié compressible dans deux directions orthogonales[105]

Dès le début des années 60, Kuntscher ^[123,248] imagina dans son concept d'enclouage antérograde à foyer fermé un système de verrouillage qui bloquerait le clou dans le canal médullaire afin de prévenir la rotation et le télescopage des fragments. Il introduisit les alésoirs décrits plus d'une décennie plus tôt comme nous l'avons précisé plus haut par Fischer et Pohl ^[104], les rendant flexibles. Il ^[126] préconisa par ailleurs vers le milieu des années 1960 un abord trochantérien du fémur, Winquist ^[127] favorisa en 1984 la position latérale du patient pour un enclouage antérograde du fémur, et ce, à travers la fosse piriforme afin d'éviter une mauvaise introduction du clou en varus, un alésage excentrique de la corticale médiale du fragment proximale et enfin, une fragmentation du foyer de fracture.

Au début des années 70, un nouveau souffle est apparu pour l'enclouage intramédullaire des os longs. Cette technique commençait à être pratiquée aux États-Unis ^[128] après avoir été répandue en Europe. A Francfort les Allemands Klemm et Schellman ^[129] en 1972 modifièrent le clou de Kuntscher (fig.13), qui est un clou à fente complète et continue avec une section transversale en forme de trèfle, ce clou présentant une forte tendance au vrillage. Ils le rendirent sans fente (fig.14) dont la rigidité en torsion est nettement supérieure (60 fois plus importante) mais avec un viseur distal que l'opérateur doit tenir à la main, ce qui l'exposerait aux rayons X ^[130].



Figure 13-Clou à fente complète trifolié de Kuntscher[131,218,219,385]



Figure 14- Clou sans fente rigide en torsion 60[131,218,219,385]

Ce clou a été nettement amélioré en 1976 par Kumpf et Grosse ^[130,131] de l'école Française Strasbourgeoise, dont la configuration a été inspirée du clou originel de Kuntscher qui lui-même, à la fin de sa vie en 1970 ^[131], eut l'idée d'introduire un système de verrouillage de l'implant à l'os afin d'assurer une meilleure stabilité ^[27], avec un système de verrouillage le rendant nettement plus résistant contrôlant les phénomènes de rotation des fragments proximaux et distaux dans le sens transversal, cet implant a été conçu essentiellement pour être bloqué à sa partie proximale et distale par des vis de verrouillage afin de neutraliser les contraintes rotatoires et d'éviter le télescopage des fragments. Ce qui eut par conséquence d'empêcher le raccourcissement du membre. Ce nouveau clou qu'il soit creux ou plein (fig.15) (fig.16) remanié et adapté aux courbures physiologiques du fémur et du tibia, après des études biomécaniques et cliniques, ses concepteurs se sont aussi donnés les moyens d'élargir les indications aux fractures proximales et distales ^[57] simples ou complexes des os longs tout en se basant sur les principes de Kuntscher ^[130]. Ces clous comportent chacun à leurs extrémités proximales et distales des orifices de verrouillage. Si l'implant

Historique de l'enclouage centromédullaire

utilisé est creux, un alésage est nécessaire pour pouvoir l'introduire et l'adapter dans la médullaire.

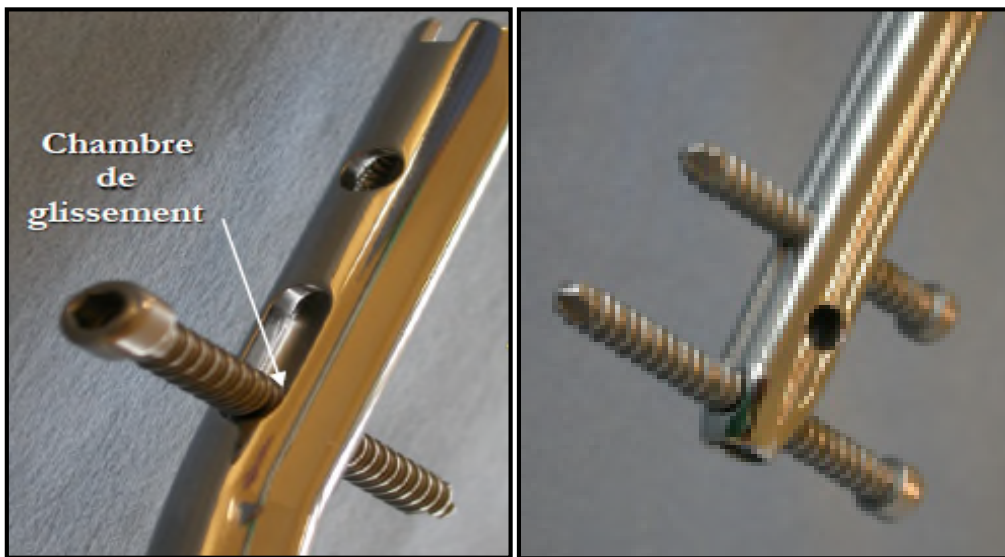


Figure 15- Clou creux de Grosse et Kumpf(G-K) [131,218,219,385]

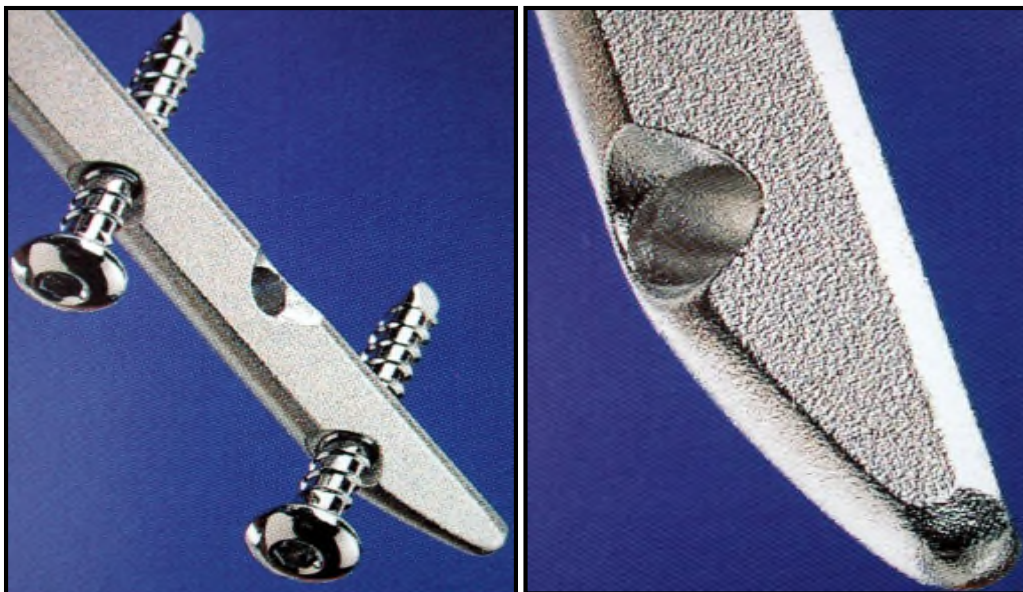


Figure 16- Clou plein de Grosse et Kumpf[131,218,219,385]

Il faut rappeler tout de même que durant cette décennie que les techniques de la fluoroscopie étaient pratiquées et même avant par le physicien allemand Röntgen ^[132] (fig.17)



Figure 17- Wilhem Conrad Rontgen 1845-1923[132 bis]

Qui découvrit en 1888 les rayons X, les mettait déjà en pratique en médecine et en traumatologie. Cependant ils étaient utilisés d'une manière abusive par les chirurgiens, et foncièrement nocifs pour eux, pour le malade et pour le personnel de la salle opératoire, qui étaient intensivement exposés [38,41,56]. Cette technique de rayonnement a été perfectionnée par l'avènement de l'amplificateur de brillance à rayon X en salle opératoire [132].

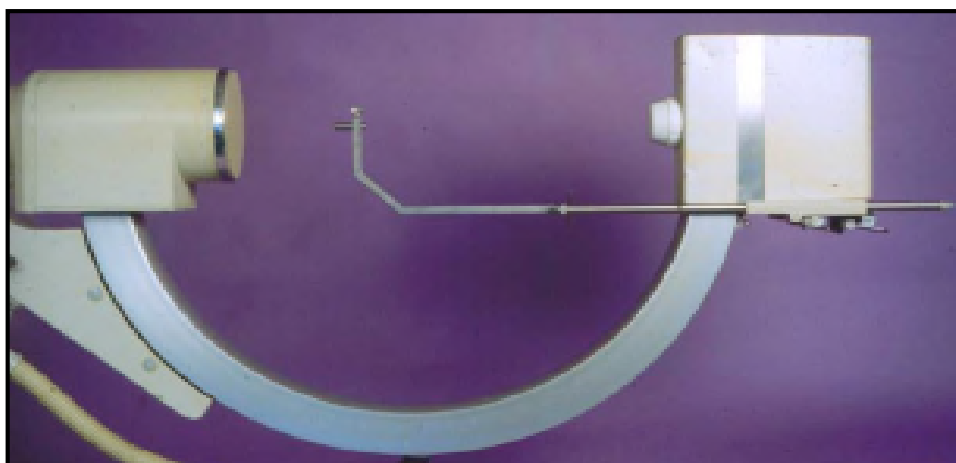


Figure 18- Amplificateur de brillance avec viseur de Grosse et Lafforgue[12,57,131,218]

Cette frénésie à l'enclouage centromédullaire des fractures des os longs a persisté jusqu'à la fin du siècle dernier et de ce début de siècle. En Algérie, une étude a été réalisée en 2016 dans le service de chirurgie orthopédique et de traumatologie au centre hospitalier universitaire de Tizi Ouzou [89], montrant les différentes modifications apportées aux clous

Historique de l'enclouage centromédullaire

centromédullaire notamment le clou gamma depuis les années 80 à ce jour. L'auteur de l'étude ^[89] en l'occurrence a tenté d'expliquer la dynamique des rapports qui animent les différents concepteurs afin d'adapter, selon les concepts actuels de la recherche, les implants de la meilleure manière qui soit, pour mieux traiter les fractures et les complications qui peuvent en découler.

Les débuts des années 2000, ont été marquées par l'apparition des clous de Grosse et Kempf de deuxième génération avec de nouveaux design plus performants notamment sur les plans anatomique et mécanique, ne possédant plus de fentes postérieures et leur forme n'étant plus trifoliée. Ainsi le concept d'enclavement transversal était dès lors abandonné d'une manière définitive. Cette évolution a été marquée par la modification de leur design, les rendant notamment plus performants, autant pour les clous fémoraux que pour les clous tibiaux, et la disposition des orifices de verrouillage proximaux et distaux fut modifiée afin d'élargir les indications aux fractures distales ^[131]. A titre d'exemple, les nouveaux clous tibiaux indiqués pour les fractures diaphysaires tibiales, possèdent des orifices de verrouillage frontaux au niveau proximal (**S2**) avec un béquillage en proximal et en distal (fig.23).

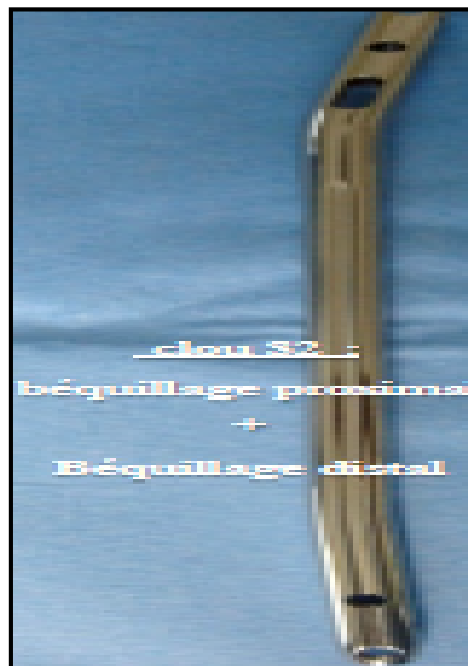


Figure 23- Clou tibial béquillé TN2 (S2)[35 bis]

Historique de l'enclouage centromédullaire

Concernant les derniers implants, on remarque que les clous tibiaux (T2) possèdent un système de verrouillage à stabilité angulaire **ASLS(TN2)** ^[35,35 bis] (fig.24) constitué d'une vis transversale et de deux vis obliques permettant un verrouillage en proximal et en distal dans le sens antéro-postérieur pour les fractures de l'épiphyse proximale et distale. Ce système permet aux clous d'être plus résistants et augmente de ce fait, la stabilité des fragments proximaux et distaux. Ces implants élargissent les indications thérapeutiques de l'enclouage centromédullaire aux fractures métaphyso-épiphysaires proximales et distales du tibia, et certaines fractures intra-articulaires de la tête du tibia ou du pilon tibial ^[35 bis] (Fig.25). Leur utilisation est indiquée aussi dans les os de mauvaise qualité ou dans les pseudarthroses, et préviennent la survenue d'une pullulation microbienne en raison de leur revêtement antibiotique, ce qui en fait des protecteurs supplémentaires contre l'infection osseuse locale ^[35 bis].

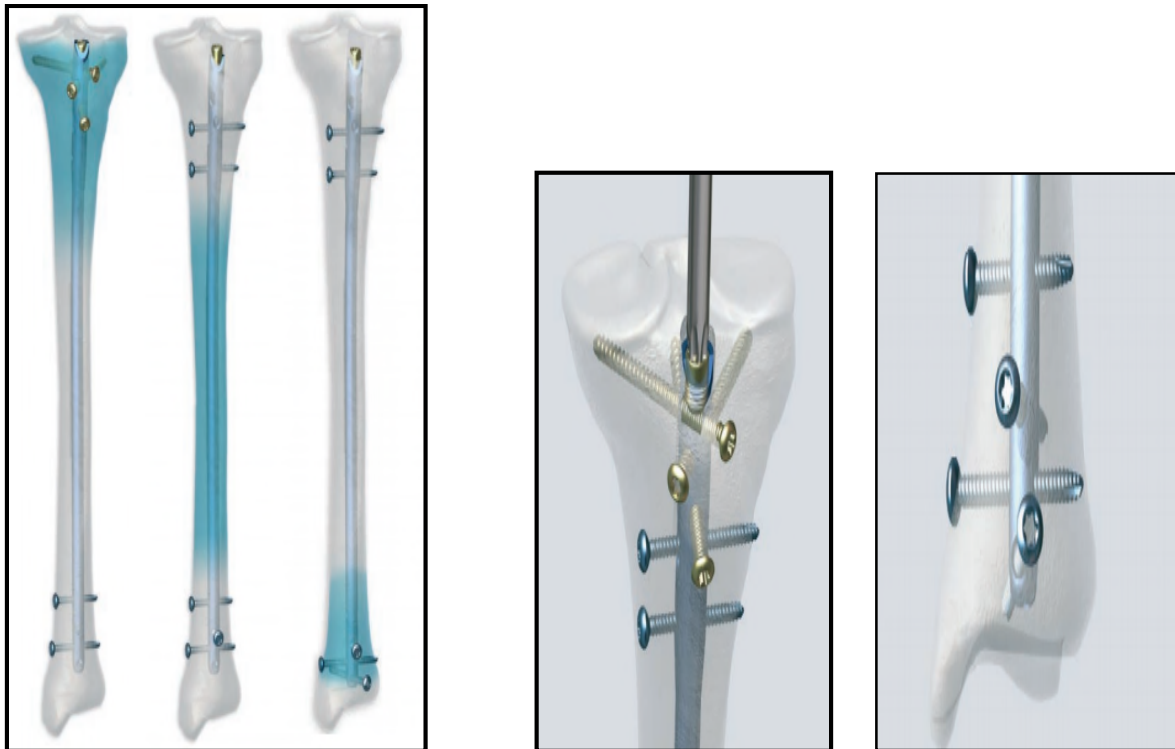
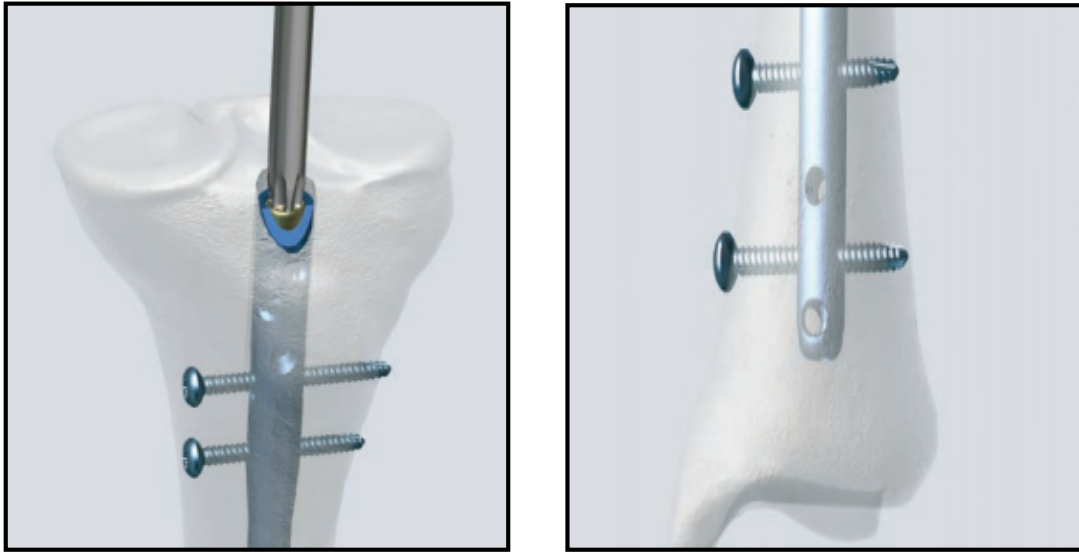


Figure 24- Clou expert TN2 tibial avec système de verrouillage à stabilité angulaire ASLS[35 bis]



(1)

(2)

Figure25-(1) Clou ASLS (TN2) tibial avec verrouillage métaphyso-épiphysaire proximal ; (2) verrouillage métaphyso-épiphysaire tibial distal[35 bis]

Après avoir passé en revue une bonne partie de l'histoire de l'enclouage centromédullaire vieille depuis plus d'un siècle, il faut bien savoir que les implants et les différentes techniques permettant leur mise en place ont évolué considérablement au fil du temps. Nous observons tout au long de cet historique une constance des principes de base de l'enclouage centromédullaire initié par Kuntscher. Par ailleurs, les recherches ainsi que les essais cliniques expérimentaux dans les domaines de la biomécanique et de la physiologie sont appelés à contribuer dans l'avenir au renforcement de la performance des différents implants et d'élargir leurs indications. Cependant, l'intérêt porté par certaines écoles sur l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures fraîches et anciennes des os longs porteurs est basé sur une réelle dynamique, ce qui permettra probablement avec l'avènement de la chirurgie par la navigation informatique ^[143] de ne plus dépendre exclusivement de la fluoroscopie qui reste par ailleurs nocive aussi bien pour le chirurgien que pour le patient ^[38, 41,56].

III

DÉFINITIONS DES PATHOLOGIES DES OS LONGS DU MEMBRE INFÉRIEUR

1- Définition des fractures des os longs (diaphysaires) des membres inférieurs :

Elles se définissent par une rupture de la continuité de l'os ou d'un cartilage dur. Cette rupture de la continuité de l'os est secondaire à un traumatisme direct ou bien indirect dont l'intensité dépasse l'élasticité de l'os. Il s'en produit une déformation de ce dernier qui est le siège d'un ou de plusieurs traits de fractures avec ou sans déplacements des fragments osseux[69]. On distingue les fractures de la diaphyse fémorale et les fractures de la diaphyse tibiale.

1-1-Fractures de la diaphyse fémorale^[77,100] :

Ce sont des fractures extra-articulaires siégeant au niveau du segment diaphysaire du fémur (Fig.26) qui est divisé en trois zones selon Saragaglia ^[100]:

- 1- Zone proximale ou tiers supérieur qui est limité selon l'auteur ^[100] par une ligne oblique en bas et en dedans par rapport à la tangente au bord intérieur des deux trochanters. Entre ces deux lignes oblique et horizontale est délimité un triangle dans lequel le trait de fracture peut se situer en dessous du petit trochanter.
- 2- Zone moyenne ou tiers moyen est représentée par quatre segments qui correspondent aux variations morphologiques de la diaphyse fémorale.
- 3- Zone distale ou tiers inférieur dans laquelle les corticales s'amincissent et sont remplacées par un tissu osseux spongieux dur chez le sujet jeune.

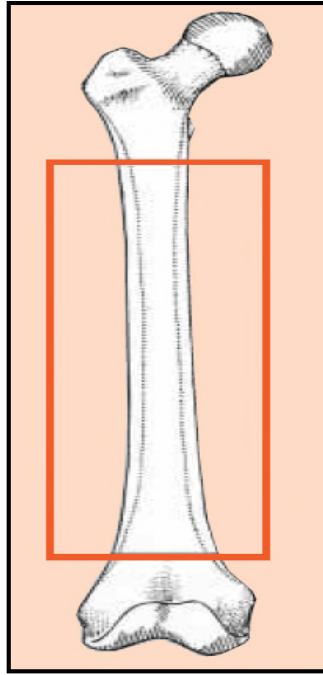


Figure 25 bis - Segment diaphysaire du Fémur[27]

En rouge :*Surface extra-articulaire siégeant au niveau du segment diaphysaire du Fémur divisé en trois zones selon Saragaglia^[100]*

1-2- Fractures de la diaphyse tibiale ^[81 bis, 82, 166,203] :

Ce sont aussi des fractures extra-articulaires siégeant au niveau de la diaphyse de l'un ou des deux os de la jambe (Fig.27). Les limites anatomiques de ces fractures sont définies par Merle d'Aubigné ^[81 bis] comme des fractures dont le ou les traits de fractures se situent entre deux lignes horizontales, l'une supérieure passant par le trou nourricier du tibia et l'autre inférieure à trois centimètres au dessus de l'interligne tibio-talien.

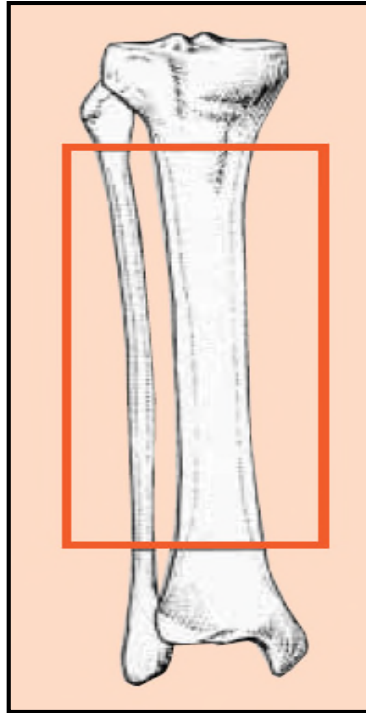


Figure 26- Segment diaphysaire des deux os de la jambe[27]

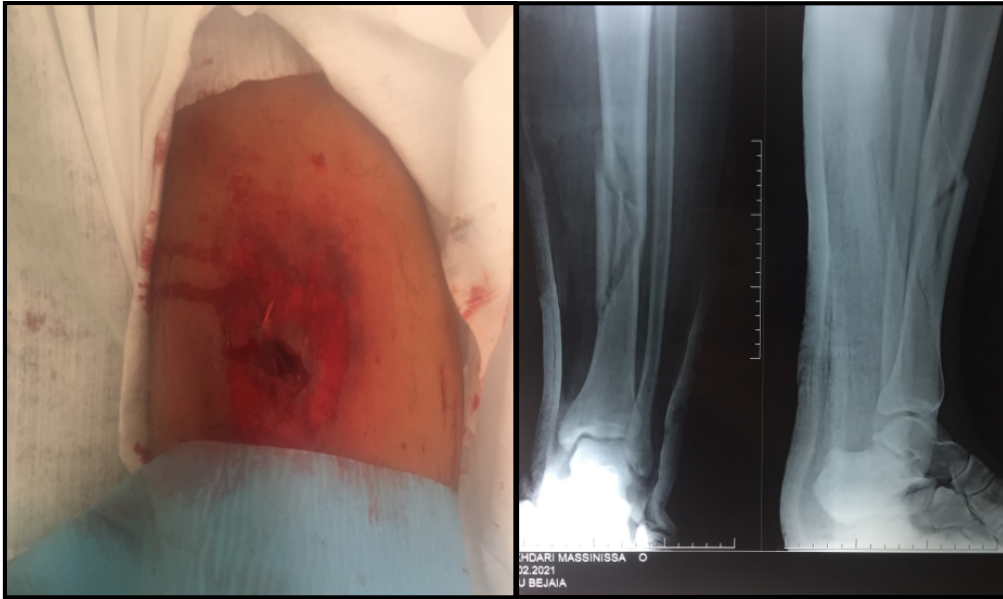
En rouge : *Surface extra-articulaire siégeant au niveau du segment diaphysaire tibio-fibulaire divisé en trois zones selon Saragaglia ^[100]*

1-3- Variété des fractures des os longs :

Il existe plusieurs variétés des fractures des os longs (diaphysaires) ;

1. Fractures récentes d'origine traumatique ouvertes ^[77,82,166,203] :

Contrairement aux fractures fermées, les fractures ouvertes sont des fractures graves caractérisées par une perte de substances cutanées ou musculaires. Ces pertes de substances peuvent se compliquer de surinfections avérées risquant de perturber le processus de consolidation, d'où la particularité de la conduite thérapeutique. D'ailleurs certaines études ^[44,45,46] citées ci-dessus ont démontré que pour les fractures ouvertes de stade 1 et 2a voire 2b de Gustillo et Anderson ^[205], l'enclouage centromédullaire verrouillé immédiat associé à un parage et après une couverture du foyer de fracture par une autogreffe osseuse iliaque cortico-spongieuse en un seul temps est possible.



(1)

(2)



(3)

Figure 26 bis -(1)(2)(3) Fracture ouverte de la jambe de type 1 [205] complexe à la jonction du tiers moyen-tiers inférieur après enclouage centromédullaire verrouillé de façon statique.

2. Fractures sur os pathologique et métastases ^[70,71] :

C'est la conséquence d'un développement de cellules cancéreuses dans le squelette provenant d'une tumeur mère appelée aussi tumeur primitive. Son apparition est la conséquence de l'évolution de la maladie cancéreuse entraînant des douleurs et des fractures pathologiques.



Figure 27-Néoplasie du sein avec fracture fémorale pathologique déplacée et lésions ostéoblastiques du massif trochantérien et du pélvis[523]

3. Pseudarthrose des os longs(PSD) [72] :

Elle se définit par l'absence définitive de la consolidation osseuse du foyer de fracture au delà du délai imparti (plus de six mois) du traumatisme en raison de l'arrêt du processus de guérison. Dans ce cas, elle est dite avérée et touche moins de 5% de fractures.

La pseudarthrose des os longs est classée selon la classification anatomopathologique de Veber et Gech [72] en pseudarthrose aseptique et septique.

Il existe plusieurs variétés de pseudarthroses ;

1) Pseudarthroses vitales réactives :

Elles sont hypertrophiques d'origine mécanique, et sont secondaires à une stabilisation insuffisante du foyer de fracture même si toutefois elles conservent une ostéogénèse active.

2) Pseudarthroses vitales aréactives :

Elles peuvent être dystrophiques partiellement nécrotiques, ou totalement nécrotiques en raison d'une comminution fragmentaire ou d'une infection. Comme elles peuvent être atrophiques d'origine biologique, et sont secondaires à l'absence de tout processus ostéogénique avec des extrémités osseuses résorbées partiellement.

3) Pseudarthroses suppurées :

C'est une complication septique grave des fractures car son évolution est incertaine et leur pronostic est assombri. Le tarissement de l'infection est un préalable avant tout geste de stabilisation et de réparation des parties molles nécessaire à la consolidation osseuse [255,256].



Figure 27 bis- Abord du foyer de pseudarthrose suppurée de la jambe

4) Cals vicieux (CV) des os longs du membre inférieur^[73] :

C'est une consolidation avec déformation de l'os autour de son axe longitudinal. Une des complications des fractures des os longs qui résulte d'un défaut de réduction initiale ou d'un déplacement secondaire négligé, à l'origine d'une consolidation osseuse en position anormale non anatomique entraînant des conséquences fonctionnelles sur le membre fracturé (angulation, déformation et impotence fonctionnelle). Il existe plusieurs morphotypes de cals vicieux, comme les cals vicieux sagittaux, frontaux, et rotatoires. Ils ne sont pas tolérés dans le cas où la valeur angulaire dépasse les 10° [21], toutefois cette dernière varie selon la littérature médicale [77]. Cependant, en l'absence de traitement adapté, l'évolution se fait vers l'arthrose des articulations sus et sous-adjacentes.

Définitions des pathologies des os longs du membre inférieur



(1)



(1)

(3)

Figure 28- (1)(2)(3) Cal vicieux sagittal (récurvatum) de la jambe après enclouage centromédullaire verrouillé de façon dynamique

IV

ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

1- Épidémiologie et incidence des traumatismes sur les fractures des os longs du membre inférieur :

L'incidence moyenne annuelle des fractures des os longs des membres inférieurs varie selon le siège de la fracture. Elle est estimée à 10 pour 100 milles habitants pour les fractures du fémur [74,75] et de 16.9 pour 100 milles habitants pour les fractures de l'arbre tibial [76].

Cette incidence est variable aussi selon l'âge et le sexe des victimes. Chez les personnes jeunes victimes d'un traumatisme violent, que ce soit lors d'accidents sportifs ou d'accidents de la circulation, l'incidence des fractures de la diaphyse fémorale peut atteindre 39 pour 100 milles habitants essentiellement de sexe masculin qui sont les plus exposés à ce type de traumatisme [77]. Cependant, la diaphyse tibiale représente la partie du membre inférieur la plus exposée aux fractures [78,79,80] provoquées par un traumatisme violent. Fréquemment associées à des fractures de la fibula, ces fractures sont fermées comme elles peuvent être ouvertes en raison de la situation anatomique du tibia sous le revêtement cutané, et une faible protection de ce dernier par les parties molles, ce qui peut engendrer des lésions vasculo-nerveuses, bien que rares [81] ou même d'autres lésions faisant évoquer un tableau de poly-traumatisme. La fracture fermée ou ouverte des deux os de la jambe associant la diaphyse tibiale et la fibula reste cependant fréquente [82]. Selon Merle d'Aubigné la fréquence de cette fracture en 1998 était de l'ordre de 15 à 20% [81 bis], avec son lot de complications, comme le syndrome des loges ou les complications cutanées et infectieuses [81]. Cependant, on peut retrouver des fractures du tibia sans pour autant que la fibula ne soit lésée. Ce sont les fractures du tibia à fibula intacte ou fractures isolées du tibia dont la fréquence n'est pas significative [82 bis].

L'incidence de ces fractures a tendance à être importante de nos jours. Pour comprendre ce phénomène, il faut savoir qu'il existe une relation de cause à effet, en rapport avec l'augmentation des accidents de la circulation, particulièrement dans les pays à forte ressource économique ou à revenu intermédiaire^[88] (Fig.28), notamment en Algérie qui compte annuellement plus de 4000 morts par an sur les routes et entre 12.000 et 20.000 blessés dont 8 à 12% restent handicapés à vie [83] selon les statistiques de la gendarmerie nationale.

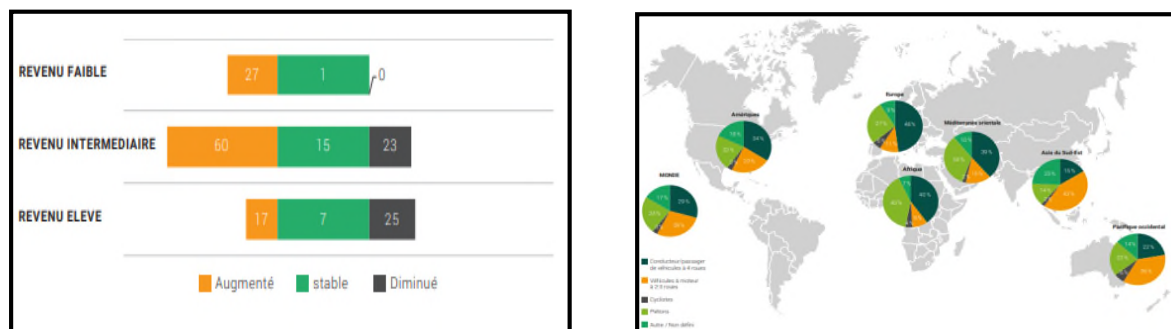


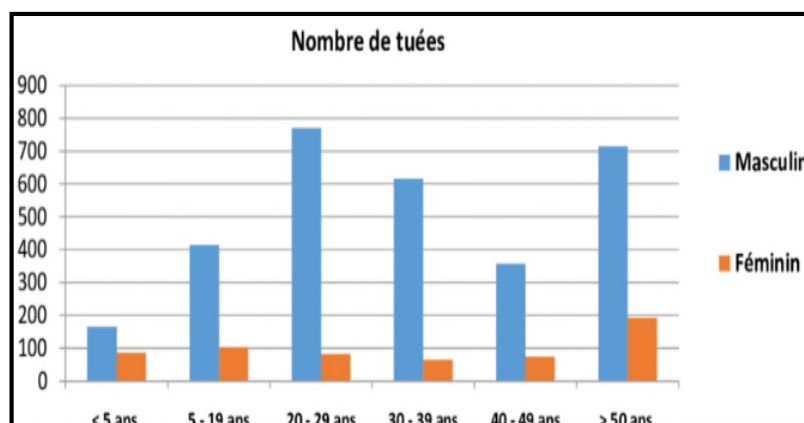
Figure 28 bis- Variation du nombre de décès dus à des accidents de la route depuis 2013 dans les pays par catégorie de revenu[88]

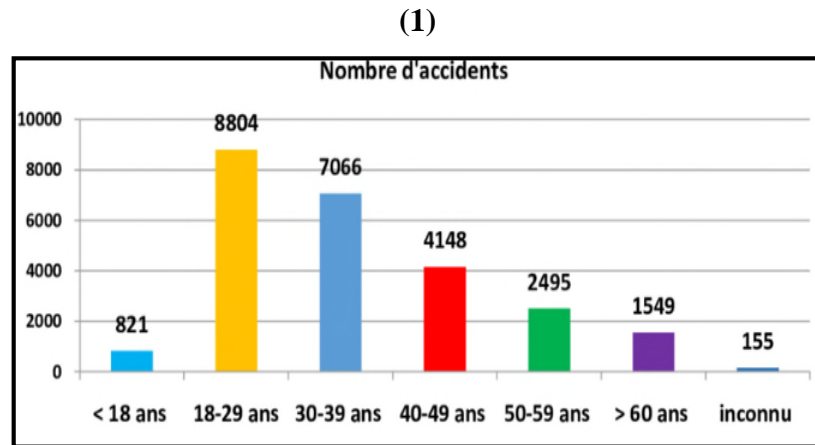
A titre d'exemple, seulement entre l'année 2018 et 2019 sur la rocade sud en allant d'Alger vers Zéralda et sur l'autoroute Est-Ouest, un nombre de 1345 accidents de la circulation a été enregistré [85] (Fig.29). En revanche, pour l'année 2020 le taux d'accidents de circulation sur tout le territoire national s'élève à 20361, ayant engendré 3801 morts et 36657 blessés [84].



Figure 29- Rociade sud d'Alger vers Zéralda

(Sources d'images : Journaux liberté en 2014, et L'expression en 2020)





(2)

**Figure 30- (1) Diagramme montrant le nombre de tués en fonction du sexe des victimes ;
(2) diagramme montrant le nombre d'accidents en fonction de l'âge[88 bis]**

Dans cette étude ^[88 bis], les auteurs ont insisté sur la nécessité de faire une évaluation à l'échelle nationale afin de connaître les causes de l'insécurité routière dont sont victimes les usagers de la route de tout âge en particulier les jeunes adultes. Dans une contribution parue dans le Soir d'Algérie en 2014 et intitulée « les accidents de la circulation, un problème de santé publique » ^[83] le professeur Kara du service d'orthopédie et de traumatologie du centre hospitalo-universitaire de Mustapha-Pacha à Alger, préconise qu'il faut prioriser les actes thérapeutiques pour ces fractures dans tous les services de la chirurgie traumatologique, étant une urgence particulièrement pour les fractures du fémur et les fractures ouvertes de jambe, tandis qu'elle devient relative pour les fractures fermées de l'axe jambier. Par conséquent, il s'agit bien d'un vrai problème de santé publique selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) ^[88]. En revanche, en dehors des accidents de circulation (AC) et de la voie publique (AVP), les femmes ostéoporotiques âgées de plus de 55 ans ^[89 bis] (Fig.31) sont souvent victimes d'accidents domestiques provoquant des fractures fémorales en raison de la perte osseuse et l'amincissement de l'épaisseur des corticales (Fig.32). Ces fractures sont dominées notamment par celles de l'extrémité supérieure du fémur ^[89].

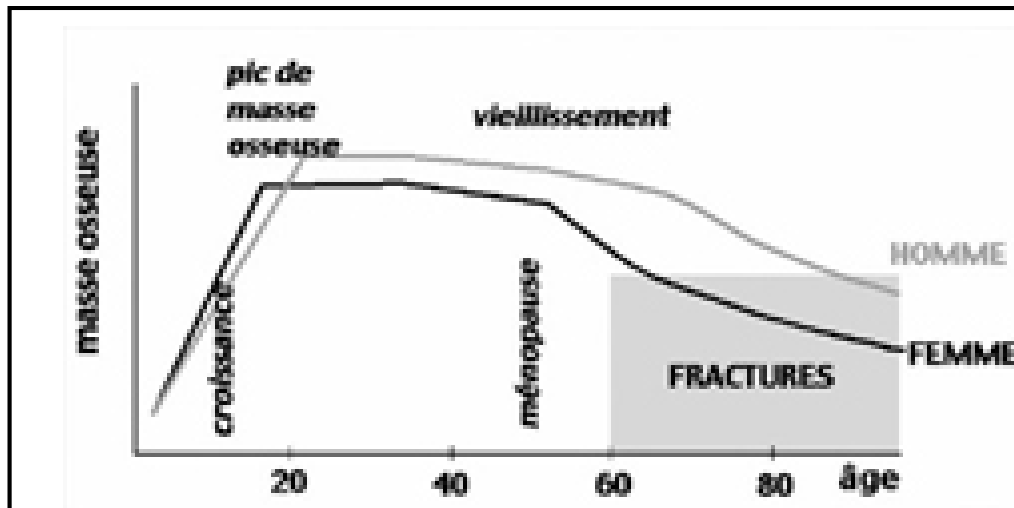


Figure 31- Évaluation comparative de la densité minérale osseuse (DMO) chez l'homme et la femme[89 bis]

V

**ANATOMIE DU MEMBRE
INFÉRIEUR**

1- Anatomie descriptive du membre inférieur :

A- Ostéologie des membres inférieurs :

1- Fémur :

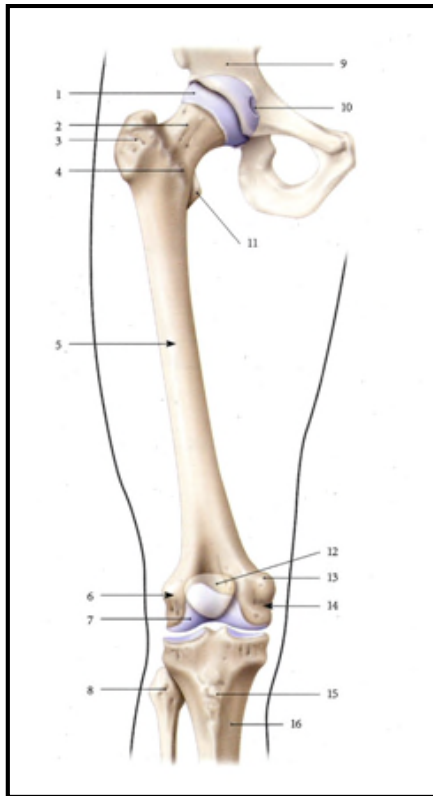
1-1-Description ^[114] (Fig.33) :

Le fémur est l'os le plus long, le plus volumineux et le plus résistant du squelette, pair et non symétrique, représente aussi l'os unique de la cuisse. De forme cylindrique, oblique de haut en bas, de dehors en dedans, et d'avant en arrière, et concave en arrière, composé de trois parties, une diaphyse ou corps fémoral et de deux épiphyses l'une proximale et l'autre distale.

1-1-1- L'épiphyse proximale est insérée obliquement sur la diaphyse et composée de :

- La tête fémorale qui s'articule avec l'os coxal dans la cavité cotyloïdienne qu'on appelle « Acétabulum » formant ainsi la hanche, qui constitue la saillie latérale du bassin.
- Le col jouant le rôle de support de la tête, la reliant au corps fémoral formant avec ce dernier un angle ouvert en bas et en dedans.
- Le massif trochantérien qui unit le col à la diaphyse et possédant deux éminences, le grand trochanter situé en haut et en dehors, et à son angle postéro-interne et inférieur donc en bas et en dedans le petit trochanter unis par la ligne et la crête trochantérique.

1-1-2- L'épiphyse distale large dans le plan transversal, aplatie d'avant en arrière et est composée de deux renflements convexes, plus prononcés en arrière, ce sont les condyles médial et latéral possédant chacun une surface articulaire. Le condyle latéral situé sur le prolongement du corps est séparé du condyle médial très saillant en dedans par une fosse inter-condyloïde composée à sa face antérieure d'une surface patellaire ou d'une gorge trochléenne dans laquelle s'articule la Patella avec le fémur.



Vue antérieure (Ostéologie)

1-Tête fémorale ; 2-col ; 3-grand trochanter ;4- ligne inter trochantérienne ; 5- corps du fémur ; 6-condyle latéral du fémur ; 7-surface patellaire ; 8- Fibula ;9- os coxal ;10- fovéa capitis ;11-petit trochanter ;12-Patella ;13- tubercule de l'adducteur ;14-condyle médial ;15-tubérosité du Tibia ;16- Tibia.



Vue postérieure (Ostéologie)

Figures 33- Vues antérieure et postérieure du Fémur[144]

1- Tête ;2- fovea capitis ;3-Petit trochanter ;4-ligne pectinée ;5-ligne spirale ;6-foramen nourricier ;7- tubercule de l'adducteur ;8-tubérosité supra condyloire ;9- Condyle médial ;10-Tibia ;11-Os coxal ;12-Grand trochanter ;13-col ;14-crête inter trochantérienne ;15-tubercule carré ;16-tubercule gluteale ;17-ligne aspre :18-surface poplitée ;19-surface inter condyloire ;20-fosse inter condyloire ;21-condyle latéral ;22-Fibula.

1-2- Formes anatomiques générales [144, 145, 146, 147, 149, 150] :

1-2-1- Diaphyse fémorale :

Descend de dehors en dedans dans le plan frontal, son grand axe qui est oblique en bas et en dedans et fait un angle de 7° avec l'axe vertical, pour cela que l'épiphyse distale du fémur est plus proche de la ligne médiane que l'épiphyse proximale. Sur un plan biomécanique, cela entraîne la diminution de l'effort de translation latérale du centre de gravité durant la marche. Cette obliquité fait que les genoux soient rapprochés et les hanches écartées par le bassin[146]. Elle a une forme de prisme triangulaire à son tiers moyen incurvée en avant, à concavité postérieure, légèrement tordue sur son axe et possède 03 faces : antérieure, postéro latérale et postéro médiale, et trois bords : latéral, médial et postérieur.

a- Face antérieure [144, 146] :

Elle est convexe verticalement et transversalement et donne insertion au niveau des 2/3 supérieurs au muscle Vaste intermédiaire (VI) du Quadriceps et au 1/3 inférieur au muscle Articulaire du genou (Fig.34) (Fig.35).

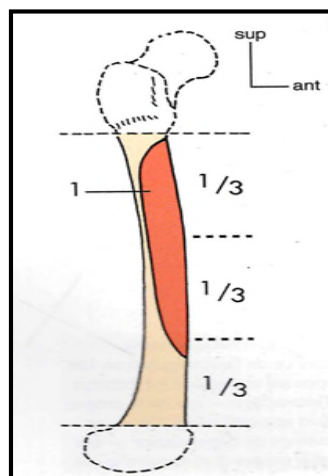


Figure 34- Face antérieure du corps du Fémur[146]

1-Muscle Vaste intermédiaire ; 2- muscle Articulaire du genou.

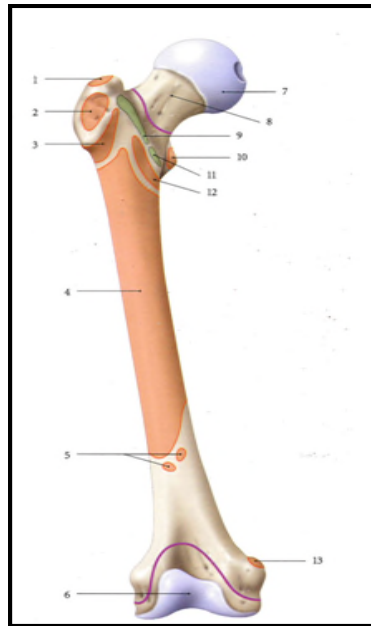


Figure 35- Vueantérieure du Fémur (Myologie) [144]

- **En violet :Capsule articulaire**

1- Muscles pisiforme ; 2- petit fessier ; 3- vaste latéral ; 4- vaste intermédiaire ; 5- articulaire du genou ; 6- surface patellaire ; 7- tête ; 8- Col ; 9- ligne intertrochantérique et ligament ilio-fémoral ; 10- Grand psoas ; 11- ligament pubo-fémoral ; 12- vaste médial ; 13- grand adducteur.

b- Faces postérieures ^[144] (Fig.36) :

Elles sont planes, lisses et symétriques, le muscle Vaste intermédiaire (VI) s'insère du côté latéral sur ses 2/3 supérieurs et le 1/3 inférieur aux fibres musculaires du Vaste latéral (VL).

c- Faces postéro-latérale et postéro-médiale ^[144] :

Leur partie moyenne est large et concave, et leurs extrémités sont étroites et convexes, le muscle Vaste intermédiaire s'insère sur la face postéro-latérale.

d- Bords latéral et médial ^[144] :

Sur lesquels s'insère aussi le muscle Vaste intermédiaire (VI).

e- Bord postérieur (ligne âpre) ^[144] :

C'est la partie complexe de la diaphyse fémorale représentée par une crête osseuse très saillante verticale sur la hauteur du fémur et située entre les faces postérieure et postéro-latérale de ce dernier.

1-2-1-1- Morphologie de la ligne âpre et insertions ^[144, 146] (Fig.36) :

La ligne âpre est divisée en 3 parties, la partie moyenne la plus importante, est composée de 2 lèvres parallèles séparées par un interstice. La partie supérieure est représentée par la trifurcation qui représente la continuité des 2 lèvres de la diaphyse qui divergent en haut par une crête intercalée.

1. Lèvre latérale :

Elle donne insertion sur son versant latéral au muscle vaste latéral (VL) du quadriceps, sur son sommet, au muscle Glutéal au 1/3 supérieur et le court chef du muscle Biceps fémoral aux 2/3 inférieurs (Fig.36).

2. Lèvre médiale :

Elle donne insertion au muscle vaste médial (VM) du quadriceps. Entre les deux lèvres, s'insèrent, les muscles adducteurs long et court de la cuisse, et le muscle pectiné, qui s'insère en haut, sur la branche de trifurcation. Les trous nourriciers de l'os siègent sur cette ligne âpre (Fig.36).

3. La trifurcation :

Elle est représentée sur les branches latérales et médiales par le muscle Vaste latéral (VL) et le muscle Vaste médial (VM) ainsi que le grand Glutéal, le grand Adducteur et le court Adducteur. Sur la branche moyenne par le muscle Pectinée et sur la branche latérale par le muscle court Biceps et le Vaste latéral (VL) (Fig.36).

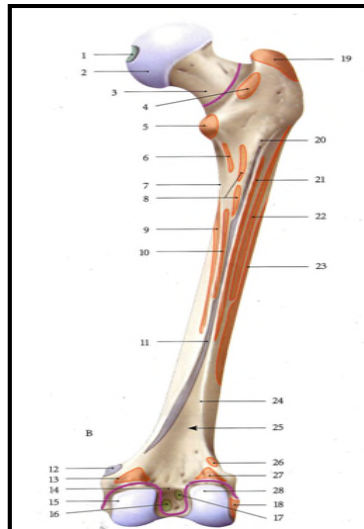


Figure36- Vue postérieure du Fémur (Myologie) [144]

- **En violet : Capsule articulaire**

A- Insertions musculaires sur la ligne âpre.

B- Vue postérieure

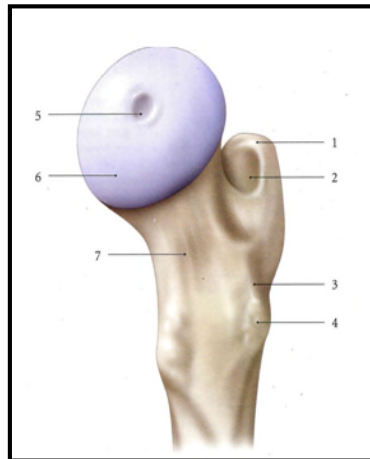
1-Fovéa captis et Ligament de la tête fémorale ; 2- col fémoral ; 3- crête inter trochantérique et muscle carréfémoral ; 4- grand psoas ; 5- lignes et M. pectinée ; 6- ligne spirale ; 7- court adducteur ; 8- vaste médial ; 9- long adducteur ; 10- grand adducteur et ligne supra-condyloire médiale ; 11- tubercule de l'adducteur et muscle grand adducteur ; 12- tubercule supra-condyloire médial et muscle gastrocnémien (chef médial) ; 13- ligne intercondyloire ; 14- condyle médial ; 15- ligament croisé postérieur ; 16- ligament croisé antérieur ; 17- Muscles poplité ; 18- moyen fessier ; 19- tubérosité glutéale et Grand fessier ; 20- tubérosité glutéale et Grand fessier ; 21- biceps fémoral (chef court) ; 22- vaste latéral ; 23- vaste intermédiaire ; 24- ligne supra-condyloire latéral ; 25- surface plantaire ; 26- muscles plantaire ; 27- tubercule supra-condyloire latéral et gastrocnémien (chef latéral) ; 28- condyle latéral.

1-2-2- Extrémité proximale :

Elle est composée de la tête du fémur, du col fémoral et du massif trochantérien.

a- Tête fémorale :

Elle représente les 2/3 d'une sphère limitée par une ligne sinueuse, regarde médialement, en haut, en dedans et légèrement en avant, et constitue avec l'acétabulum de l'os coxal une articulation sphéroïde appelée énarthrose. Creusée au dessous et en arrière de son centre d'une dépression, dénudée de cartilage représentant la fossette du ligament rond ou **Fovéa capitis(FC)** [144].



**Figure 37- Épiphyse proximale du Fémur
Vue postéro-médiale[144]**

1- Grand trochanter ; 2- fosse trochantérique ; 3- crête inter trochantérique ; 4- petit trochanter ; 5- fovéa capitis ; 6- tête ; 7- col fémoral.

b- Col fémoral (anciennement Col anatomique) :

Il est situé entre la tête et le massif trochantérien, dirigé obliquement de haut en bas et de dedans en dehors, de forme cylindrique aplati d'avant en arrière, s'élargissant latéralement. Son grand axe est identique à celui de la tête, formant avec celui du corps du fémur (diaphyse) un angle ouvert en bas et en dedans incliné à 125° appelé **angle d'inclinaison(AI)** [144](Fig.38). Cette ouverture est variable selon le sexe, l'âge et les personnes. C'est le cas de la femme, chez qui l'obliquité de la diaphyse est plus prononcée en raison de l'élargissement des cavités cotyloïdiennes liée à la fonction de parturition [147].

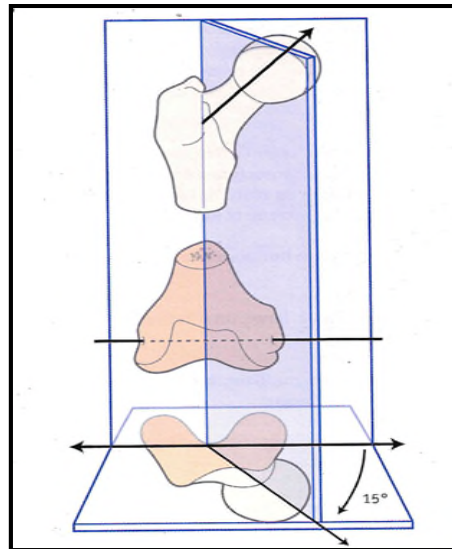


Figure 38- Angle d'inclinaison du Fémur(AI) [144]

A- Axe normal ; B- Coxa-vara ; C- Coxa-valga

Le diagnostic du sexe de l'enfant peut être posé après la mesure de l'angle diaphysaire qui constitue selon Kuhff ^[148] en 1879 un caractère anatomique probant, particulièrement en cas de concordance avec des dimensions linéaires restreintes. Le grand axe du col fémoral forme aussi avec le grand axe de l'épiphyse distale, un angle de 15° ouvert en avant et médialement, appelé angle de déclinaison ^[144](Fig.39).

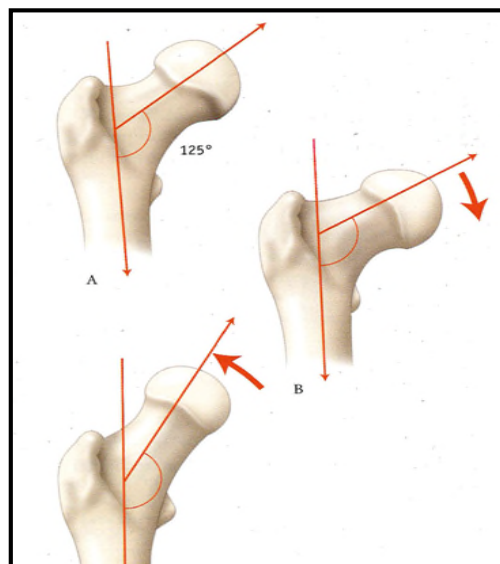


Figure 39- Angle de déclinaison du Fémur[144]

A- Angle normal ; B- Coxa-vara ou coxa-valga ; c - Grand trochanter[144] :

Éminence quadrangulaire supéro-latérale de l'extrémité supérieure du fémur, aplatie de dehors en dedans et limitant la base du col en arrière et en haut, situé dans l'axe de la diaphyse fémorale en dehors de la jonction du col et de la diaphyse. Il s'étend vers l'arrière, à cet endroit sa face médiale délimite la fosse trochantérique qui donne insertion au niveau de sa paroi latérale au muscle obturateur externe. Le grand trochanter possède deux faces, une face latérale qui donne insertion aux muscles moyen et grand fessier ainsi que leurs bourses trochantériques, et une face médiale excavée appelé **Cavité digitale(CD)** qui donne insertion au muscle obturateur externe et aux muscles jumeaux. De plus, il possède quatre bords, le bord supérieur, sur lequel, s'insère le muscle piriforme, et le bord inférieur qui donne insertion au muscle vaste latéral. En revanche, le bord antérieur, donne insertion au muscle petit Fessier, et le bord postérieur, au muscle carré crural.

c- Petit trochanter ^[144] :

Il est situé en dedans, en arrière et en bas de la base du col du fémur, et donne insertion aux muscles grand Psoas et Iliaque. Entre les deux trochanters, la ligne inter trochantérique en avant, et la crête inter trochantérique en arrière, s'éparent le col fémoral de la diaphyse.

d- Crête inter trochantérique ^[149] :

Située à la face postérieure de l'épiphyse proximale, descend du bord postérieur du grand trochanter à la base du petit trochanter du côté médial. Sur sa moitié supérieure, possède un tubercule proéminent appelé **le Tubercule Quadrante(TQ)** ^[149], sur lequel s'insère le muscle carré fémoral.

1-2-3- Extrémité distale ^[146] :

Elle est volumineuse, irrégulière, et plus large dans le sens transversal et sagittal. Elle constitue une articulation portante majeure, constituée de 3 parties, une face antérieure articulaire en bas avec le tibia au niveau du genou, et en avant avec la Patella, la seconde partie est une zone de transition et enfin, la troisième partie représentée par les condyles qui sont déjetés en arrière.

1-2-3-1- Zone de transition ^[146] :

Elle se situe entre la bifurcation de la ligne âpre et les condyles fémoraux. L'épiphyse distale possède plusieurs faces qui sont en continuité avec celle de la diaphyse et la face postérieure ou surface poplitée divisée par la fosse inter-condyloïde en deux renflements, ce sont les condyles fémoraux qui sont convexes, plus prononcés en arrière, et possédant chacun une surface articulaire.

1-2-3-2- Condyles fémoraux ^[144, 150] :

1. Condyle latéral :

Sa situation est plus antérieure et proximale que le condyle médial (Fig.40).

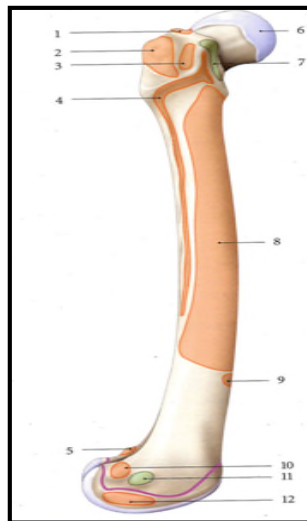


Figure 40- Face latérale du Fémur (épiphyse proximale et distale)[144]

En violet : capsule

1- Muscle piriforme ; 2- muscle moyen fessier ; 3- muscle petit fessier ; 4- muscle vaste latéral ; 5- tubercule de l'adducteur et muscle grand adducteur ; 6- tête ; 7- ligament ilio-fémoral ; 8- muscle vaste intermédiaire ; 9- muscle articulaire du genou ; 10- chef latéral du muscle gastrocnémien ; 11- épicondyle latéral et ligament collatéral fibulaire ; 12- muscle poplité.

2. Condyle médial :

Le condyle médial plus grand, très postérieur et distal que le condyle latéral. Ces deux condyles possèdent plusieurs faces, la face antérieure qui se distingue par la présence d'une surface patellaire qui s'articule avec la rotule, et une face latérale représentée par l'épicondyle latéral sur lequel s'insère le chef latéral du muscle Gastrocnémien (anciennement

muscle Jumeau du triceps sural), le muscle poplité et le ligament collatéral péronier (LCP). A l'opposé la face médiale, est représentée par l'épicondyle médial, sur lequel, s'insère le chef médial du muscle Gastrocnémien et le ligament collatéral tibial (LCT). Enfin, la face supérieure est soudée à la diaphyse ou le corps fémoral ^[144](Fig.41).

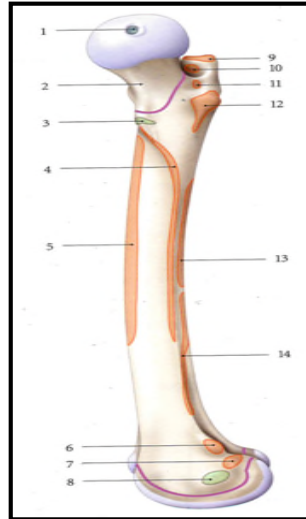


Figure 41- Face médiale du Fémur (épiphyse proximale et distale)[144]

1- *Fovéa capitis* ; 2- *col* ; 3- *ligament pubo-fémoral* ; 4- *ligne spirale et muscle vaste médiale* ; 5- *muscle vaste intermédiaire* ; 6- *tubercule de l'adducteur* ; 7- *chef médial du muscle gastrocnémien* ; 8- *épicondyle médial et ligament collatéral tibial* ; 9- *muscle piriforme* ; 10- *muscles obturateur interne et jumeaux* ; 11- *muscle obturateur externe* ; 12- *muscle grand psoas* ; 13- *muscle long adducteur* ; 14- *muscle adducteur*.

2- Tibia :

2-1- Description ^[144, 145, 150](Fig.46) :

C'est le principal os porteur de la jambe, le plus gros des deux os, et le plus médial. Il est long, pair et non symétrique et s'articule en haut par l'épiphyse proximale qui est représentée par les surfaces articulaires supérieures tibiales médiale et latérale qui sont en rapport avec les condyles fémoraux. En bas, le tibia coiffe le talus par l'intermédiaire de l'épiphyse distale qui est représentée par la surface articulaire tibiale inférieure et la surface articulaire de la malléole médiale. L'épiphyse tibiale distale a des rapports intimes avec la fibula. Latéralement, le tibia s'articule avec la fibula, par l'intermédiaire de la membrane interosseuse. En haut, il s'articule avec la fibula par l'intermédiaire de la facette articulaire

fibulaire et en bas par l'échancrure fibulaire ou syndesmose. Le tibia forme avec la fibula le cadre tibio-fibulaire ^[150]. Ce rapport intime du tibia avec la fibula (Fig.46) joue un rôle fondamental au niveau de la cheville, constituant la pince malléolaire. L'épiphyse tibiale proximale est volumineuse et en rapport avec les tendons provenant de la cuisse. L'épiphyse distale est représentée par la malléole latérale et la surface articulaire. La loge médiale de la jambe au niveau de la diaphyse n'existe pas, car il n'y a pas de muscles de ce côté de l'os qui est séparée de la fibula par la membrane inter-osseuse (MTO), sauf les tendons des muscles de la Patte d'oie (MPO).

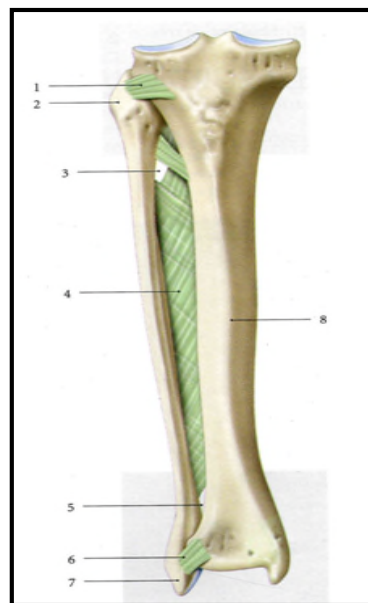


Figure 42- Vue antérieure du cadre tibio-fibulaire[144]

1- Ligament antérieur de la tête fibulaire ;2- tête de la Fibula ; 3- orifice de passage de l'artère et des veines tibiales antérieures ;4- membrane interosseuse ;5- orifice de passage de la branche antérieure de l'artère fibulaire ;6- ligament tibio-fibulaire antérieure ;7- malléole latérale ;8- Tibia.

2-2- Formes anatomiques générales du tibia [2, 144, 145, 146, 149, 150] :

2-2-1- Diaphyse tibiale :

C'est un os triangulaire en forme de prisme à la coupe au tiers moyen, légèrement contournée en S inversé à concavités latérale en haut, et médiale en bas. On lui décrit trois faces : médiale, latérale et postérieure, et trois bords : antérieur, médial et inter-osseux.

a- Face médiale :

Sous le revêtement cutané, légèrement convexe d'avant en arrière, et plane de haut en bas, au niveau du $\frac{1}{4}$ supérieure, elle donne insertion aux 3 tendons de la patte d'oie, en avant le muscle sartorius, en arrière de ce dernier le muscle gracile et le muscle semi-tendineux, ainsi que le ligament collatéral tibial (LCT) du genou provenant de l'épicondyle médial du genou, et au niveau des $\frac{3}{4}$ inférieurs, elle donne insertion au fascia superficiel (Fig.47).

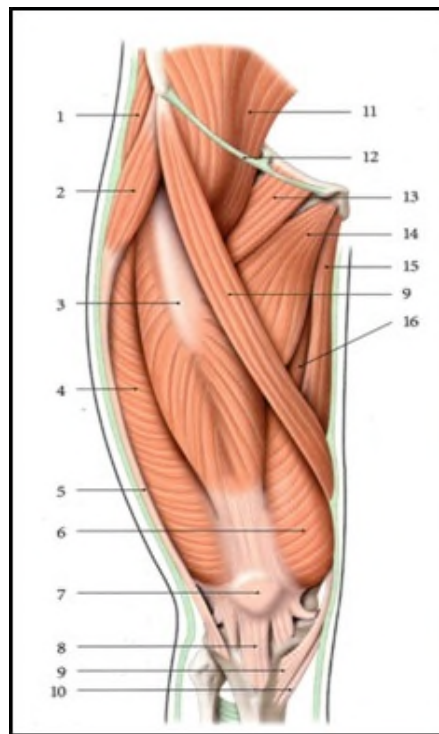


Figure 43- Face médiale du corps avec les muscles de la patte d'oie[144]

1- Muscle moyen fessier ; 2- muscle tenseur du fascia-lata ; 3- muscle droit fémoral ; 4-muscle vaste latéral ; 5- tractus ilio-tibial ; 6- muscle vaste médial ; 7- Patella ; 8- ligament patellaire ; 9- muscle sartorius ; 10- muscle semi-membraneux ; 11- muscle ilio-psoas ; 12- ligament inguinal ; 13- muscle pectiné ; 14- muscle long adducteur ; 15- muscle gracile ; 16- Muscles gracile.

b- Face latérale :

Elle donne insertion sur ses deux tiers supérieurs au muscle Tibial antérieur (Fig.48).

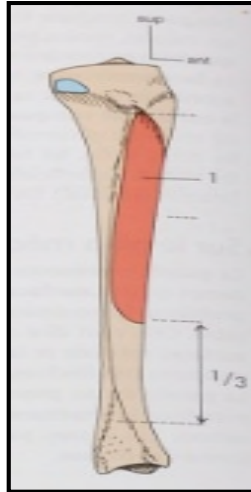


Figure 44- Face latérale du corps tibial, lieu d'insertion du tibial antérieur [146]

1- Muscle Tibial antérieur.

c- Face postérieure :

Devisée en deux régions par une crête qui donne insertion au muscle soléaire : c'est la ligne du muscle soléaire. Au dessus de cette ligne s'insère le muscle poplité, et en dessous sur le versant médial les muscles soléaire et le long fléchisseur des orteils (LFO), enfin sur le versant latéral le muscle tibial postérieur (TP) (Fig.49).

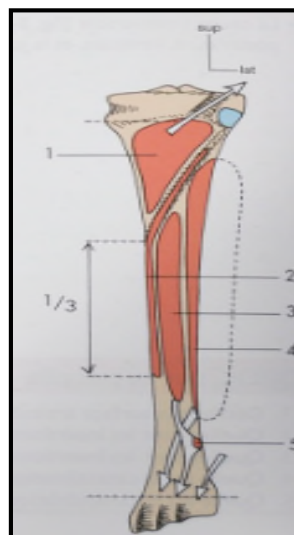


Figure 45- Face postérieure du corps[146]

1- Muscles poplité ; 2- Soléaire ; 3- Long fléchisseur des orteils (LFO) ; 4- Tibial postérieur ; 5- Arcade du long fléchisseur des orteils.

d- Bord antérieur ou crête tibiale :

Saillant sous la peau et palpable, naît du bord latéral de la tubérosité tibiale et se termine sur le bord antérieur de la malléole interne (Fig.50).

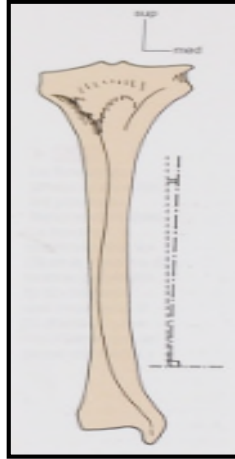


Figure 46- Face antérieure et légère inclinaison de l'axe mécanique tibial [146]

e- Bord médial :

Se termine sur le bord postérieur de la malléole médial (Fig.51b).

f- Bord interosseux :

Donne insertion à la membrane inter-osseuse (MIO) (Fig.51a)

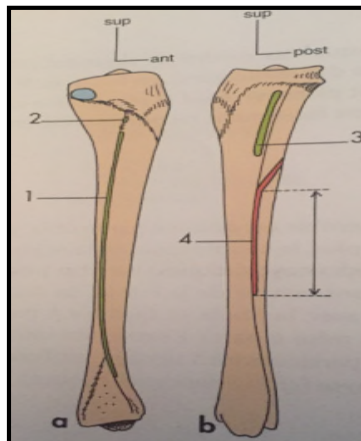


Figure 47- Bords interosseux (a) et médial (b)[146]

1-Membrane interosseuse ; 2- Corde oblique ; 3- Ligament collatéral tibial LCT)

2-2-2- Epiphyse proximale ou plateau tibial[146] :

Déjetée en arrière, volumineuse et élargie dans les plans transversal et sagittal, de forme pyramidale quadrangulaire a base supérieure, assure la transmission du poids du corps [149].

Elle est constituée de deux éminences représentées par le condyle latéral et le condyle médial, tout deux aplatis dans un plan horizontal, composés de structures capsulo-ligamentaires dont le rôle est d'assurer les défenses périphériques du genou [2].

L'épiphyse proximale du tibia possède trois faces, supérieure, antérieure, postérieure.

a- Face supérieure ou plateau tibial [2, 146](Fig.52) :

Représentée par les surfaces des deux condyles qui sont articulaires dénommées surfaces articulaires tibiales supérieures séparées par un espace inter-condyloire qui contient les ligaments croisés et les cartilages inter articulaires du genou appelés les ménisques. L'ensemble forme le plateau tibial qui s'articule avec l'extrémité distale du fémur.

b- Face antérieure de l'épiphyse proximale du tibia ou tubérosité tibiale :

Formée d'une protubérance osseuse palpable sous le revêtement cutané, de forme triangulaire à base supérieure, située entre les deux condyles et donne insertion au tendon patellaire qui est en continuité avec les fibres musculaire du vaste médial et latéral du quadriceps (Fig.53).

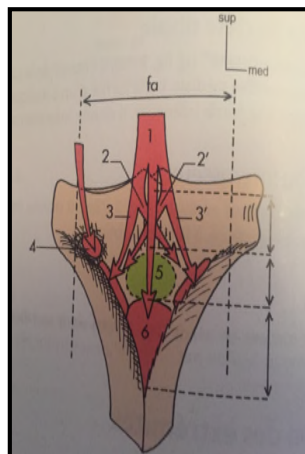


Figure 48- Face antérieure de l'épiphyse proximale du tibia ou tubérosité tibiale[146]

1-Tendon quadricipital ; 2,2'- Fibres croisées des vastes latéral et médial ; 3,3'- Fibres directes des vastes latéral et médial ; 4- Insertion du tractus ilio-tibial (TFL) ; 5- Emplacement de la bourse synoviale retro-tendineuse ; 6- Tendon patellaire.

c- Face latérale :

Donne insertion a sa partie antérieure en haut, au tractus ilio-tibial sur le tubercule infra-condyloire (**Tubercule de Gerdy**) et d'arrière en avant aux muscles biceps fémoral, le long fibulaire (LF), le muscle Tibial antérieur (TA), le long extenseur des orteils (LEO) (Fig.54).

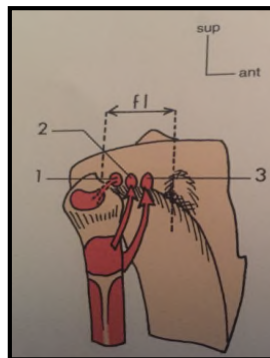


Figure 49- Face latérale de l'épiphyse proximale du Tibia[146]

1-Expansion du biceps ; 2- Expansion du long fibulaire ; 3- Expansion du long extenseur des orteils (LEO).

d- Face médiale :

Possède un sillon postéro-médial dans lequel passe le tendon réfléchi du muscle semi-membraneux (Fig.55).

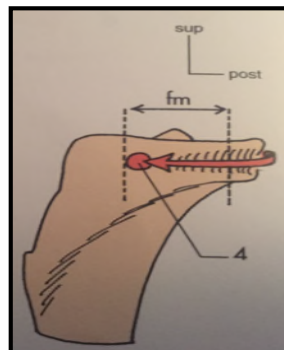


Figure 50- Face médiale de l'épiphyse proximale du Tibia[146]

1-Tendon réfléchi du semi-membraneux

e- Face postérieure :

Convexe aussi, prolonge la face postérieure de la diaphyse. Divisée en deux par une crête oblique en haut et en dehors, donne insertion au muscle soléaire et au muscle poplité. Du côté médial, elle présente un sillon malléolaire dans lequel glissent les tendons du muscle tibial postérieur (TP) et le long fléchisseur des orteils (LFO) et du côté latéral, on retrouve un sillon moins important pour le passage du tendon du long fléchisseur de l'hallux (LFH)[144].

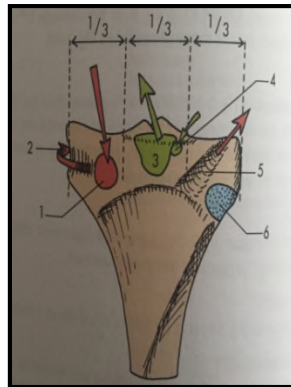


Figure 51- face postérieure de l'extrémité supérieure du Tibia [146]

1- Tendon direct du semi-membraneux ; 2- Tendon direct du semi-membraneux ; 3- Ligament croisé postérieur (LCP) ; 4- Ligament poplité arqué ; 5- Sillon du poplité ; 6- Facette fibulaire.

2-2-3- Épiphyse distale [146] :

Moins volumineuse que l'épiphyse proximale, aplatie d'avant en arrière et prolongée en bas de son côté médial par la malléole médiale, elle présente cinq faces : antérieure, postérieure, inférieure, médiale et latérale.

a- Face antérieure :

Convexe et lisse, prolonge la face latérale de la diaphyse et près de son bord s'insère les tendons releveurs du pied (Fig.57).

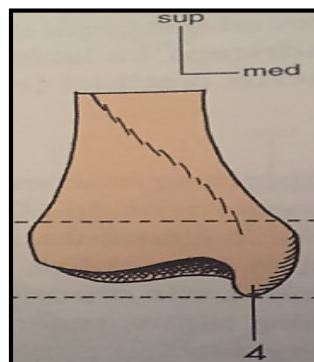


Figure 52- Epiphyse distale du Tibia (Face antérieure)[146]

4- Malléole médiale.

b- Face postérieure :

Constituée de 3 sillons qui permettent le passage de dedans en dehors aux 3 tendons profonds de la loge postérieure, le tibial postérieur (TP), le long fléchisseur des orteils (LFO), et le long fléchisseur de l'hallux (LFH) (Fig.58).

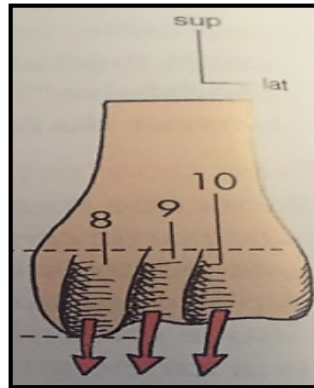


Figure 53- Epiphyse distale du Tibia (Face postérieure)[146]

8- Sillon du tibial postérieur ; 9- Sillon du long fléchisseur des orteils (LFO) ; 10- Sillon du long fléchisseur de l'hallux.

c- Face inférieure :

Articulaire située sous le pilon tibial, comporte deux surfaces articulaires (Fig.59):

- 1- Une surface articulaire tibiale inférieure convexe sur le plan transversal, et concave sur le plan sagittal, s'articule avec la trochlée du talus.
- 2- Une surface articulaire de la malléole médiale Convexe et triangulaire à base antérieure, est en rapport avec la surface malléolaire du talus.

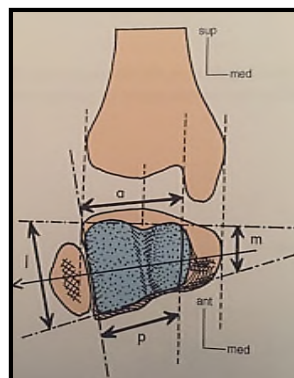


Figure 54- Épiphyse distale du Tibia (Face inférieure)[146]

a- Bord antérieur ; b- Bord postérieur ; i- Bord latéral ; m- Bord médial

Le bord antérieur est plus long que le bord postérieur ; le bord latéral est plus long que le bord médial

d- Face médiale :

Se prolonge en bas par la malléole médiale. Sa face latérale est le débordement de la face inférieure du pilon tibiale au niveau de sa surface articulaire qui en rapport avec la surface médiale du talus. Elle présente un sillon à son bord postérieur permettant le passage du tendon tibial postérieur (Fig.60).

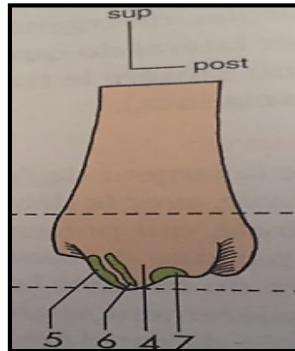


Figure 55- Épiphyse distale du Tibia (Face médiale)[146]

4-Malléole médiale ; 5- Plan profond du ligament collatéral tibial (LCT) ; 6- Plan superficiel du LCT de la cheville (Faisceau antérieur) ; 7- Plan profond du LCT de la cheville (Faisceau postérieur).

e- Face latérale :

Elle présente une gouttière et 2 tubercules dans lesquels se trouvent les ligaments tibio-fibulaire inférieurs antérieur et postérieur.

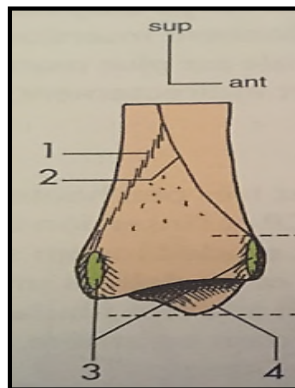


Figure 56- Épiphyse distale du Tibia (Face latérale)[146]

1-Crête oblique; 2-Bord latéral de l'os; 3-Tubercules de la face latérale ; 4-Malléole médiale

B- Éléments vasculo-nerveux du membre inférieur ^[144, 145, 150] :

1- Réseau artériel (Fig.87) :

1-1- Artères de la hanche et de la cuisse ^[145, 150] :

La vascularisation de la cuisse est assurée par un réseau richement vascularisé, constitué des artères obturatrice, fémorale superficielle, et fémorale profonde de la cuisse qui se bifurque en deux branches, donnant, les artères circonflexes médiale et latérale.

1-1-1- Artère obturatrice :

Elle parcourt le canal obturateur, donne deux branches antérieure et postérieure.

C'est l'artère du ligament rond de la tête fémorale, qui contribue accessoirement à la vascularisation de la tête fémorale.

1-1-2. Artère fémorale superficielle :

Elle est située dans le trigone fémoral, parcourt la face médiale de la cuisse entre les muscles vaste médial et long adducteur, elle passe par le canal des adducteurs, puis traverse le hiatus tendineux du muscle adducteur, et donne l'artère fémorale profonde, pour devenir l'artère poplitée à la face postérieure du genou. Au court de son trajet, elle donne plusieurs branches :

1. L'artère circonflexe iliaque superficielle
2. L'artère épigastrique superficielle
3. L'artère pudendale externe superficielle et profonde ;
4. La branche articulaire et la branche saphène issues de l'artère poplitée.

1-1-3-Artère fémorale profonde :

Nait de l'artère fémorale dans le trigone fémoral (**anciennement triangle de Scarpa**), et responsable de la vascularisation des faces antérieure et médiale de la cuisse. Elle donne naissance aux artères circonflexes médiale et latérale qui à leur tours, donnent plusieurs branches (Fig.86).

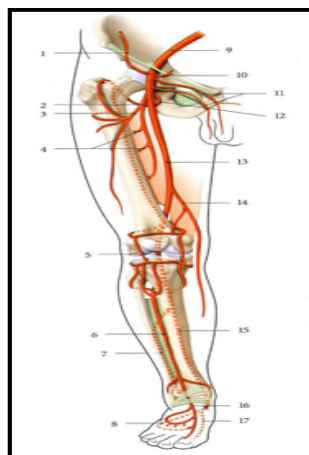


Figure 57- Artère principales du membre inférieur [144]

1- Artère circonflexe iliaque superficielle ; 2- artère fémorale profonde ; 3- artère circonflexe latérale de la cuisse ; 4- artères perforantes ; 5- artère poplitée ; 6- artère tibiale antérieure ; 7- artère fibulaire ; 8- artère plantaire latérale ; 9- artère iliaque externe ; 10- artère épigastrique superficielle ; 11- artère fémorale ; 12- artère circonflexe médiale ; 13- artère fémorale ; 14- artère descendante du genou ; 15- artère tibiale postérieure ; 16- artère dorsale du pied ; artère plantaire médiale.

1. Artère circonflexe médiale :

Elle passe entre les muscles pectinés et ilio-psoas, et se dirige vers la face postérieure du col fémoral afin de permettre son irrigation.

2. Artère circonflexe latérale :

Elle passe sous les muscles sartorius et droit fémoral, et donne plusieurs branches, certaines sont extra-capsulaires irrigant la face antérieure du col et du massif trochantérien.

D'autres branches sont articulaires intra-capsulaires responsables de l'irrigation de la tête fémorale à sa face postérieure, d'où le risque accru de survenue d'une ostéo-nécrose en cas de lésions.

3. Artères glutéales supérieures et inférieures :

Elles contribuent à la vascularisation de la région glutéale. Durant la vie intra-utérine l'artère glutéale inférieure est considérée comme la principale artère du membre inférieure ^[145].

3.1- Artère glutéale supérieure :

Passes en arrière entre le tronc lombo-sacral et la première racine sacrale antérieure et accompagnée par le nerf glutéal supérieur en sortant du pelvis. Elle se termine en deux branches superficielle et profonde.

3.2- Artère glutéale inférieure :

Descend en avant du plexus sacral entre les racines sacrales antérieures S3-S4-S5 et accompagnée par le nerf sciatique et le nerf cutané postérieur de la cuisse en dehors du pelvis. Elle se termine en deux branches, glutéale et fémorale.

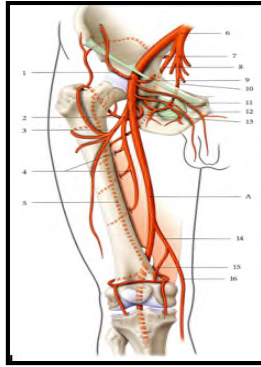


Figure 58- Réseau artériel de la hanche et de la cuisse (vue antérieure) [144]

1-Artère circonflexe iliaque supérieure ;2- artère fémorale profonde ;3- artère circonflexe latérale de la cuisse ;4- artères perforantes ;5- artère poplitée ;6- artère tibiales antérieure ; 7- artère fibulaire ; 8- artère plantaire latérale ;9- artère iliaque externe ;10- artère épigastrique superficielle ;11- artères pudendales externes ; 12- artère circonflexe médiale de la cuisse ;13- artère fémorale ;14- artère descendante du genou ;15- artère tibiale postérieure ; artère dorsale du pied ;17- artère plantaire médiale.

1-2- Artères de la jambe [144,145, 150] :

Elles prennent leur origine de l'artère fémorale profonde (Fig.88).

1-2-1- Artère poplitée :

Elle se dirige vers la fosse poplitée pour se terminer dans le muscle poplitée, et assure en donnant des collatérales, la vascularisation du genou.

1-2-2-Artère tibiale antérieure :

Elle prend son origine dans la fosse poplitée, passe à travers les deux chefs du muscle tibial postérieur et la membrane interosseuse, puis la face antérieure de la membrane avec le nerf fibulaire profond. Elle donne plusieurs branches notamment la malléolaire antéro-médiale et postéro-médiale ainsi que l'artère pédieuse et assure la vascularisation des muscles de la loge antérieure de la jambe.

1-2-3-Artère tibiale postérieure :

Elle passe de la fosse poplitée vers la loge postérieure de la jambe avec le nerf tibial postérieur, puis passe en arrière de la malléole médiale. Elle donne aussi plusieurs branches et assure la vascularisation des muscles des loges postérieure et latérale de la jambe.

1-2-4 Artère fibulaire :

C'est une branche de l'artère tibiale postérieure qui irrigue les muscles de la loge latérale de la jambe.

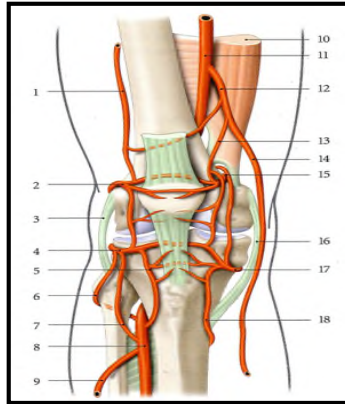


Figure 59- Réseau artériel du genou (vue antérieure) [144]

1- Branche descendante de l'artère circonflexe latérale de la cuisse ; 2- artère supéro-latérale du genou ; 3- ligament latéral ; 4- artère inféro-latérale du genou ; 5- artère récurrente tibiale antérieure ; 6- artère circonflexe de la fibula ; 7- artère récurrente fibulaire antérieure ; 8- artère tibiale antérieure ; 9- artère des muscles fibulaires ; 10- muscle grand adducteur ; 11- artère fibulaire ; 12- artère descendante du genou ; 13- artère articulaire ; 14- artère saphène ; 15- artère supéro-médiale du genou ; 16- ligament médial ; 17- artère inféro-médiale du genou ; 18- artère récurrente tibiale médiale.

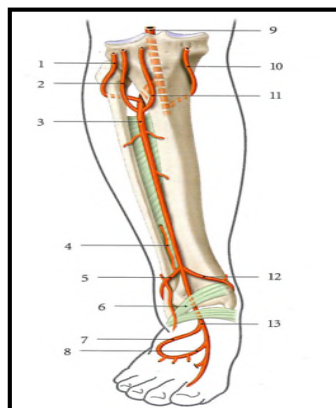


Figure 60- Réseau artériel de la jambe (vue antérieure) [144]

1- Artère circonflexe de la Fibula ; 2- artère récurrente fibulaire antérieure ; 3- artère tibiale antérieure ; 4- réseau perforant de l'artère fibulaire ; 5- artère malléolaire antéro-latérale ; 6- rétinaculum des extenseurs ; 7- artère tarsienne latérale ; 8- artère arquée ; 9- artère poplitée ; 10- artère récurrente ; 11- artère récurrente ; 12- artère malléolaire antéro-médiale ; 13- artère dorsale.

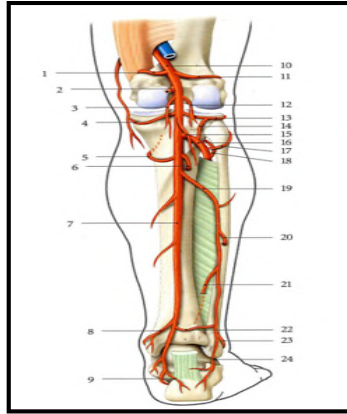


Figure 61- Réseau artériel du genou et de la jambe (vue postérieure) [144]

1- Artère supéro-médiale du genou ; 2- artère moyenne du genou ; 3- artère surale médiale ; 4- artère inféro-médiale du genou ; 5- artère récurrente tibiale médiale ; 6- artère nourricière du Tibia ; 7- artère tibiale postérieure ; 8- artère malléolaire postéro-médiale ; 9- réseau calcanéens médiaux ; 10- artère poplitée ; 11- artère supéro-latérale du genou ; 12- artère surale latérale ; 13- artère inféro-latérale du genou ; 14- artère récurrente tibiale postérieure ; 15- artère du soléaire ; 16- artère tibiale antérieure ; 17- artère circonflexe de la fibula ; 18- artère récurrente tibiale antérieure ; 19- artère fibulaire ; 20- artère nourricière de la fibula ; 21- réseau perforant ; 22- réseau communicant ; 23- artère malléolaire postéro-latérale ; 24- réseau calcanéen latéral.

2- Nerfs ^[145, 150] :

L'innervation de la hanche et de la région de la cuisse est assez particulière, elle est assurée par des branches provenant des plexus lombal et sacral (Fig.92, 93, 94,95).

2-1- Nerf génito-fémoral (L1-L2) (anciennementnerf génito-crural ou honteux externe) :

Il provient de la division antérieure du plexus lombal, et responsable de la sensibilité de la face antéro-médiale de la cuisse par sa branche fémorale, et de la sensibilité des organes sexuels par sa branche génitale.

2-2- Nerf obturateur (L2-L4) :

Nerf mixte constituant une branche terminale antérieure du plexus lombal, se divise en branches antérieures et postérieures et responsable de la sensibilité et de la motricité de la région médiale de la cuisse.

2-3- Nerf cutané latéral de la cuisse (L2-L4) (anciennement le fémoro-cutané) :

Nerf sensitif qui provient de la division postérieure du plexus lombal et innerve la face latérale de la cuisse.

2-4- Nerf fémoral (L2-L4) (anciennement nerf crural) :

Nerf sensitivo-moteur qui provient également de la division postérieure du plexus lombal et assure l'innervation sensitive et motrice de la face antéro-médiale de la cuisse par ses branches antérieure et postérieure, et seulement l'innervation sensitive de la jambe.

2-5- Nerf tibial (L4-S3) (anciennement nerf sciatique poplité interne) :

C'est l'une des branches terminales du nerf ischiatique issu de la division antérieure du plexus sacral, et responsable de la motricité de la loge postérieure de la cuisse, et de l'articulation du genou, il assure aussi l'innervation sensitive de la face postéro latérale proximale et distale de la jambe, et l'innervation motrice de la loge superficielle et profonde de la jambe ainsi que la plante du pied et les orteils.

2-6- Nerf fibulaire commun (L4-S2) (anciennement le nerf poplité externe) :

Il provient de la division postérieure du plexus sacral et assure l'innervation motrice de la face postérieure de la cuisse ainsi que l'innervation sensitivomotrice de la loge antérieure et latérale de la jambe.

2-7- Nerf cutané postérieur de la cuisse (S1-S3) :

C'est une branche collatérale dorsale du plexus sacral qui est responsable de la sensibilité de la face postérieure de la cuisse.

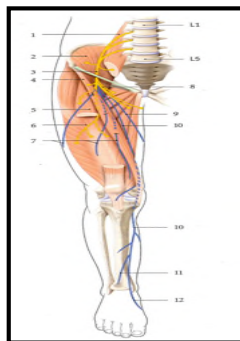
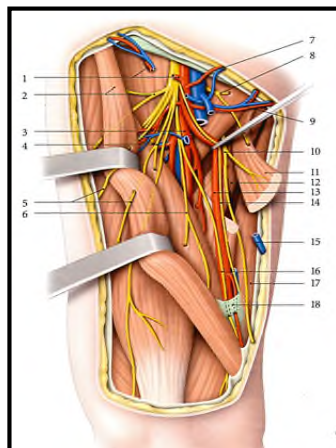


Figure 62- Branches du nerf cutané et du nerf fémoral de la cuisse [144]

1- Muscle grand psoas ; 2- muscle iliaque ; 3- nerf fémoral ; 4- muscle sartorius ; 5- muscle droit fémoral ; 6- muscles vaste latéral et médial ; 7- nerfs cutanés antérieurs de la cuisse ; 8- rameau musculaire médial ; 9- nerf cutané médial ; 10- nerf saphène ; 11- branche antérieure ; 12- branche postérieure.



Figures 63-Innervation de la hanche et de la cuisse (vue antérieure) [144]

1- Artères et vaisseaux circonflexes iliaques superficielles ; 2- muscle Sartorius et son nerf ; 3- artère fémorale profonde ; 4- nerf cutané antérieur de la cuisse ; 5- artère cutanée antérieur de la cuisse ; 6- nerf du vaste médial ; 7- artère et vaisseaux épigastriques ; 8- muscle pectiné et rameau musculaire médial ; 9- artères et vaisseaux pudendales externes ; 10- nerf obturateur ; 11- muscle long abducteur ; 12- muscle court abducteur ; 13- artère fémorale ; 14- nerf saphène accessoire ; 15- grande veine saphène ; 16- nerf saphène ; 17- muscle grand adducteur ; 18- fascia vasto-adducteur.

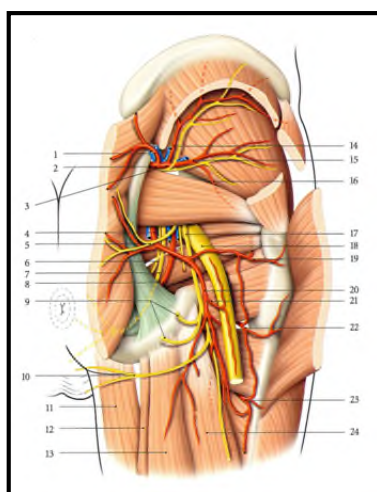


Figure 64- Innervation de la hanche et de la cuisse (vue postérieure)

Origine du nerf sciatique et ses divisions[144]

1- Branche superficielle ; 2- artère glutéale supérieur ; 3- branche profonde et nerf glutéal supérieur ; 4- artère glutéal inférieur ; 5- nerf glutéal inférieur ; 6- nerf rectal ; 7- nerf pudendal ; 8- artère pudendale ; 9- nerf clunial inférieur ; 10- rameau périnéal ; 11- muscle gracilis ; 12- muscle semi-membraneux ; 13- muscle semi-tendineux ; 14- branche supérieure ; 15- branche inférieure ; 16- rameau articulaire ; 17- nerf cutané postérieur de la cuisse ; 18- nerf sciatique ; 19- branche glutéale ; 20- branche fémorale ; 21- artère du nerf sciatique ; 22- artère circonflexe médiale de la cuisse ; 23- artère perforante de la cuisse ; 24- muscle biceps fémoral.

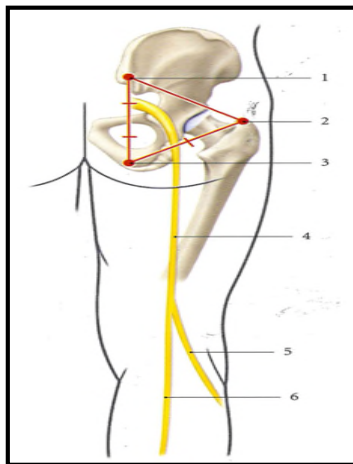


Figure 65- Trajet du nerf tibial[144]

1- Epine iliaque postéro-supérieure ; 2- grand trochanter ; 3- tubérosité ischiatique ; 4- nerf sciatique ; 5- nerf fibulaire ; 6- nerf tibial.

VI

BIOMECHANIQUE

1-Étude biomécanique des os longs du membre inférieur :

Le corps humain comporte des pièces osseuses, mobiles, entre-elles au niveau des différentes articulations. Il est de ce point de vue comparable selon Newton à un système articulé de solides rigides, soumis à des constantes biomécaniques ^[153, 154]. Selon Bouisset ^[158] en 2002, l'étude de la biomécanique des actions motrices du corps humain doit être représentée sous une forme mécanique simplifiée, sur lequel il est possible d'appliquer les lois de la physique.

A- Propriétés mécaniques des os longs du membre inférieur :

L'os diaphysaire possède des qualités de résistance aux contraintes physiologiques auxquelles il est soumis. Sur le plan microscopique, ces résistances sont dues à sa structure composée de minéraux tels que l'hydroxyapatite qui lui permet d'avoir une résistance en compression, tandis que sa composante en fibrilles de collagène lui permet une résistance aussi bien en compression qu'à la traction, car la disposition et la forme des fibrilles de collagène sont variables entre elles ^[159].

Certaines de ces fibrilles possèdent des lamelles verticales par rapport à l'axe de l'ostéon, assurant ainsi une résistance à la traction, et d'autres possèdent des lamelles perpendiculaires à l'axe de l'ostéon permettant une résistance en compression ^[159].

Sur le plan macroscopique, la diaphyse a une forme tubulaire qui possède des propriétés de résistance à la flexion et à la torsion plus importantes que celles d'une structure pleine ^[159].

La structure microscopique de l'os lui confère en outre des propriétés anisotropes, c'est dire que l'élasticité de l'os diffère selon la direction des contraintes qu'il subit, contrairement à l'homogénéité d'une structure isotrope dont la résistance est identique quel que soient les directions sur lesquelles sont appliquées les contraintes. Le fait est que les propriétés de l'os sont identiques en tout point de la surface osseuse et dans toutes les directions de l'espace ^[160] (Fig.104-1-2).

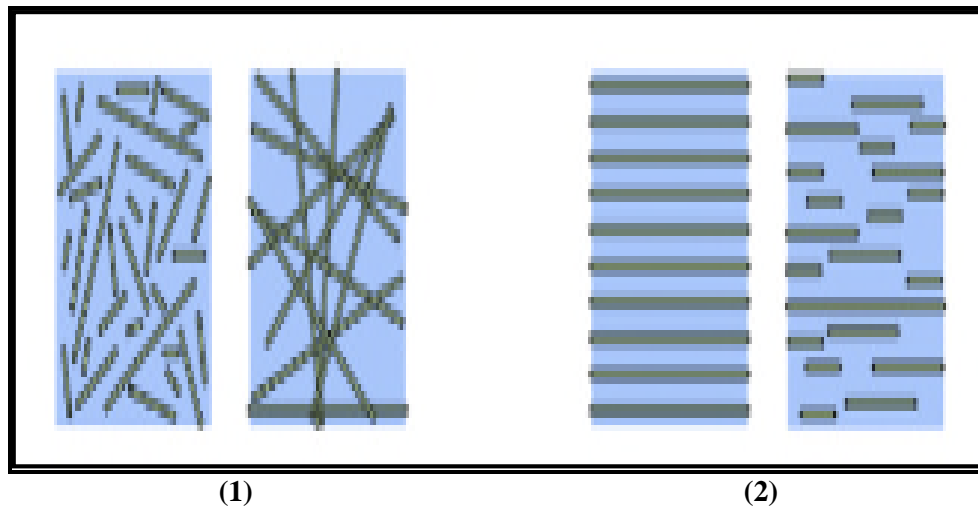


Figure 104- (1) Composites isotropes de l'os ;(2) Composites anisotropes de l'os [160]

En raison de ces propriétés viscoélastiques, l'os se forme et se résorbe en fonction de ces contraintes mécaniques, ainsi sa résistance varie selon la direction des charges qui lui sont appliquées démontrées par la **Loi de Wolf** ^[160 bis].

L'anisotropie de l'os a fait l'objet de nombreuses études et de publications^[160, 161]. Son élasticité est variable. Cette caractéristique lui confère une résistance d'une fois et demi par rapport aux contraintes qu'il subit en compression qu'en tension d'où la fréquence des fractures par un mécanisme de torsion que par un mécanisme en compression ^[2] (Fig.105).

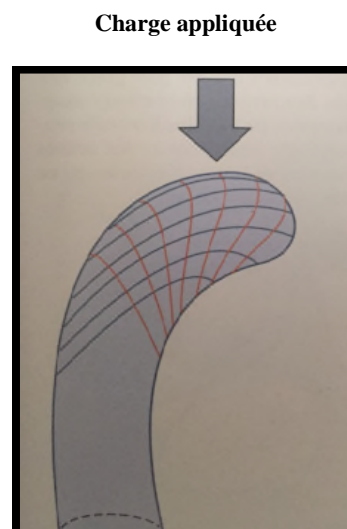


Figure 105- Charges appliquées représentent la somme d'efforts de traction (bleu) et de pression (rouge) [2]

Le physicien britannique Thomas Young ^[250, 251] a démontré au début du 19^e siècle que les contraintes de traction et de compression qui s'appliquent sur l'os provoquant sa déformation sont constantes si la limite de l'élasticité de l'os n'est pas atteinte. Les propriétés

élastiques de l'os représentées par le module de Young appelé aussi le module d'élasticité varient de l'endoste au périoste qui est une enveloppe conjonctive responsable de l'innervation, de la croissance et de la cicatrisation. Cette élasticité de l'os varie donc des zones de faible déformation vers les zones où la déformation est plus importante. De plus cette variabilité est observée aussi en fonction du sexe, du caractère spongieux et cortical de l'os et l'âge de l'individu. Car l'os évolue par son diamètre, son épaisseur et sa longueur tout au long de la vie de l'individu en fonction des contraintes environnementales [162, 163].

Enfin, sa viscoélasticité lui confère une résistance plus importante pour les efforts rapides que pour les efforts lents, c'est dire qu'il faut un traumatisme à grande énergie pour rompre plus lentement un os [162, 163].

A-1- Propriétés mécaniques du Fémur :

Le fémur est soumis à des forces en compression et en distraction responsables de contraintes variées, particulièrement au niveau de son extrémité proximale. Pauwels [164], décrit en 1950 explicitement ces contraintes qui sont représentées par les forces de gravité (Fig.106) et celles des muscles, notamment celles des muscles moyen et petit glutéal (Muscles fessiers MF) ainsi que le tenseur du fascia-lata (TFL) jouant un rôle dans la stabilisation du bassin (Fig.107) [2]. Il a démontré que la tête, le col et la diaphyse fémorale réalisent un système de porte à faux sur lequel s'applique le poids du corps (Forces de gravité) transmis à la diaphyse par le col fémoral (bras de levier) (Fig.108) [2].

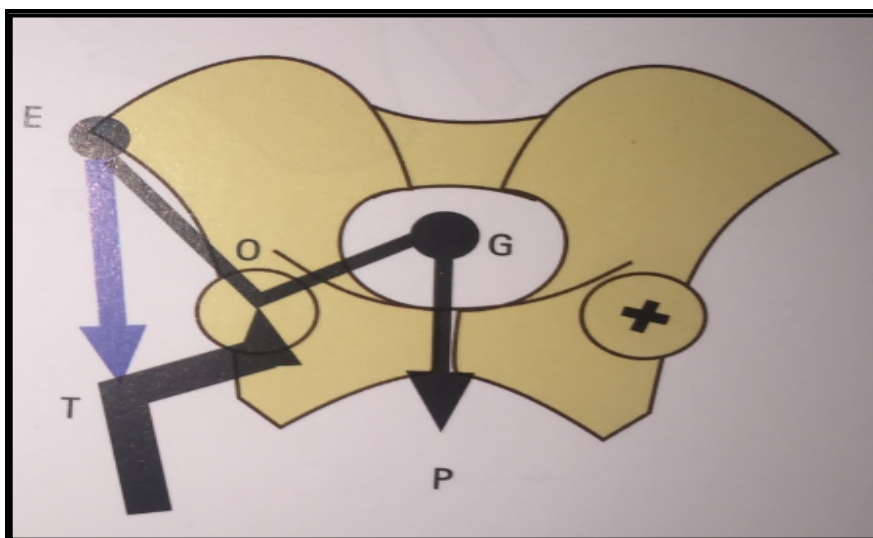
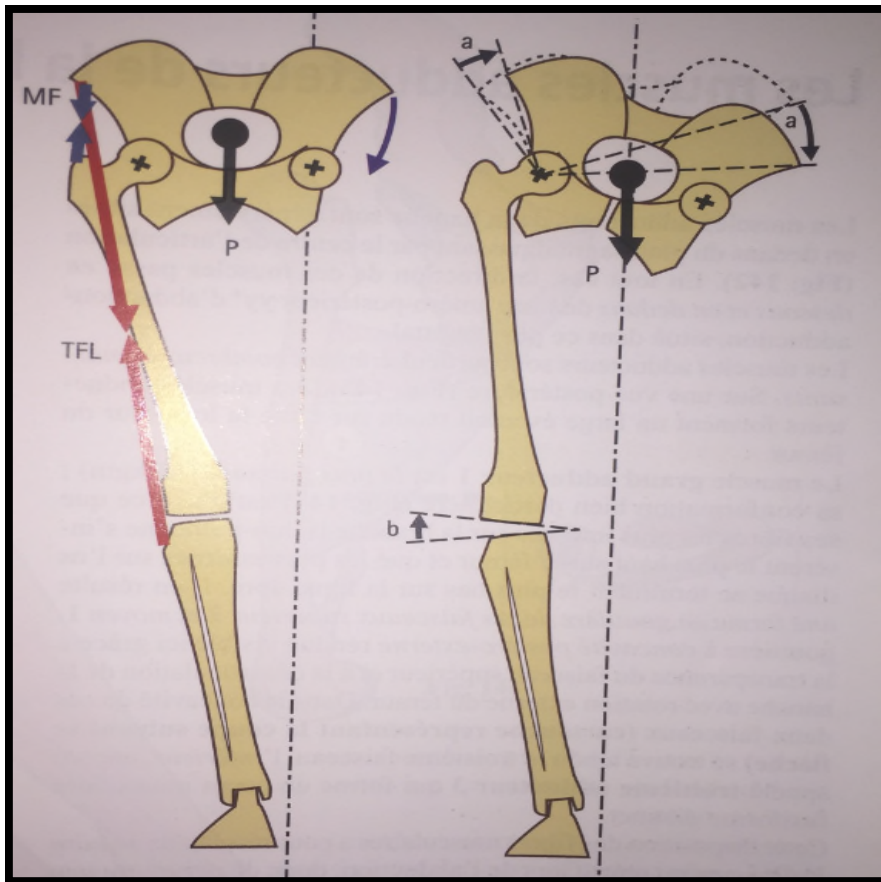


Figure 106- Ceinture pelvienne (Bras de levier) [2]

P : Poids du corps ; **O** : Hanche porteuse ; **G** : Centre de gravité ;

MF : Force du moyen Glutéal ; **E** ; Fosse iliaque externe ; **T** : Grand trochanter ; **OE** et **OG** : Bras de levier.



(1)

(2)

Figure 107- (1) Equilibre du bassin par action synergique des muscles (MF, TFL) ; (2) Déséquilibre du bassin par action incomplète d'un muscle [2]

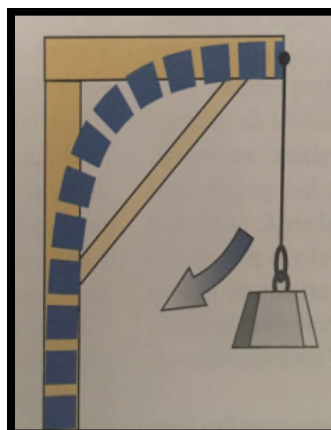


Figure 108- Système de porte à faux du fémur [2]

Concernant la diaphyse fémorale, la zone fémorale la plus soumise aux contraintes se situe à 10 cm en dessous du petit trochanter ^[165] car le fémur se fléchit sur toute sa hauteur, et à chaque niveau du fémur la valeur maximale de la compression dépasse celle de la traction. Par ailleurs, les zones en traction et en compression s'enroulent l'une autour de l'autre en spirale de haut en bas sur toute la diaphyse dans un sens pour le fémur droit et dans le sens opposé pour le fémur gauche, et ce pour la même charge axiale à laquelle elle est soumise ^[165]. Les modifications physiologiques observées avec l'âge telles que la diminution de la masse musculaire et particulièrement celle de l'épaisseur de l'os cortical au profit de l'os spongieux ne modifient pas la résistance osseuse aux contraintes en flexion et en torsion du fémur. Mais il y a un accroissement des contraintes axiales qui favorisent le risque de survenue d'une fracture. Le diamètre transversal du fémur a tendance à s'accroître avec l'âge ce qui permet une meilleure répartition des contraintes. Seulement que pour les femmes cette augmentation est moins importante, de plus, la diminution de la masse osseuse et l'altération de l'architecture du tissu osseux dues à l'ostéoporose entraîne une augmentation des contraintes axiales et par conséquent un risque plus important de survenue des fractures ^[77].

A-1-1- Description du fémur sur le plan mécanique et pathologique :

Le fémur est mobile dans le plan sagittal au niveau de la hanche et du genou, par conséquent, les pressions auxquelles il est soumis exercent une mono-courbure dans ce plan, alors que dans le plan frontal, il est seulement mobile au niveau de la hanche, ce qui donne une courbure haute au niveau de ses 2/3 supérieurs, et une portion rectiligne au niveau de son 1/3 inférieur ^[2,146] (Fig.109a-b).

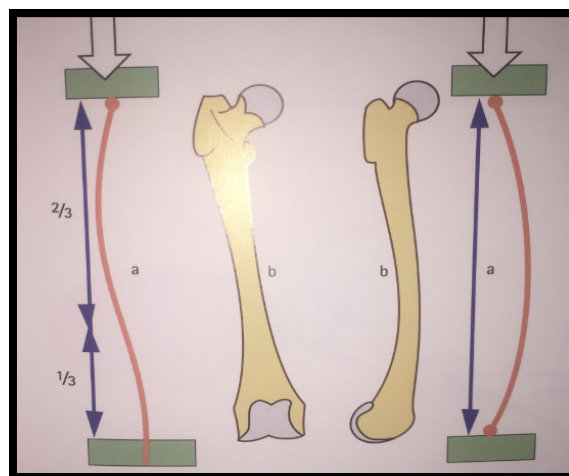
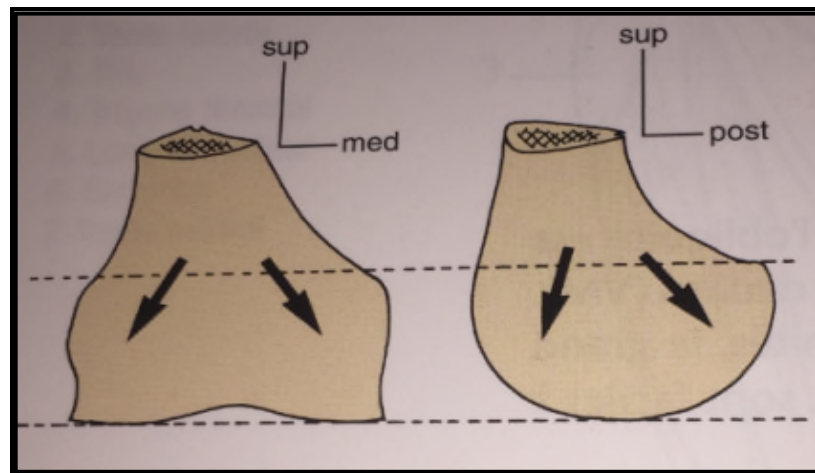


Figure 109- (a) Courbures fémorales dans le plan frontal ; (b) dans le plan sagittal [2]

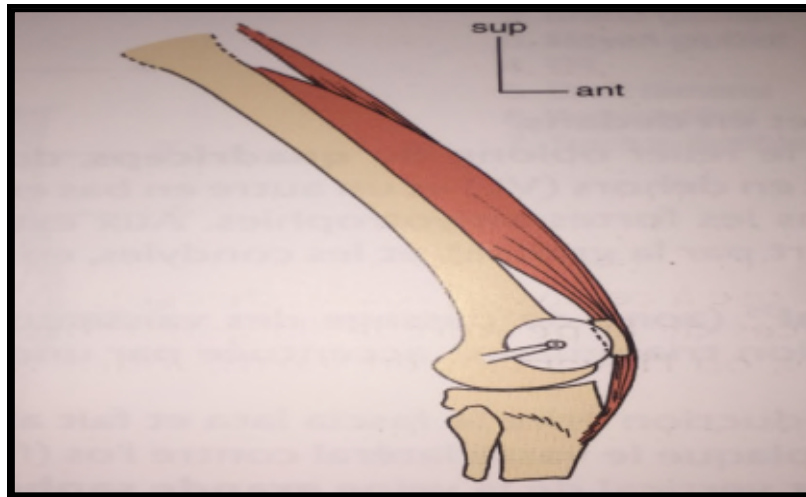
A-1-1-1- Description du fémur sur le plan mécanique :

La morphologie du fémur est bien particulière pour plusieurs raisons. La congruence de la tête fémorale dans la cavité acétabulaire assure la stabilité frontale et sagittale du corps. La longueur du col du fémur muni d'un système trabéculaire (travées osseuses) sur lesquelles s'exercent les contraintes due à la charge du corps joue le rôle d'un bras de levier nécessaire aux muscles fessiers afin d'assurer la stabilité latérale du corps (Fig.109 a-b) [2]. La diaphyse fémorale est caractérisée par une déformation dans le plan frontal qui est le valgus physiologique et sa mono-courbure dans le plan sagittal, cette déformation est soumise à des contraintes de compression qui font que le fémur a tendance à fléchir et se déformer dans une direction perpendiculaire à l'axe de compression. Les propriétés élastiques du fémur lui confèrent une instabilité permanente, par ailleurs, c'est cette instabilité et cette déformation qui permettent au fémur de se soustraire aux contraintes importantes et de passer d'un état de compression à un état de flexion (109 a-b) [2].

Enfin, le double élargissement de l'épiphyse inférieure permet une meilleure stabilité dans le plan transversal et par conséquent, dans le sens antéropostérieur (Fig.110-1) [146] sans compter le rôle joué par la trochlée fémorale qui est un élément essentiel de l'appareil extenseur du quadriceps permet d'augmenter son bras de levier afin de renforcer la stabilité du corps (Fig.110-2) [146].



(1)



(2)

Figure 110- (1) Élargissement de l'épiphyse distale du Fémur ; (2) Gallet patellaire dans la poulie trochléenne [146]

A-1-1-2- Description du Fémur sur le plan pathologique ^[146](Fig.111) :

- Au niveau de l'extrémité supérieure, la profondeur et la congruence de la tête font que les luxations sont rares, à moins qu'il s'agisse d'un accident grave entraînant une fracture associée. Cependant, en cas d'ostéoporose, les fractures à ce niveau sont fréquentes. De plus, c'est à ce niveau, que la charge corporelle exerce l'usure, entraînant une arthrose de la hanche (Coxarthrose).
- Au niveau de la diaphyse, en raison de sa longueur, il existe des fractures parfois comminutives.
- Au niveau de l'extrémité inférieure, la charge corporelle du corps provoque aussi l'usure, entraînant une arthrose du genou (Gonarthrose).

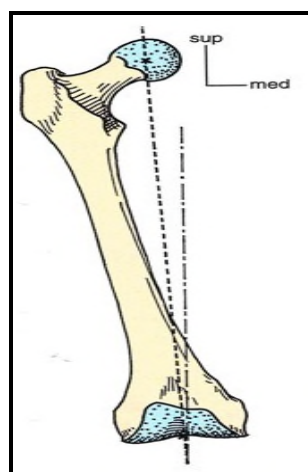
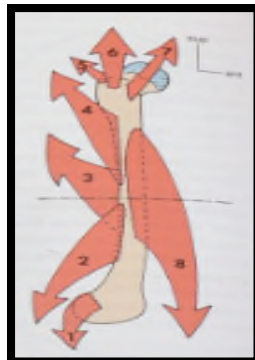


Figure 111- Face antérieure du Fémur [146]

1- Axe mécanique du fémur ; 2- Obliquité en haut et en dehors par rapport à la verticale ; 3- Grand axe ; 4- Col ; 5- 2/3 sphère de la tête ; 6- Massifs trochantériens ; 7- Evasement de l'épiphyse distale

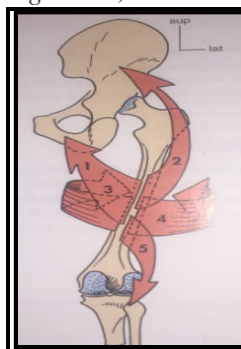
A-1-1-3- Rôle des muscles de la Cuisse dans le déplacement des fragments osseux du Fémur :

Les muscles favorisent le déplacement des fragments lors de la survenue des fractures. Dans les fractures de l'extrémité supérieure du fémur, le fragment proximal se déplace en abduction sous l'effet des muscles fessiers, en rotation externe sous l'action des muscles pelvis-trochantériens, et enfin, en flexion par contraction du muscle psoas iliaque, tandis que le fragment distal se déplace en adduction et en rotation externe sous l'effet des muscles adducteurs. Un chevauchement entre les deux fragments entraîne un raccourcissement du membre sous l'action commune du quadriceps et des muscles ischio-jambiers. Dans les fractures diaphysaires, le fragment proximal se déplace en abduction et le fragment distal en adduction, ces deux fragments se chevauchent entraînant un raccourcissement par contraction du quadriceps d'où la déformation de la cuisse (Fig.85-1-2)



(1)- Muscles du Fémur (Vue antérieure)

1- Muscles Gastrocnémien ; 2- Court biceps fémoral ; 3- Grand adducteur ; 4- Grand glutéal ; 5- Piriforme ; 6- Moyen glutéal ; 7- Petit glutéal ; 8- Vaste intermédiaire (VI)



(2)- Muscles du Fémur (Vue postérieure)

1- *Muscles adducteur ; 2- grand glutéal ; 3- vaste médial ; 4- vaste latéral ; 5- court biceps fémoral*

Figures 112- Rôle des insertions musculaires du Fémur dans le déplacement des fragments osseux (1) vue antérieure ; (2) vue postérieure [146]

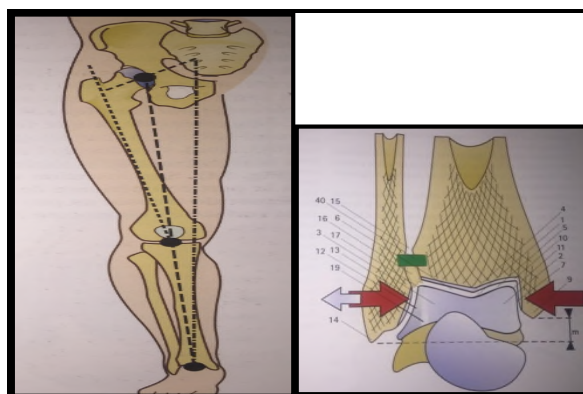
A-2- Propriétés mécaniques du tibia :

A-2-1- Description des deux os de la jambe sur le plan mécanique et pathologique :

A-2-1-1- Description du tibia sur le plan mécanique et pathologique :

A-2-1-1-1- Description du tibia sur le plan mécanique :

Selon Wagner ^[167] en 1983, le tibia et la fibula présentent des caractéristiques biomécaniques indissociables (Fig.74). En effet, le tibia est l'os qui s'articule avec le fémur et la fibula à son extrémité proximale, et à son extrémité distale avec la fibula et le talus. Il assure la transmission au pied de presque la totalité du poids du corps (Fig.112-1) ^[2]. La stabilité du tibia dépend de son extrémité distale formant la malléole médiale qui s'articule avec le talus de la cheville. Elle est aussi dépendante de l'extrémité distale de la fibula formant la malléole latérale qui s'articule aussi avec le talus de la cheville. Ce qui constitue l'articulation tibio-fibulaire inférieure ou la pince tibio-fibulaire dont la stabilité est assurée par le tibia et la mobilité par la fibula (Fig.112-2) ^[2]. Quant aux extrémités proximales du tibia et de la fibula, elles s'articulent avec les condyles fémoraux pour constituer l'articulation tibio-fibulaire supérieure qui fait partie du genou. Cette articulation est au même moment liée sur le plan mécanique et fonctionnel à la cheville, donc à la pince tibio-fibulaire assurant ainsi un rôle de pivot. De même pour les ménisques et les ligaments croisés et latéraux qui se situent au niveau de cette articulation jouant un rôle mécanique dans le renforcement de la stabilité du tibia et dans la répartition des charges du poids du corps ^[167] (Fig.113a-b).



1- Axes du membre inférieur 2- Pince tibio-fibulaire

Flèches rouges : Malléoles médiale et latérale

Figure 112 bis- (1) Rôle du Tibia dans la transmission du poids du corps vers le pied ; (2) Rôle de la pince tibio-fibulaire (Mortaise tibio-fibulaire) dans la stabilité de la cheville

[2]

1-Face supérieure de la trochlée du talus ; 2- facette interne de l'interligne talo-crurale ; 3- facette externe de l'interligne talo-crurale ; 4- cartilage de la face inférieure du pilon tibial ; 5- interligne talo-crurale médial ; 6- interligne talo-crural latéral ; 7- joue interne de la trochlée du talus ; 8- Facette articulaire de la face externe de la malléole externe ; 9- facette articulaire de la face externe de la malléole médiale ; 10- angle dièdre ; 11- arête aigue (versant et joue interne de la trochlée) ; 12- joue externe de la trochlée ; 13- facette articulaire de la face interne de la malléole latérale ; 14- malléole latérale ; 15- interligne tibio-fibulaire ; 16- synoviale ; 17- arête (versant et joue externes de la trochlée) ; 18- chanfrein de l'arête en avant ; 19- chanfrein de l'arête en arrière ; 20- troisième malléole de Destot.

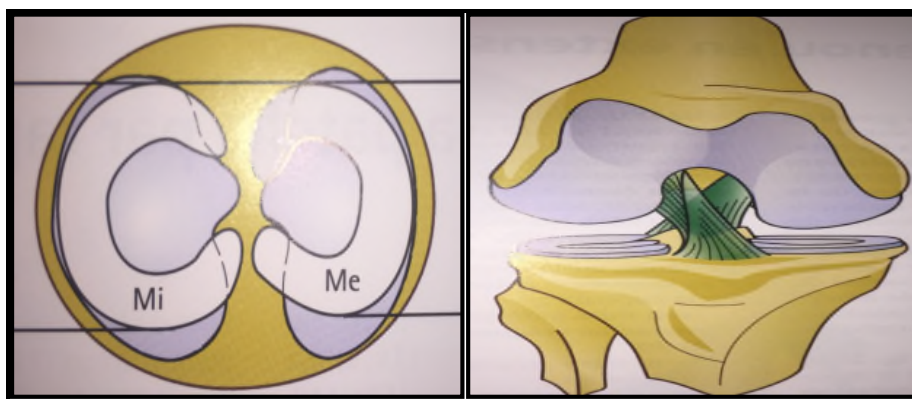


Figure 113- Rôles des ménisques et des ligaments croisés (LCA, LCP) dans la stabilité de l'articulation tibio-fibulaire [2]

A-2-1-1-2- Description du Tibia sur le plan pathologique ^[146, 167] :

En raison de son rôle mécanique dans la transmission du poids du corps et de la stabilité de l'axe jambier, le tibia supporte les contraintes du poids du corps. Ces surfaces articulaires sont exposées à l'usure, dont l'évolution peut entraîner la survenue de gonarthroses, et dans les stades évolués vers des désaxations en varus ou en valgus. En revanche les traumatismes sont responsables d'entorses du genou et de la cheville, ou bien de fractures des plateaux

tibiaux en haut, et des fractures malléolaires et du pilon tibial en bas, sans compter les fractures diaphysaires ^[146] (Fig.114 a-b).

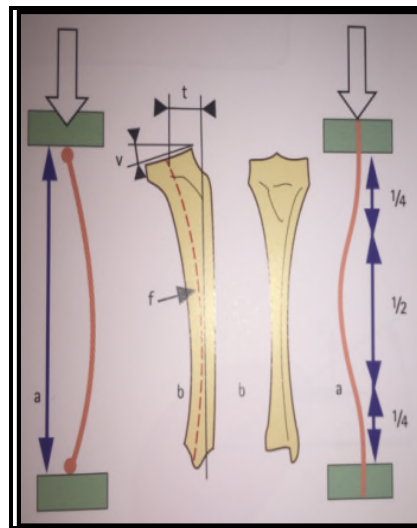
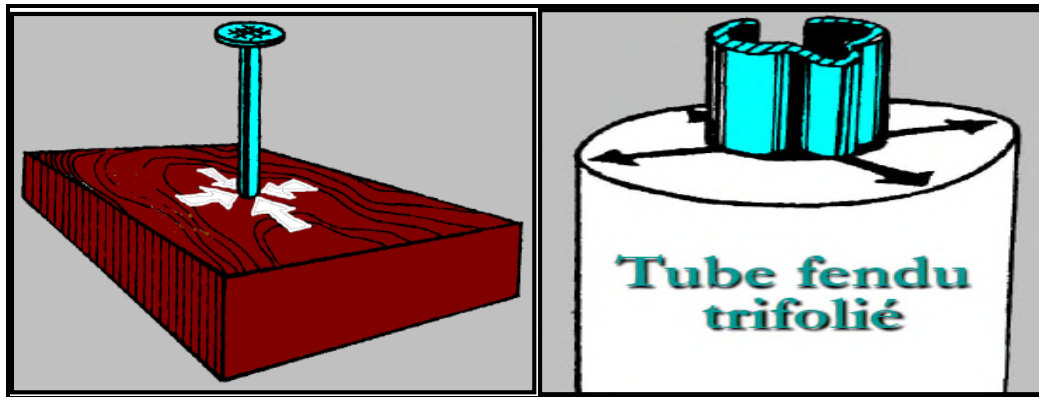


Figure 114- Vue antérieure et sagittale du Tibia. (a) Courbures du Tibia dans le plan frontal ; (b) courbures du Tibia dans le plan frontal [2]

2- Etude biomécanique des clous centromédullaires dans les fractures des os longs des membres inférieurs :

2-1- Caractéristiques mécaniques des clous centromédullaires :

Le clou de Kuntscher ^[12,50] du nom de son concepteur jouant le rôle de tuteur endomédullaire une fois posé, avait pour but d'assurer une union solide avec l'os, et d'éviter la rotation de ce dernier, du moins c'était l'idée de départ. Cet implant avait la forme d'un tube fondu trifolié (Fig.116) composée d'une fente longitudinale et d'une section en trèfle qui devait une fois introduit dans le canal médullaire assurer un enclavement transversal élastique afin de comprimer l'os, puis reprendre, une fois en place son diamètre initial. Cette technique d'ostéosynthèse qui s'inspirait du clou de charpentier, dont le rôle est d'écarter les fibres du bois tout en progressant pour y être enclavé transversalement, ce qui bloquerait la rotation ^[180].

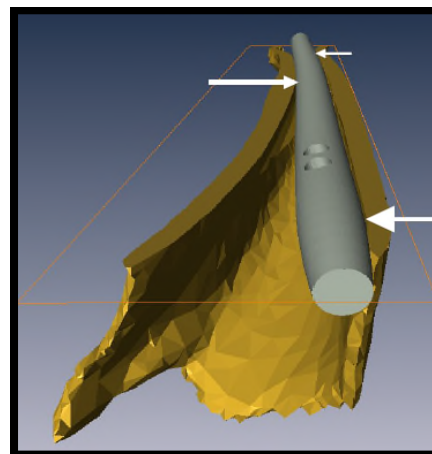


(1) Clou de charpentier

(2) Clou trifolié

Figure 116- Système d'enclavement transversal [218]

Néanmoins, la littérature a démontré selon plusieurs études biomécaniques, notamment celle de Jaeger ^[181] en 1975 que l'idée de Kuntscher ^[180] était remise en cause, car l'implant devrait assurer un enclavement longitudinal selon le principe des trois points et d'éviter un enserrement ou coincement transversal dans le canal médullaire ^[218] (Fig.117).

**Figure 117- Enclavement longitudinal avec un système à trois points [218]**

C'est le cas des clous de Grosse et Kempf (G-K) ^[27, 130, 131] sans fente longitudinale dont la rigidité est 60 fois supérieure, utilisés depuis les années 1970 qui permettent après un alésage de la cavité intra-médullaire un coincement élastique longitudinal dans la diaphyse, et un ancrage épiphysaire le plus distal possible ^[180], sans compter aussi selon Jaeger ^[181], le rôle joué par les muscles et par le trait de fracture qui empêchent la rotation des fragments ^[182]. Cependant, au fil des ans, des améliorations ont été apportées à cette technique procurant des résultats probants pour des indications plus complexes. C'est le cas d'abord de l'alésage du canal médullaire par la mise au point par Pohl ^[183] dans les années 1950 d'ailleurs souples mais l'idée revient à Kuntscher ^[180], suivie plus tard dans les années 1970 du concept du

verrouillage introduit en France par Grosse et Kempf de l'école Strasbourgeoise [130, 131, 181, 182, 183].

2- 2- Alésage intra-médullaire sur le plan mécanique [218]:

L'alésage du canal médullaire qui précède la pose du clou doit être supérieur de 1 mm par rapport à son diamètre permet d'assurer un calibrage du canal médullaire afin d'introduire un clou de plus gros diamètre et plus solide et donc plus résistant en flexion, tout en évitant son enclavement (Fig.118).

Par ailleurs, il favorise la stabilité rotatoire des fragments en augmentant la surface de contact du clou avec l'os ainsi que la stabilité longitudinale dans le cas des fractures complexes, et enfin, favorise la stabilité latérale pour les fractures excentrées (Fig.119).

Cette stabilité des fragments osseux devient suffisante, lorsque le contact entre le clou et la corticale existe sur une hauteur minimale de trois centimètre de part et d'autre du foyer de fracture (Fig.120).



Figure 118- Calibrage du canal médullaire après alésage [218]

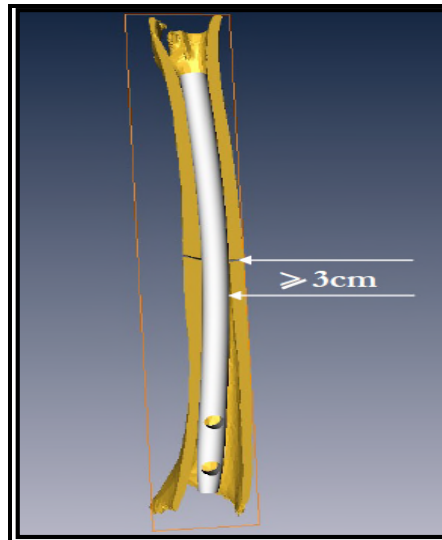


Figure 119- Surface de contact os- implant=ou > 3 cm assurant la stabilité rotatoire [218]

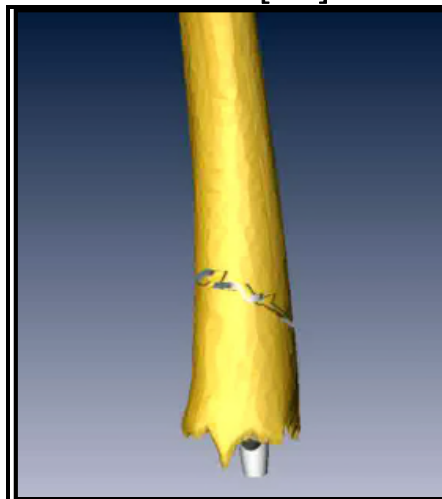


Figure 120- Implant assurant la stabilité longitudinale [218]

On peut citer le cas avéré du fémur lorsqu'il est fracturé transversalement au niveau de la partie moyenne de la diaphyse, une fois l'alésage effectué, la courbure se redresse progressivement au passage du clou dans le fragment distal par un enclavement longitudinal.

2-3- Verrouillage du clou sur le plan mécanique ^[183]:

Le principe du verrouillage du clou introduit en France à Strasbourg par Grosse, Lafforgue et Kumpf ^[183] en 1978 a permis d'améliorer cette stabilité et de remédier à de nombreux inconvénients de l'enclouage d'alignement tels que le télescopage et les rotations, ce qui a permis d'élargir donc les indications. Le verrouillage qu'il soit statique ou dynamique améliore la stabilité du foyer de fracture et des fragments osseux qui peuvent être associés. Il a permis d'élargir les indications de l'enclouage centromédullaire aux fractures proximales et

distales de la diaphyse ^[183, 131]. Le verrouillage statique est plus indiqué dans les fractures simples ou complexes multi-fragmentaires de la diaphyse car tous les éléments du système anti-rotatoire décrits plus haut ^[182] disparaissent, favorisant ainsi la rotation des fragments et leur télescopage. Il consiste à bloquer les deux extrémités proximale et distale de l'os afin de neutraliser les forces de rotation et d'impaction et d'éviter au même moment le télescopage qui est une source du raccourcissement du membre. Par ailleurs, il peut être dynamisé ultérieurement, à 6 semaines (45 jours) en moyenne après l'intervention car il n'y a plus de risque de télescopage des fragments. Cette dynamisation est indiquée dans le cas d'absence d'un cal osseux dur suffisant pour supporter une grande partie des contraintes, ou dans le cas de la présence d'un diastasis fragmentaire. Elle consiste donc en l'ablation de l'une des deux vis de verrouillage proximal ou distal, celle qui se situe le plus loin du foyer de fracture pour permettre un appui partiel. Cet appui permettra l'impaction des fragments et favorisera la consolidation osseuse ^[131]. Le verrouillage statique est un moyen d'ostéosynthèse rigide évite le télescopage des fragments certes, mais insuffisant pour donner un appui total immédiat ^[131,189].

VIII

ÉTUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE DES FRACTURES DES OS LONGS DU MEMBRE INFÉRIEUR

1- Étude anatomo-pathologique des os longs du membre inférieur :

1-1- Intérêt :

C'est l'étude des lésions osseuses et des parties molles qui découlent d'un traumatisme fermé ou bien ouvert, permettant d'asseoir un diagnostic afin de dispenser les premiers gestes thérapeutiques en attendant d'adopter le traitement définitif. De nombreuses classifications des fractures des os longs du membre inférieur ont été conçues par un collègue d'experts en se basant sur des discussions riches d'enseignement ayant débouché sur la conduite thérapeutique à suivre. Certaines classifications ont été complétées par leurs précurseurs, ou réactualisées par d'autres auteurs, d'une part, dans un but didactique, et d'autre part, en fonction des différentes variétés traumatologiques.

Au demeurant, toutes les classifications anatomo-pathologiques des fractures concourent à établir un pronostic et constituent un moyen dans le choix d'une technique opératoire.

1- Lésions osseuses sans atteintes des parties molles :

A- Fractures de la diaphyse fémorale :

Les fractures de la diaphyse fémorale siègent entre la région du petit trochanter en haut, et la région supra-condylienne en bas à 5 cm de l'interligne articulaire du genou. Elles sont divisées en trois zones :

- 1- Proximale (1/3 supérieur du fémur)
- 2- Moyenne (1/3 moyen du fémur)
- 3- Distale (1/3 inférieur du fémur)

A-1- Classification internationale de Muller AO [192] :

A-1-1- Intérêt :

La fondation internationale Suisse de l'ostéosynthèse AO Muller a établi en 1987 ^[192], une hiérarchisation des différentes variétés des traumatismes, responsables de la survenue de lésions osseuses, et ce, dans un but de créer un système de classification, afin de proposer une approche thérapeutique en fonction du pronostic des résultats anatomo-cliniques du patient.

Par conséquent nous pouvons déduire que les principales classifications ont été conçues par leurs précurseurs à partir de réflexions afin d'évaluer le pronostic et d'établir une thérapeutique adaptée.

Dans ce système de classification ^[193], la fracture est décrite et détaillée selon une terminologie définie sur la base d'un code alphanumérique : **(Tableau n°1) (Tableau n°2)**

A-1-2- Localisations :

En fonction du trait de fracture et de sa localisation, chaque fracture est attribuée à deux chiffres pour décrire l'os affecté et sa localisation

A-1-2-1- Localisations osseuses :

- 1- Humérus
- 2- Avant- bras
- 3- Fémur
- 4- Tibia
- 5- Rachis
- 6- Bassin
- 7- Main
- 8- Pied
- 9- D'autres localisations

A-1-2-2- Localisations segmentaires :

- 1- Épiphyse supérieure (Segment proximal)
- 2- Diaphyse (Segment moyen)
- 3- Épiphyse inférieure (Segment distale)

A-1-2-3- Type et morphologies :

A-1-2-3-1. Fractures proximales :

- 1- Fractures métaphysaires
- 2- Fractures articulaires simples
- 3- Fractures articulaires complexes

A-1-2-3-2. Fractures diaphysaires :

- 1- Fractures sans segment intermédiaire
- 2- Fractures mixtes avec rupture simple de la corticale ou rupture complexe, les fragments sont en contact après réduction
- 3- Fractures complexes comminutives de la corticale, les fragments ne sont plus en contact après réduction

A-1-2-3-3. Fractures distales :

- A- Fractures métaphysaires
- B- Fractures articulaires simples
- C- Fractures articulaires complexes

A-1-3- Description anatomopathologique des fractures fémorales selon la classification internationale de Muller AO ^[192, 193] :

Chaque fracture reçoit une lettre A-B ou C pour décrire l'atteinte articulaire de la fracture.

A-1-3-1- Groupes et sous groupes : (Tableau n°1) (tableau n°2)

Deux numéros sont rajoutés à la fracture pour apprécier le schéma et la géométrie de la fracture.

Les sous groupes sont utilisés pour décrire les fractures selon le déplacement, la rotation, l'angulation, et le raccourcissement.

1. Fractures du groupe A ^[192, 193] : (Fig.125) (tableau n°1)

A-1. Fractures spiroïdes (A1) :

La compression associée à une torsion est le mécanisme initial. Le trait de fracture s'enroule autour de la diaphyse, ce trait de fracture peut être comme pour le trait de fracture oblique court ou long, tout dépend de sa proximité ou son éloignement de la perpendiculaire à l'axe du fémur.

A-2. Fractures obliques (A2) > 30° :

Le trait de fracture est incliné par rapport à la perpendiculaire à l'axe de la diaphyse, le mécanisme responsable est la flexion associée à une compression.

A-3. Fractures transversales (A3) <math><30^\circ</math> :

Le trait de fracture est perpendiculaire à l'axe de la diaphyse, le mécanisme se fait par flexion.

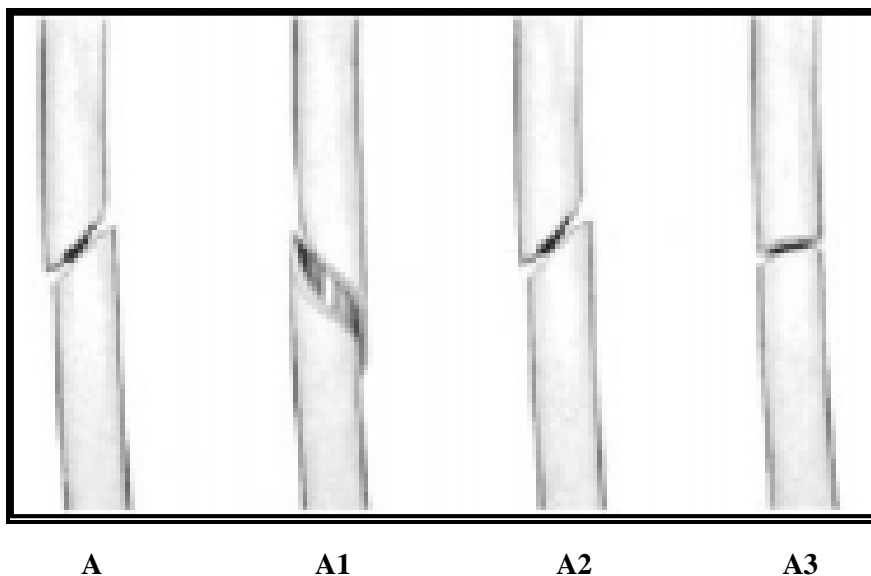


Figure 125- Les fractures de la diaphyse fémorale du groupe A selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

2. Fractures du groupe B ^[192, 193] : (Fig.126) (tableau n°1)

Ce sont des fractures complexes avec un troisième fragment

B-1. Fractures à troisième fragment spiroïdes en coin de torsion (B1) :

Le mécanisme responsable est la torsion entraînant un troisième fragment qui peut être comme pour les fractures ci-dessus antéro-externe ou postéro interne.

B-2. Fractures à troisième fragment en coin de flexion (B2) :

Le mécanisme responsable de ce type de fracture est la flexion entraînant un trait de fracture perpendiculaire à l'axe de la diaphyse associé à un trait oblique responsable d'un troisième fragment en aile de papillon.

B-3. Fractures bifocales ou plurifocales en coin de flexion ou de torsion (B3) :

Ce sont des fractures à deux traits de fractures perpendiculaires à l'axe de la diaphyse ou à plusieurs traits.

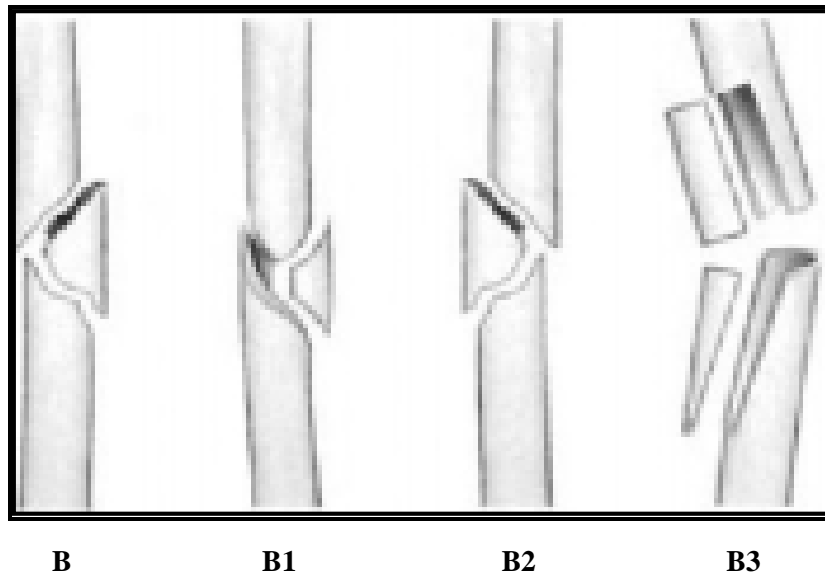


Figure 126- Fractures de la diaphyse fémorale du groupe B selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

3. Fractures du groupe C (Comminutives) ^[192, 193] : (Fig.127) (Tableau n°1)

Le mécanisme initial est en flexion associé à une compression ou à une torsion lors d'un traumatisme violent entraînant une perte totale de contact entre les deux extrémités de l'os responsable d'un membre baillant.

C-1. Fractures comminutives spiroïdes (C1) :

C-2. Fractures comminutives segmentaire (C2) :

C-3. Fractures comminutives asymétrique (C3) :

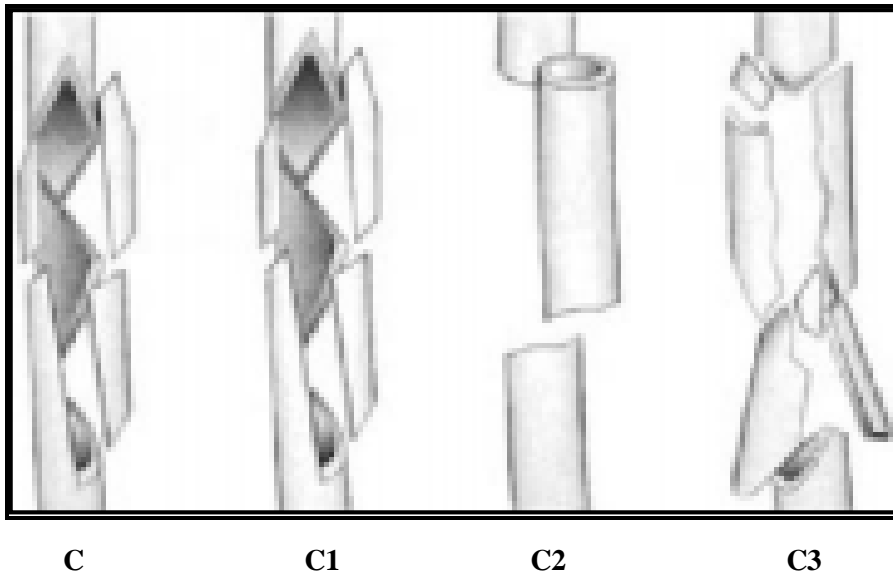


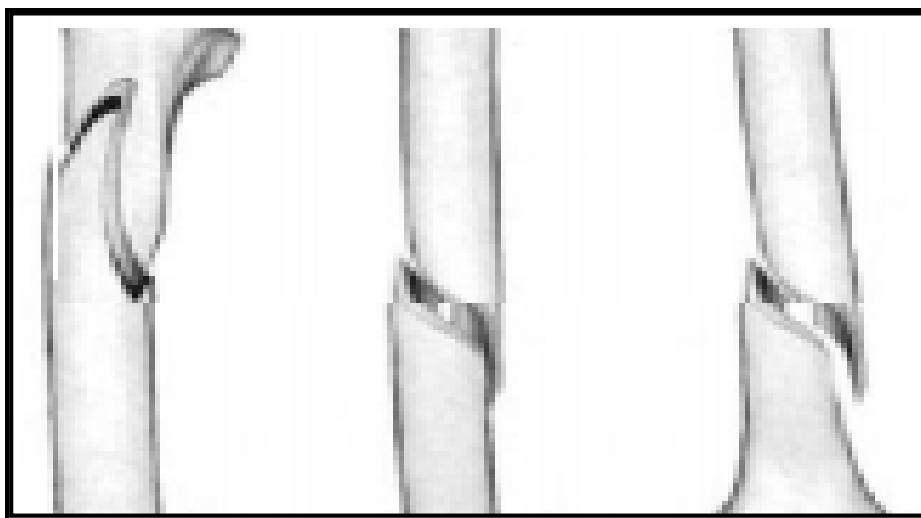
Figure 127- Fractures de la diaphyse fémorale du groupe C selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

A-1-3-2- Subdivision des groupes de fractures de la diaphyse fémorale en sous groupe selon la classification internationale de l'AO [192, 193] :(Tableau n°2)

1- Subdivision des fractures du groupe A de la diaphyse fémorale :

A-1. Fractures spiroïdes (A1) (Fig.128) : (Tableau n°2)

- 1- Sous trochantériennes.
- 2- Diaphysaires pures.
- 3- Distales.

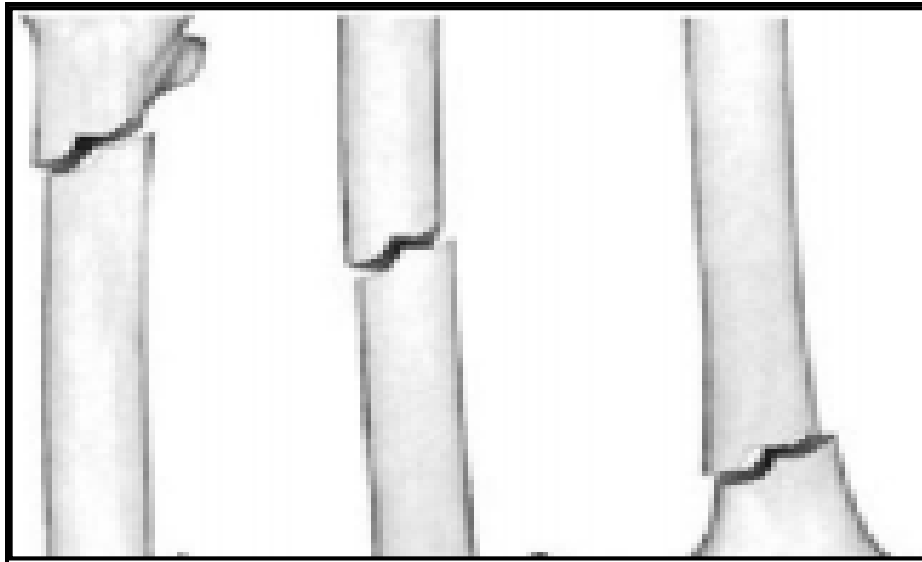


(A1) 1 2 3

Figure 128- Subdivision des fractures (A1) de la diaphyse fémorale en trois sous groupe selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

A--2. Fractures obliques (A2) : (Fig.129) (Tableau n°2)

- 1- Sous trochantériennes.
- 2- Diaphysaires pures.
- 3- Distales.

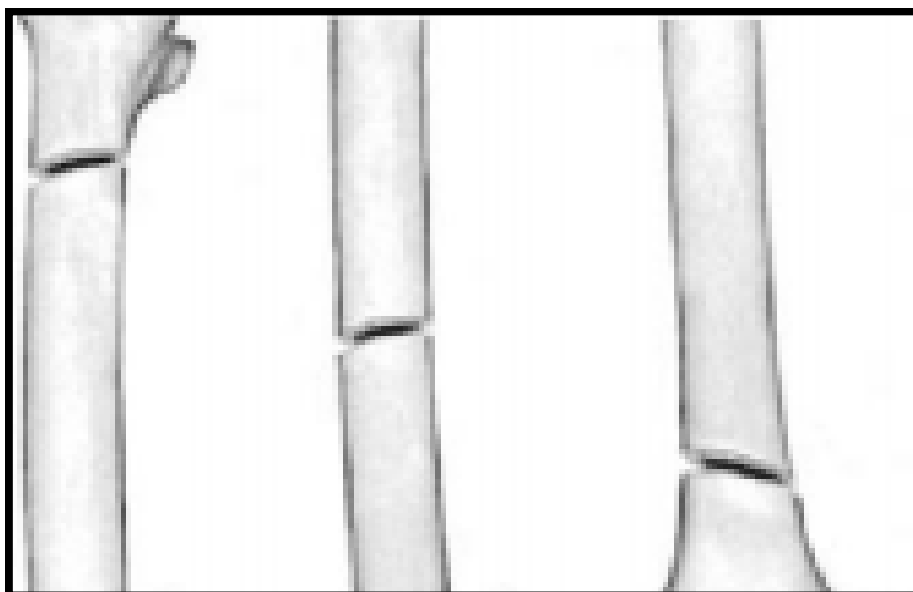


(A2) 1 2 3

Figure 129- Subdivision des fractures (A2) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

A-3. Fractures transversales (A3) : (Fig.130) (Tableau n°2)

- 1- Sous trochantériennes.
- 2- Diaphysaires pures.
- 3- Distales.



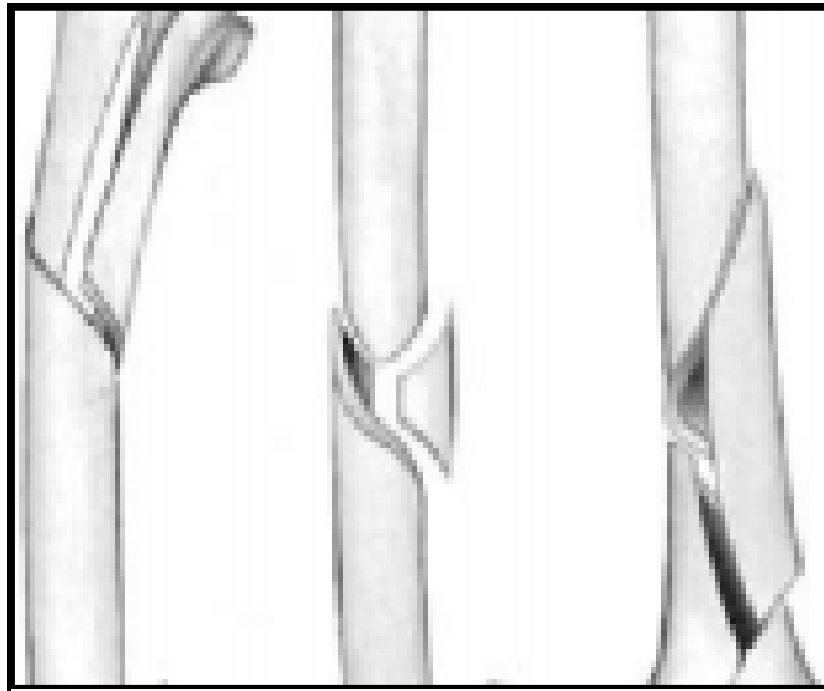
(A3) 1 2 3

Figure 130- Subdivision des fractures (A3) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

1- Subdivision des fractures du groupe B de la diaphyse fémorale :

B-1. Fractures spiroïdes à coin de torsion (B1) : (Fig.131) (Tableau n°2)

- 1- Sous trochantériennes.
- 2- Diaphysaires pures.
- 3- Distales.

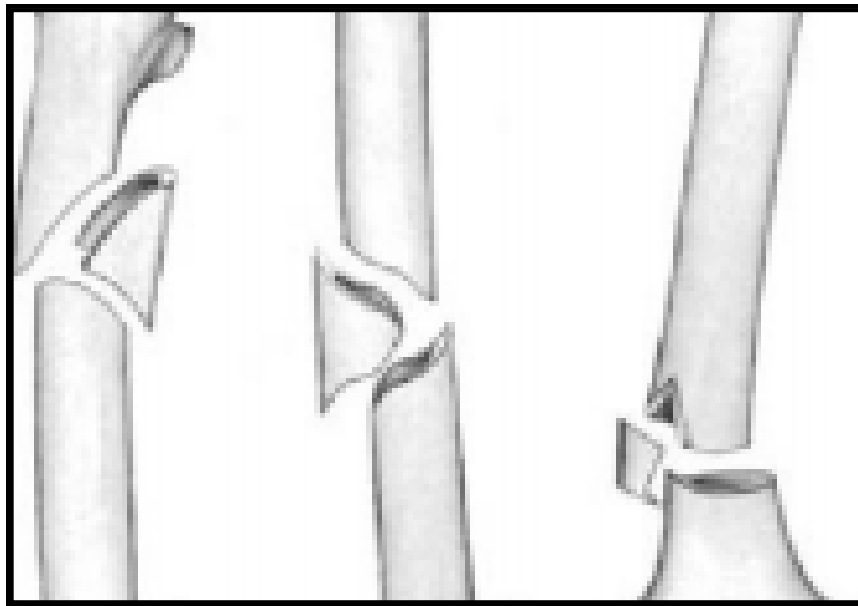


(B1) 1 2 3

Figure 131- Subdivision des fractures (B1) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

B-2. Fractures obliques à coin de flexion (B2) (Fig.132) (Tableau2)

- 1- Sous trochantériennes.
- 2- Diaphysaires pures.
- 3- Distale.



(B2)

1

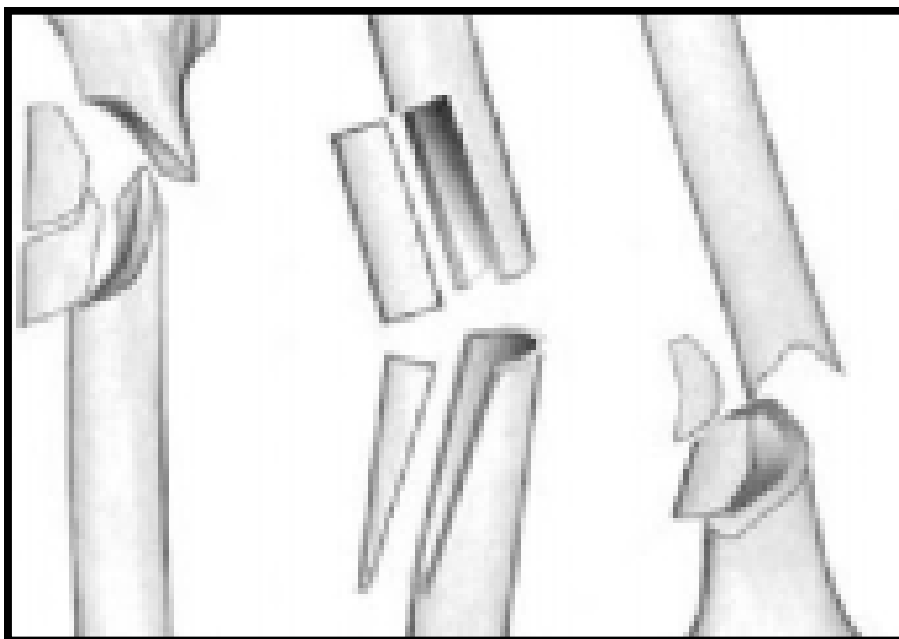
2

3

Figure 132- Subdivision des fractures (B2) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

B-3. Fractures à coin de torsion et de flexion refondu (B3) : (Fig.133) (Tableau n°2)

- 1- Sous trochantériennes.
- 2- Diaphysaires pures.
- 3- Distales.



(B3)

1

2

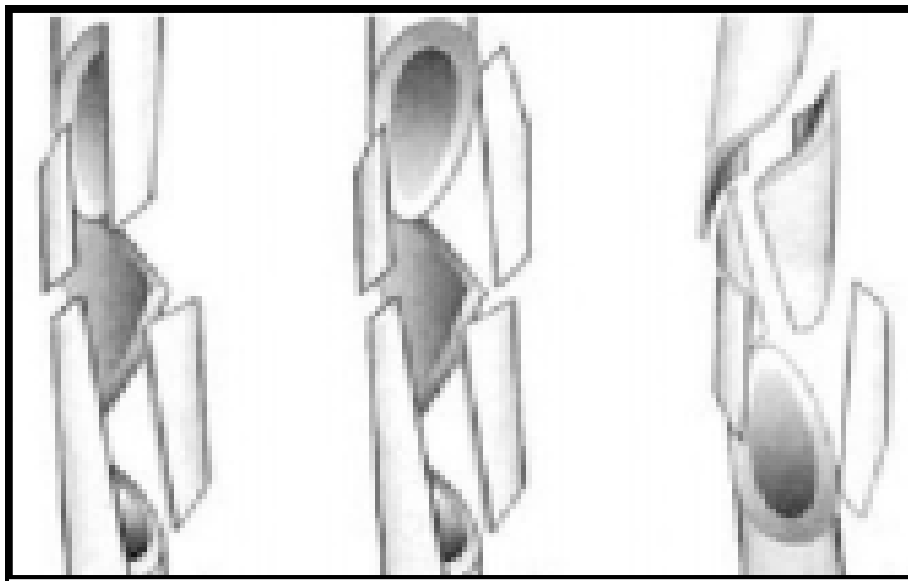
3

Figure 133- Subdivision des fractures (B3) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

3- Subdivision des fractures du groupe C de la diaphyse fémorale

C-1. Fractures comminutives spiroïdes (C1) (Fig.134) (Tableau 2)

- 1- Diaphysaires pures.
- 2- Diaphyso-métaphysaires hautes.
- 3- Diaphyso-métaphysaires basses ;
 - a- A deux fragments intermédiaires.
 - b- A trois fragments intermédiaires.
 - c- Supérieures à trois fragments intermédiaires.



(C1) 1 2 3

Figure 134- Subdivision des fractures (C1) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

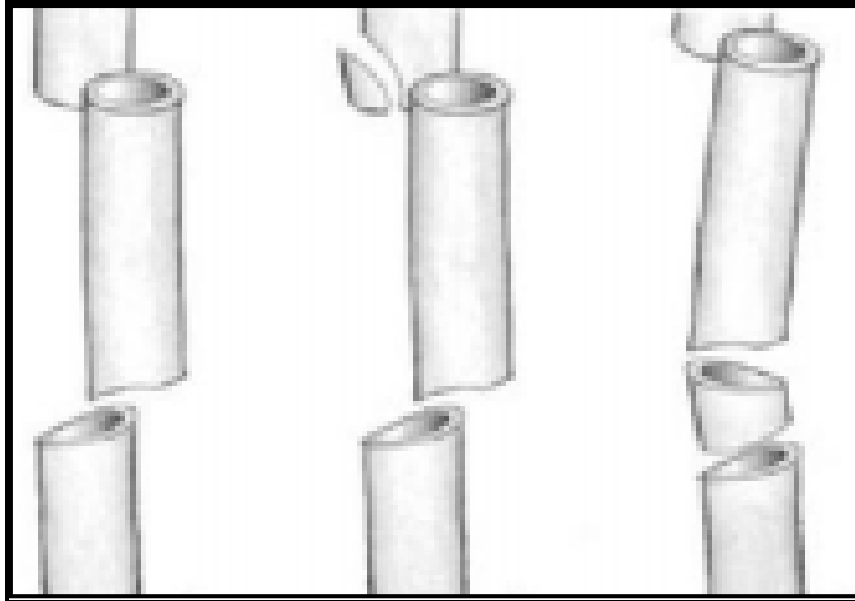
C-2. Fractures comminutives segmentaires (C2) : (Fig.134) (Tableau n°2)

- 1- Fractures avec un seul fragment intermédiaire**
 - a- Diaphysaires pures.
 - b- Diaphyso-métaphysaires hautes.
 - c- Diaphyso-métaphysaires basses.

- 2- Fractures avec un seul fragment intermédiaire recassée**
 - a- Diaphysaires pures.
 - b- Diaphyso-métaphysaires hautes.
 - c- Diaphyso-métaphysaires basses.

3- Fractures avec deux fragments intermédiaires (fractures tri focales)

- a- Diaphysaires pures.
- b- Diaphyso-métaphysaires hautes.
- c- Diaphyso-métaphysaire basses.



(C2) 1 2 3

Figure 134- Subdivision des fractures (C2) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

C-3. Fractures comminutives asymétriques (C3) : (Fig.135) (Tableau n°2)

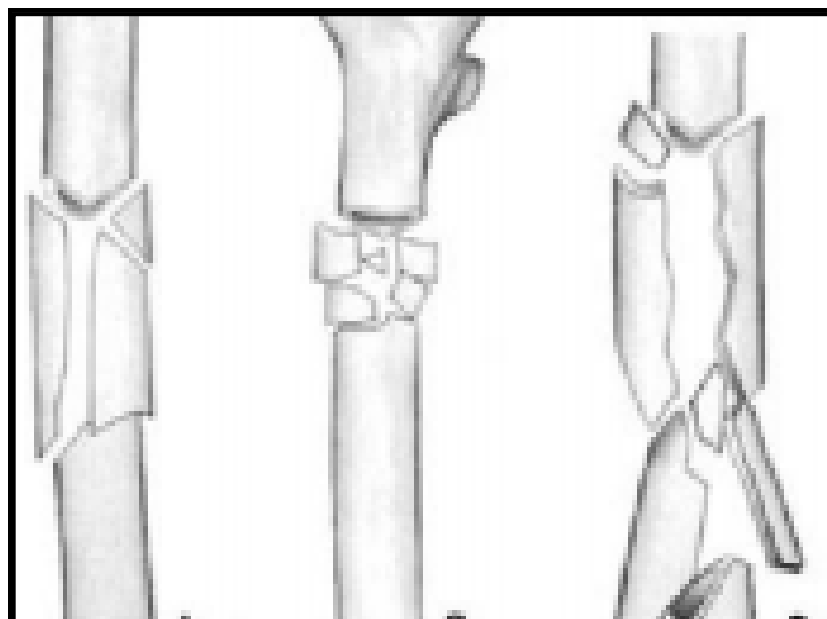
1- Fractures avec deux ou trois fragments intermédiaires :

2- Fractures avec un fracas de moins de 5 cm :

- a- Proximales.
- b- Moyennes.
- c- Distales.

3- Fractures avec un fracas étendu :

- a- Les fractures diaphysaires pures.
- b- Les fractures diaphyso- métaphysaires hautes.
- c- Les fractures diaphyso-métaphysaires basses avec deux ou trois fragments ou plus de trois fragments intermédiaires.



(C3) 1 2 3

Figure 135- Subdivision des fractures (C3) de la diaphyse fémorale en trois sous groupes selon la classification internationale de l'AO [192, 193]

Tableau n°1 : Récapitulatif des fractures de la diaphyse fémorale selon leur localisation et leur morphologie d'après l'AO [192, 193]

Localisation	Localisation	Morphologie	Morphologie	Morphologie
Os	Segment	Type	Groupe	Sous groupe
1-2-3-4-5-6-7-8-9	1-2-3	A-B-C	1-2-3	1-2-3

Tableau n°2 : Récapitulatif des fractures de la diaphyse fémorale selon le mécanisme d'après la classification internationale de l'AO [192, 193]

Mécanisme	Simple A	A coin B	Complexe C
De torsion	A1 spiroides	B1 spiroides	C1 Comminutives C2
De flexion	A2 obliques	B2 obliques	Comminutives C3 Comminutives
Variable	A3 transversales (simples)	B3 fragmentée	

B- Fractures de jambes ^[63, 166, 196, 197, 199] : (Fig.138)

Il existe deux variétés de fractures de jambe, les fractures fermées et les fractures ouvertes dont le mécanisme de survenu est différent.

B-1- Fractures de jambes fermées :

Elles sont classées selon leur trait de fracture, leur siège et le déplacement du foyer de fracture.

B-1-1- Fractures simples :

B-1-1-1. Fractures transversales :

Elles sont provoquées par un mécanisme en flexion.

Le trait est transversal et perpendiculaire presque à l'axe diaphysaire, siège sur les deux os de la jambe dans le même plan, avec atteinte de la membrane osseuse.

B-1-1-2. Fractures obliques :

Elles sont provoquées par un mécanisme en flexion associé à une compression.

L'inclinaison du trait de fracture par rapport à l'axe diaphysaire est variable, on distingue les fractures obliques courtes et les fractures obliques longues, toutes responsables d'un raccourcissement.

B-1-1-3. Fractures spiroïdes :

Le mécanisme responsable est un traumatisme en torsion.

Le trait de fracture est hélicoïdale [198] localisé dans la moitié inférieure du tibia par rapport à la fibula sur lequel il est plus haut.

B-1-2. Fractures complexes :

B-1-2-1. Fractures à troisième fragment en aile de papillon :

Ce sont des fractures spiroïdes ou transversales à trois fragments, survenant, soit par un mécanisme de torsion pour les fractures spiroïdes, ou un mécanisme par flexion pour les fractures transversales. Dans tous les cas, ce sont des fractures à haute énergie, plus

importante encore pour les fractures provoquées par un mécanisme de torsion, en l'occurrence les fractures spiroïdes durant lesquelles la fémur est toujours fracturée. Dans tous les cas, ce sont des fractures qui consolident bien, même si parfois avec un raccourcissement qui n'est pas significatif ^[197 bis].

En revanche, les fractures transversales en aile de papillon détachent le troisième fragment de son périoste, pour cette raison, elles peuvent présenter un retard de consolidation. Enfin, ces fractures présentent des lésions des tissus mous, et le plus souvent, ouvertes.

B-1-2-2. Fractures comminutives ^[196, 197] :

Ce sont des fractures très instables caractérisées par la perte totale des repères anatomiques, dont le nombre de fragments est supérieur à trois fragments, touchant un segment de la diaphyse ou bien s'étendre sur toute la diaphyse, on les appellera alors, les fractures comminutives pan-diaphysaires ^[197 bis].

Sur le plan biomécanique, elles présentent des troubles de rotation et de longueur. Le mécanisme responsable de la survenue de la comminution peut être par torsion, responsable alors d'une fracture comminutive avec un ou plusieurs traits spiroïdes avec une probable bonne évolution. En revanche, pour les fractures comminutives par flexion, le trait est transversal ou oblique court avec une ouverture cutanée et une altération des parties molles.

Ces fractures restent très instables, car le remodelage osseux entre les deux fragments osseux reste défailant. Enfin le risque de télescopage et de raccourcissement est accru.

B-1-2-3. Fractures bifocales ^[63, 199] :

Ce sont des fractures qui résultent d'un mécanisme direct à haute énergie représentant la moitié des fractures de jambe, avec un risque conséquent d'atteinte des parties molles. Le trait de fracture est transversal ou oblique court, isolant un segment intact de la diaphyse entre deux ou plusieurs fractures.

Ces fractures sont très instables en raison des déplacements importants touchant les deux foyers de fracture.

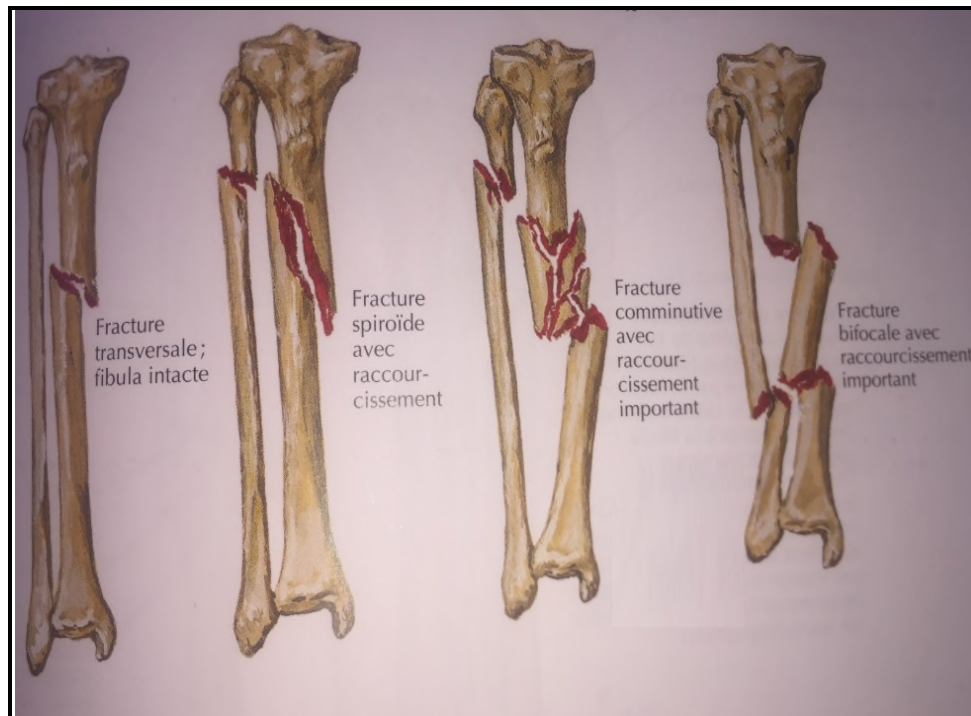


Figure 138- Variétés anatomo-pathologiques des fractures diaphysaires du Tibia [145, 150]

B-2- Description anatomopathologique des fractures diaphysaires fermées de jambes :

B-2-1- Classification internationale de Muller AO ^[192, 193] : (Fig.139)

B-2-2- Intérêt :

Comme pour les fractures du fémur, elle codifie les fractures de la jambe selon leur gravité, et permet de comparer les résultats des traitements dispensés.

Elle permet de diviser les fractures diaphysaires du tibia et de la fibula en quatre chiffres et une lettre pour établir une cartographie précise des fractures de la jambe (Tableau n° 3).

- 1- Le trait de fracture siège au niveau du tibia ; 4
- 2- Le trait de fracture se situe au niveau de l'épiphyse proximale ; 1
- 3- Le trait de fracture est diaphysaire ; 2
- 4- Le trait de fracture se situe au niveau de l'épiphyse distale ; 3
- 5- La description du trait de fracture en (A,B,C)

B-2-2-1. Fractures simples :

- 1- Fractures simples spiroides.
- 2- Fractures simples à trait oblique supérieur ou égal à 30° .
- 3- Fractures simples à trait transversal inférieur à 30° .

B-2-2-2. Fractures à troisième fragments en aile de papillon :

- 1- Fractures en aile de papillon à troisième fragment, par un mécanisme de torsion.
- 2- Fractures en aile de papillon à troisième fragment, par un mécanisme de flexion.
- 3- Fractures en aile de papillon à coin fragmenté.

B-2-2-3. Fractures complexes :

- 1- Fractures complexes comminutives spiroides.
- 2- Fractures complexes bifocales.
- 3- Fractures complexes comminutives non spiroides.

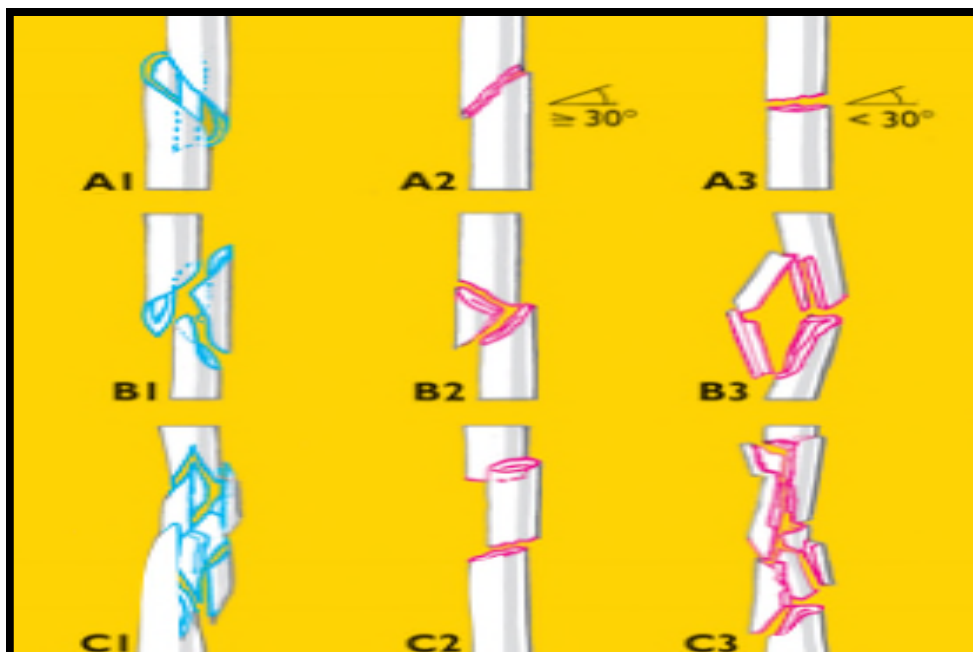


Figure 139- Classification des fractures de la diaphyse tibiale selon la classification internationale de Muller AO [193 bis]

B-2-3- Classification des lésions des tissus mous dans les fractures fermées de jambes selon Tscherne et Oesterne ^[200] :

B-2-3-1. Intérêt :

Développée par Harald Tscherne et Hans-Jorg Oesterne en 1982 ^[200] en Allemagne afin de classer les fractures fermées et ouvertes de la jambe. Ils se sont basés sur le type du mécanisme, plus le choc transmis à l'os est important plus le degré d'atteinte des tissus mous est important.

1- Grade 0 (Fracture C0) :

Traumatisme indirect responsable d'une fracture simple avec ou sans lésions des tissus mous.

2- Grade 1 (Fracture C1) :

Traumatisme indirect responsable d'une fracture simple ou modérément sévère avec des abrasions superficielles ou des contusions cutanées.

3- Grade 2 (Fracture C2) :

Traumatisme par choc direct entraînant une fracture transversale ou complexe associée à des lésions musculo-cutanées profondes (contusions) avec un risque de survenu d'un syndrome des loges.

4- Grade 3 (Fracture C3) :

Fracture complexe avec contusion cutanée large et destruction musculaire par écrasement. Les lésions vasculaires et le syndrome des loges sont présents.

2- Lésions osseuses avec atteinte des parties molles :

B-2- Fractures ouvertes de jambes :

B-2-1- Lésions cutanées ^[201] :

Les fractures ouvertes de jambes constituent une urgence chirurgicale, en raison de leur gravité en rapport avec l'atteinte des parties molles et du revêtement cutané. Ce dernier est particulièrement vulnérable en raison de sa situation sur la face interne de la diaphyse tibiale. La perte de substance cutanée à ce niveau met l'os à nu, et de faite, l'expose à différents degrés de contamination. Le pronostic de ces fractures dépend étroitement du degré de l'atteinte des tissus mous.

B-2-2- Lésions musculo-aponévrotiques ^[201 bis] :

Elles sont responsables d'une contamination bactérienne majeure due au fait de l'introduction des germes au moment du traumatisme, ce dernier, est le plus souvent, dû à un mécanisme à haute énergie, entraînant des lésions cutané-musculaires variables allant du délabrement au broiement, pouvant conduire à l'amputation.

B-2-3- Lésions vasculo-nerveuses ^[202] :

B-2-3-1- Lésions vasculaires :

L'existence d'une fracture du tiers distal du fémur, ou bien du tiers proximal de la jambe associée à une fracture de la fibula ou à une luxation fibulaire doit faire évoquer une lésion du trépied vasculaire.

Dans les fractures du tiers distal de la jambe, une rupture de l'artère jambière postérieure est fréquente. Pour toutes ces raisons qui risquent de compromettre gravement le pronostic du membre inférieur, la constatation d'un tableau clinique d'ischémie aigue du membre, lors de l'examen clinique, nécessite impérativement la prise des pouls distaux, afin d'apprécier la vascularisation sous unguéale ainsi que le retour veineux.

Cependant, l'artériographie en urgence reste l'examen de choix pour confirmer une lésion vasculaire et en préciser son niveau.

B-2-3-2- Lésions nerveuses :

La paralysie du nerf sciatique poplité externe (SPE) ou du nerf sciatique poplité interne (SPI) peut être observée lors des fractures du tiers supérieur de la jambe, associant, une fracture du tibia à une luxation tibio-fibulaire ou bien à une fracture du col de la fibula. Ces lésions neurologiques peuvent être la conséquence soit d'une contusion, réversible avec le temps, ou bien d'une rupture, nécessitant une réparation chirurgicale.

Par conséquent, il convient donc, en urgence, de rechercher la sensibilité et la motricité du membre lésé. La perte de la flexion dorsale de la cheville fait évoquer une lésion du nerf sciatique poplité externe. En revanche, la perte de la flexion plantaire de la cheville fait évoquer une lésion du nerf sciatique poplité interne ou de leurs branches.

B-3- Classifications anatomo-pathologiques des fractures ouvertes de jambes :

B-3-1- Classification anatomopathologique de Cauchoix, Duparc et Boulez ^[203, 204] :

Ces précurseurs qui sont Cauchoix, Duparc et Boulez [204] furent les pionniers à classer en 1957 les fractures ouvertes de jambe en se basant sur l'appréciation de la taille de la perte de substance cutanée, et le degré de la contusion des parties molles.

- 1- Type 1 :** Lésion bénigne, ouverture punctiforme, la plaie est sans décollement ni contusion, peut être suturée sans tension. Si elle est vue précocement, son pronostic est comparable à celui des fractures fermées (Fig.140-1).

- 2- Type 2 :** Lésion cutanée avec des décollements et une contusion des tissus dont la vitalité devient douteuse, le risque de nécrose secondaire est élevé, particulièrement en regard du tibia après la suture (Fig.140-2).

- 3- Type 3 :** Perte de substance cutanée en regard ou à proximité du foyer de fracture, d'origine traumatique ou bien due à l'excision chirurgicale d'un lambeau dévitalisé (Fig.140-3).

Le type 3 a été par ailleurs, subdivisé, afin d'enrichir la classification, en prenant en considération l'état de la plaie, qui est un risque croissant dans l'évolution du pronostic.

3-1-Type 3A :

Dans ce type de fractures, les berges cutanées sont vivantes, et la cicatrisation dirigée est envisageable.

3-2-Type 3B :

A ce stade, il y a une perte de substance cutanée étendue, avec un risque majeur d'évolution vers la nécrose.

3-3-Type 4 :

Dans ce dernier stade de la classification de Cauchoix et Duparc, Boulez ^[203, 204], il existe un broiement des parties molles avec une ischémie distale du membre lésé.

B-3-2- Classification anatomopathologique de Gustillo et Anderson ^[98, 205]

Dès 1976, Gustillo et Anderson ^[98, 205] ont proposé d'introduire dans la classification des fractures ouvertes de jambes, certains facteurs déterminants, afin d'avoir de meilleurs résultats cliniques, comme la quantité d'énergie du traumatisme, le degré de la contamination des tissus mous, et enfin, l'étendue des lésions vasculaires. Toutes ces notions permettront par la suite de mieux évaluer la gravité des fractures.

1- Type 1 :

Ouverture cutanée de moins 1 cm de longueur, par ailleurs, il existe une petite lésion des parties molles. La fracture est souvent simple, transverse ou oblique (Fig.140-1).

2- Type 2 :

Ouverture supérieure à 1 cm sans délabrement important ni perte de substance ni avulsion. Néanmoins, il existe une légère comminution et une contamination modérée (Fig.140-2).

3- Type 3 :

Délabrement cutané-musculaire, des lésions vasculo-nerveuses, et une contamination majeure (Fig.140-3).

Cette classification fut réactualisée en 1984 par Gustillo et Anderson ^[98, 205] en collaboration avec Mendoza et Williams ^[206] qui apportèrent une nouvelle codification en subdivisant le type 3 après que le parage initial eut été réalisé, cependant, cette classification ne tient pas compte du siège de la fracture, et concerne uniquement les os long.

Par contre, on verra dans le chapitre suivant une autre classification anatomopathologique étudiant le type de fracture afin de classer les fractures ouvertes selon le degré d'ouverture cutanée ^[200].

3-1-Type 3A :

La couverture du foyer de fracture par les parties molles est réalisable, malgré la dilacération extensive. Il existe une comminution importante de la fracture sans prendre en compte la taille de la plaie (Fig.140-3a).

3-2-Type 3B :

La fracture ouverte est associée à une lésion extensive ou à une perte de substance des parties molles avec stripping du périoste et extension 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 musculo-cutané pour le couvrir (Fig.140-3b).

3-3-Type 3C :

La fracture ouverte est associée à une lésion vasculaire [202] avec une atteinte importante des parties molles qui nécessite une réparation vasculaire et une couverture des pertes de substances de la jambe [207] (Fig.140-3c).

I	II	IIIA	IIIB	IIIC
Ouverture cutanée inférieure à 1 cm. Il existe une petite lésion des parties molles. La fracture est souvent simple, transverse ou oblique.	Ouverture supérieure à 1 cm sans délabrement important ni perte de substance ni avulsion.	- La couverture du foyer par les parties molles est convenable malgré la dilacération. - Comminution importante de la fracture sans tenir compte de la taille de la plaie.	- fracture ouverte avec perte de substance, exposition de l'os avec contamination massive. - Nécessité d'un lambeau de recouvrement.	La fracture ouverte est associée à une lésion artérielle qui nécessite une réparation, mise à part le degré important des dégâts des parties molles.

Figure 140- Classification anatomopathologique des fractures ouvertes de jambe selon Gustillo et Anderson [98, 205]

IX

ÉTUDE CLINIQUE ET RADIOLOGIQUE

I- Étude clinique des fractures des os longs du membre inférieur :

1- Diagnostic clinique :

1-1- Bilan clinique :

1-1-1- Sur les lieux de l'accident :

Le bilan d'une fracture du fémur ou des fractures de jambes repose sur le diagnostic clinique qui est réalisé sur les lieux du sinistre par l'équipe de médecins-urgentistes. Il est évident chez une victime consciente et coopérative, et beaucoup moins quand la victime est inconsciente et présentant plusieurs lésions [77].

1-1-2- En milieu hospitalier :

L'anamnèse qui est un préalable avant de poser tout diagnostic d'une fracture du fémur ou d'une fracture de jambe et de procéder à une conduite thérapeutique. Elle devra rechercher :

- 1- L'âge du patient et sa profession.
- 2- Dans ses antécédents médicaux, une défaillance mentale ou cardio-respiratoire.
- 3- Dans antécédents chirurgicaux ; personnels ou familiaux et le traitement en cours.
- 4- La prescription de traitements particuliers pour des pathologies lourdes, notamment tumorales, ou d'anticoagulants et d'antiagrégants plaquettaires pour des pathologies vasculaires, les antihypertenseurs en cas de cardiopathies existantes, les anti- hyperglycémiantes en cas de diabète.
- 5- Les habitudes de vie : était-il autonome sur le plan de la motricité ? ou déambulant à l'aide de tuteurs externes ? ou bien grabataire, dans ce cas, il faut préciser le type de grabatisation ; assise ou couchée, et son origine ; liée au traumatisme ou à ses antécédents.

- 6- La nature et les circonstances du traumatisme, en précisant le mécanisme qui est le plus souvent direct.
- 7- L'heure de l'accident qui est fondamentale car elle précise d'une part l'intervalle de temps écoulé depuis la survenue du traumatisme jusqu'à une éventuelle apparition d'une infection postopératoire en cas de fractures ouvertes, et d'autre part le temps d'apparition d'un état de choc traumatique même hémorragique en cas d'un polytraumatisme entre la 1^e et la 6^e heure.
- 8- L'heure du dernier repas doit être connue pour une réaliser une éventuelle anesthésie générale.

1- Examen clinique [77, 81 bis, 166, 196, 197, 211, 229, 230] :

1-1- Examen de l'état général [211, 229, 230] :

Il devra rechercher :

- 1- Un état de choc par la prise du pouls et de la tension artérielle et dans ce cas la mise en route d'une réanimation urgente car dans la fracture ouverte de la jambe ou dans la fracture du fémur, les muscles de la cuisse saignent énormément (plus de 1 litre de sang) et entraînent une hémorragie interne. La conduite thérapeutique à tenir en urgence est de pouvoir assurer une perfusion pour prévenir un collapsus [229, 230].
- 2- Une décompensation d'une tare pré existante.
- 3- Des lésions associées comme les lésions cranio-cérébrales, abdomino-thoracique, les lésions du rachis et du bassin ainsi que celles du membre inférieur controlatéral et des membres supérieurs.

1-2- Examen de l'appareil locomoteur [77, 81 bis, 194, 216, 239] :

1-2-1- Au niveau local :

A- Inspection :

Elle précise le siège de la fracture au niveau du fémur par une déformation évidente à type de crosse au niveau de la cuisse, ou bien au niveau de la jambe par le déplacement du segment osseux inférieur en varus (segment inférieur en dedans) ou une angulation en valgus (segment inférieur en dehors). Elle apprécie l'attitude vicieuse du membre traumatisé en rotation externe avec un raccourcissement par rapport au membre controlatéral sain. Elle recherche aussi un flessum ou un recurvatum dans le foyer de fracture.

Enfin, elle permet d'évaluer le degré des lésions cutanées en cas d'ouverture et celles des parties molles en cas de contusion ou de compression en classant les fractures selon la classification anatomopathologique de Cauchoix et Duparc, Boulez complétée par celle de Gustillo et Anderson [98, 203, 204, 205, 206].

B- Palpation :

Elle recherche des points douloureux exquis et une crépitation osseuse évoquant une instabilité du foyer de fracture. Elle peut mettre en évidence une lésion de l'axe artériel par la palpation des pouls fémoraux, poplité, tibial postérieur et pédieux. Elle recherche une atteinte du nerf sciatique et de ses branches en appréciant la sensibilité du dos et de la plante du pied ainsi que la mobilité des orteils [159].

1-2-2- Au niveau locorégional :

Permet :

- 1- D'apprécier l'état cutané, le siège des lésions (plaies, abrasions, brûlures) et de les classer selon les classifications anatomo-pathologiques suscitées [200, 203, 204, 205, 206, 207, 208].
- 2- D'apprécier l'état des articulations sus et sous jacentes et de rechercher les lésions osseuses ou ligamentaires associées au niveau du même membre ou à distance [159].
- 3- De rechercher les complications musculaires qui évoquant un syndrome des loges antérieures et externes.

- 4- De rechercher les complications vasculaires par l'étude de la coloration des téguments en appréciant la température du membre, et par la palpation systématique des axes vasculaires (palpation des pouls fémoral, poplité, tibial postérieur et pédieux ^[202]).

1-2- Bilan radiologique ^[10, 77, 81, 81 bis, 159, 194, 198, 202, 216, 239] :

Après avoir établi le diagnostic clinique d'une fracture, il est impératif d'orienter le patient en radiologie pour le compléter par un bilan radiologique standard afin d'apprécier le siège et le type anatomopathologique ^[192, 193] de la fracture et de rechercher d'autres lésions osseuses. En dehors d'une urgence absolue ^[211] c'est bien le premier examen complémentaire à réaliser. Le bilan radiologique se fait en protégeant le membre par une gouttière radio-transparente en mousse ou une attelle plâtrée pré fabriquée afin de stabiliser le fragment osseux atteint et de protéger les tissus environnants. Cette stabilisation contribuera à diminuer l'œdème iatrogène provoqué par les mobilisations intempestives du patient ^[212]. Enfin, les clichés radiologiques peuvent être réalisés par une radiographie mobile sans déplacer le patient en radiologie surtout le polytraumatisé ^[89].

Ce bilan radiologique comporte des radiographies standards de face et de profil du segment fracturé et des articulations sus et sous-jacentes. Pour les fractures du fémur, des clichés du segment fracturé (Fig.142) et du bassin (Fig.141) sont nécessaires à la recherche d'une irradiation proximale du trait de fracture principal au niveau du col du fémur ou du massif trochantérien ou d'une irradiation distale du trait diaphysaire entraînant une fracture supra ou inter condylienne ^[77].

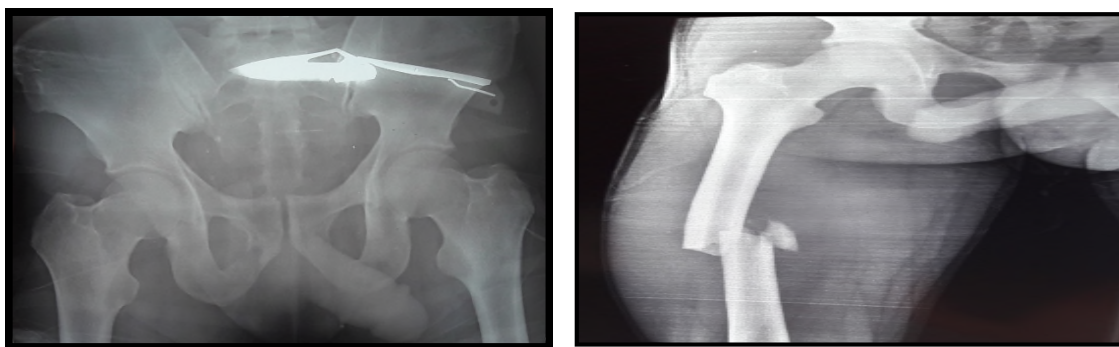


Figure 141- Radiographie du bassin ; Figure 142- Radiographie du Fémur droit deface : Fracture complexe médio-diaphysaire avec 3^e fragment

Pour les fractures de la jambe (Fig.143-2), les incidences standards des articulations sus et sous-jacentes permettent la recherche des lésions associées du genou en amont (Fig.143-1) et de la cheville en aval (144-1 et 144-2) [81 bis, 166, 196, 197]. La recherche d'un trait de fracture bifocal doit être aussi systématique en raison de la particularité de la fracture bifocale de la jambe [63, 199].

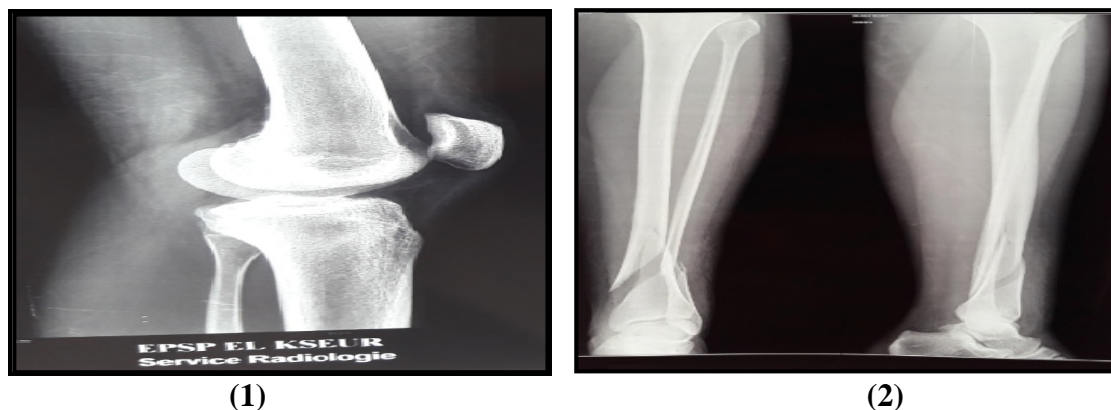


Figure 143- (1) Radiographie du genou droit de profil ; (2) radiographie de la jambe droite de face et de profil : Fractures spiroides du quart inférieur des deux os de la jambe

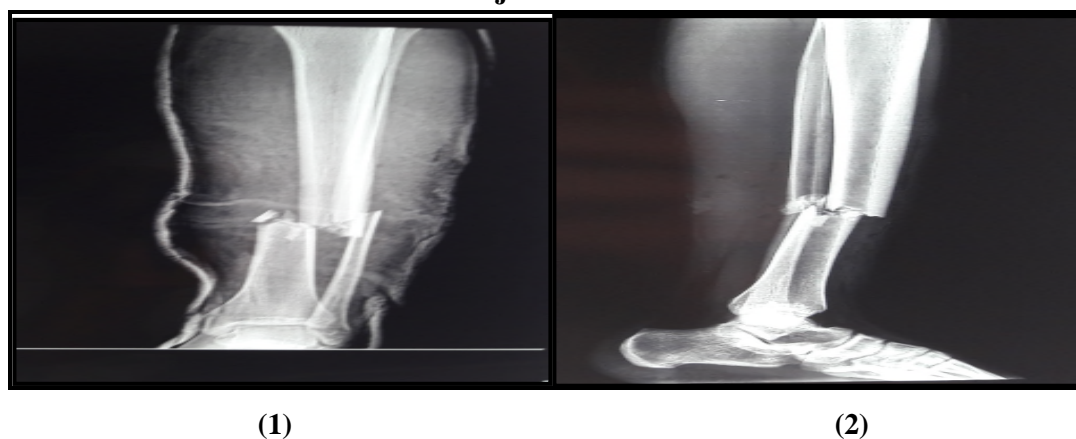


Figure 144- (1) Radiographie de la jambe gauche de face ; (2) radiographie de profil : Fractures transversales du tiers inférieur des deux os de la jambe

En conclusion, le bilan radiologique permet :

- 1- De confirmer le diagnostic clinique.
- 2- De préciser le siège et le type du trait de fracture.
- 3- De préciser l'importance du déplacement du segment osseux.
- 4- De classer la fracture selon les différentes classifications anatomopathologiques.
- 5- De rechercher des lésions osseuses associées.

X

TRAITEMENT DES FRACTURES DES OS DU MEMBRE INFERIEUR PAR ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE VERROUILLE

I- Traitement des fractures des os longs du membre inférieur par enclouage centromédullaire verrouillé :

1- Principes de l'enclouage centromédullaire verrouillé ^[131]:

1-1- Principes mécaniques ^[213, 214, 215]:

- 1- La réduction et la fixation de la fracture par un clou centromédullaire assurent une stabilité qui peut être absolue ou relative en fonction du type de la fracture et des lésions associées.
- 2- La fixation stable des fractures selon les principes de l'appui longitudinal à trois points décrits par Kuntscher en 1940 (Système multipoint). Une stabilisation de la fracture et une bonne revascularisation des fragments osseux représentent des conditions idoines pour favoriser la consolidation.

1-2- Principes biologiques ^[103, 216]:

- 1- L'enclouage centromédullaire respecte les phénomènes physiologiques de la cicatrisation du cal osseux.
- 2- Cette technique à foyer fermé limite le risque infectieux et le risque de survenue de la pseudarthrose en conservant la vitalité des fragments réduits.
- 3- L'alésage intra-médullaire permet la stimulation de la revascularisation qui accélère la formation du cal osseux. Il procure des petits fragments d'endoste qui stimulent la consolidation osseuse.

2- Buts ^[180, 217]:

C'est une technique opératoire à foyer fermé qui présente trois avantages principaux :

- 1- Diminution du risque infectieux et du risque de déperdition sanguine, et réduit le traumatisme opératoire des parties molles.
- 2- Conservation de l'hématome fracturaire qui permet de faciliter la formation du cal osseux périosté.
- 3- Le clou centromédullaire a été conçu pour présenter des caractéristiques biomécaniques semblables à l'os normal en matière de contraintes qu'il subit.

3-Indications :

Le clou centromédullaire conçu par Kuntscher ^[105] en 1940 et modifié par Gross et Kempf (G-K) ^[12, 123, 130] entre 1976 et 1978 est indiqué autant pour la traumatologie que pour la pathologie osseuse des os longs.

Pour la traumatologie : Il est indiqué dans les fractures diaphysaires, les fractures épiphysio-diaphysaires proximales et distales, les fractures complexes à troisième fragment, les fractures bifocales, et certaines fractures ouvertes de type 1 et 2 ^[131, 204].

Pour la pathologie osseuse : Il est indiqué dans les pseudarthroses diaphysaires proximales et distales ^[103], les cals vicieux angulaires, la correction des anomalies de longueur, les arthrodèses de la cheville, la prophylaxie des fractures pathologiques, et l'ostéosynthèse curative des métastases des os longs ^[252].

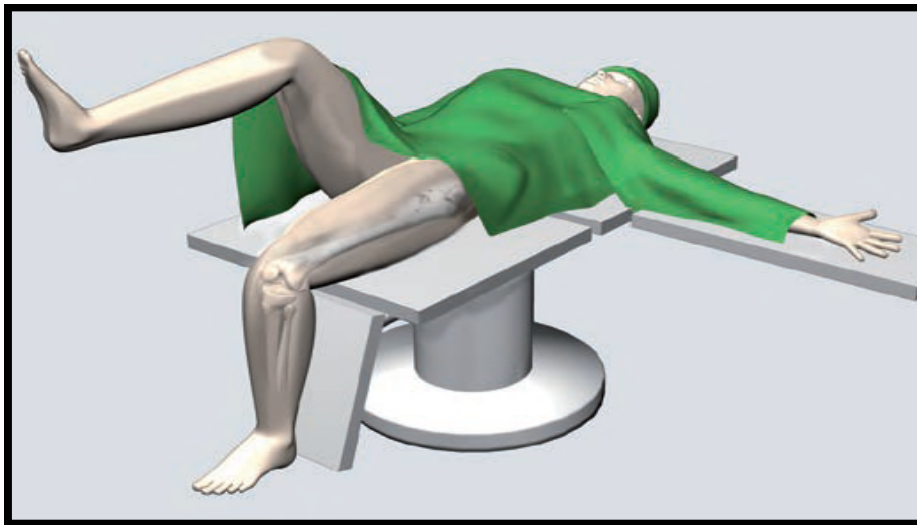
4-Technique chirurgicale ^[23, 27, 218] :

Autant pour le fémur que pour le tibia, la mise en place du clou de Grosse et Kempf (G-K) que ce soit en traumatologie, ou dans le cas de la pathologie, comporte 10 étapes qui sont mentionnées comme suit :

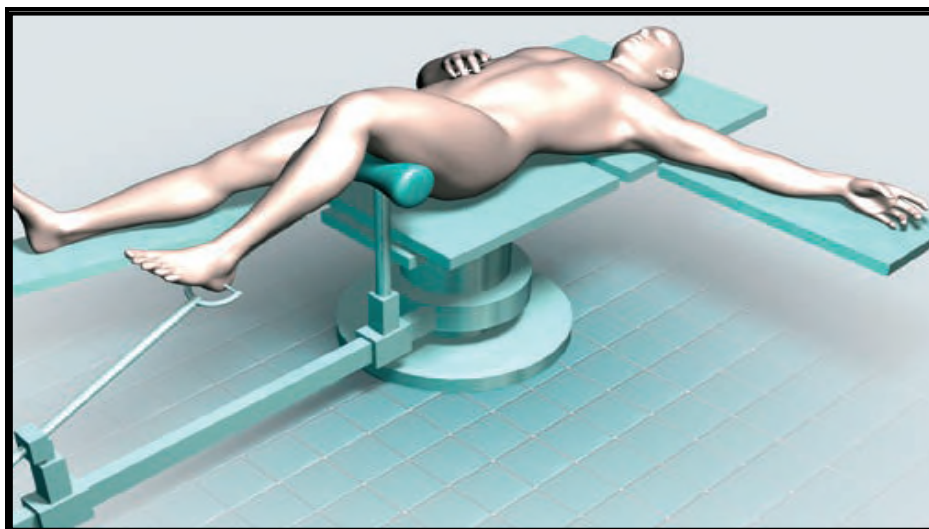
- 1- Installation ;
- 2- Réduction ;
- 3- Drapage ;
- 4- Voie d'abord ;
- 5- Point d'entrée ;
- 6- Guide d'alésage ;
- 7- Alésage ;
- 8- Enclouage ;
- 9- Verrouillage proximale ;
- 10- Verrouillage distal.

4-1- Installation et réduction :

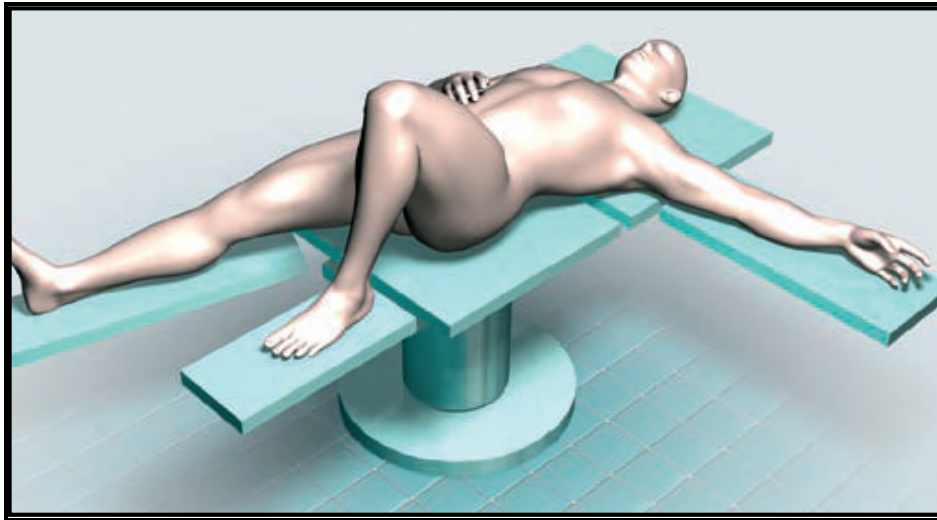
Autant pour l'enclouage du fémur, que pour le tibia, il est préférable que le patient soit installé en décubitus dorsal sur une table orthopédique radio-transparente (Fig.145-1,145-2,145-3) afin de faciliter l'obtention d'une réduction anatomique et d'éviter les défauts d'axes anatomiques que ce soit en varus ou en valgus et les défauts rotatoires. Il est possible aussi de l'installer sur une table ordinaire pour l'ostéosynthèse du tibial, le genou doit pouvoir être fléchi à 90° bien reposant sur appui.



(1) -Table orthopédique pour l'enclouage du fémur, le membre controlatéral en abduction maintenu par un support et bscule du tronc du coté opposé



(2) - Table orthopédique pour l'enclouage du Tibia, le pied maintenu par un étrier



(3)-Table ordinaire pour l'enclouage du tibia, la cuisse à 60° et le genou fléchi à 90°

Figure 145- (1) (2) (3) Installation du patient en décubitus dorsal sur une table radio-transparente [42]

Pour l'enclouage du fémur, une broche de Steinmann supra-condyloire est nécessaire pour la mise en place d'un étrier adapté à la table orthopédique, qui permettra de faciliter les manœuvres de réduction.

Le tronc est basculé du côté du membre controlatéral (Fig.145-1, Fig.147-1,147-2) pour faciliter la réduction des fractures du fémur en proximal qui n'est pas aisée, en raison de la contraction des muscles abducteurs qui entraînent la flexion du fragment proximal, alors que le fragment distal est en varus et en rotation du fait de la contraction des muscles adducteurs de la cuisse (Fig.146). Cette position du tronc maintenue par un support thoracique permet par ailleurs, de mettre en tension le muscle moyen fessier (Fig.146) qui va corriger la rotation du fragment proximale du fémur et aborder facilement le grand trochanter.

Le membre controlatéral est en abduction et maintenu par un support, alors que le membre fracturé est entrainé dans l'axe anatomique, le genou fléchi à 90°. L'amplificateur de brillance est placé du côté médial de la cuisse pour éviter les phénomènes d'agrandissement ^[27,131,218,219,385] (Fig.147-1, 147-2).

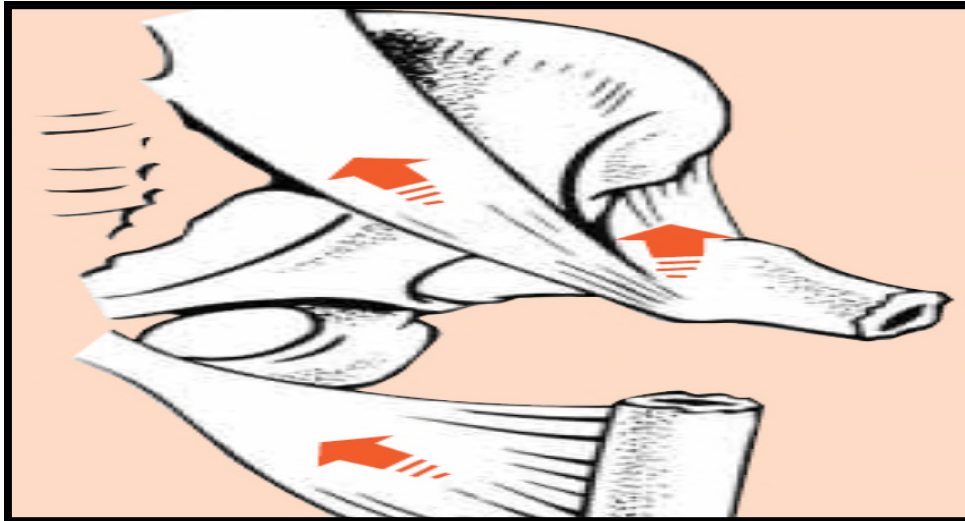
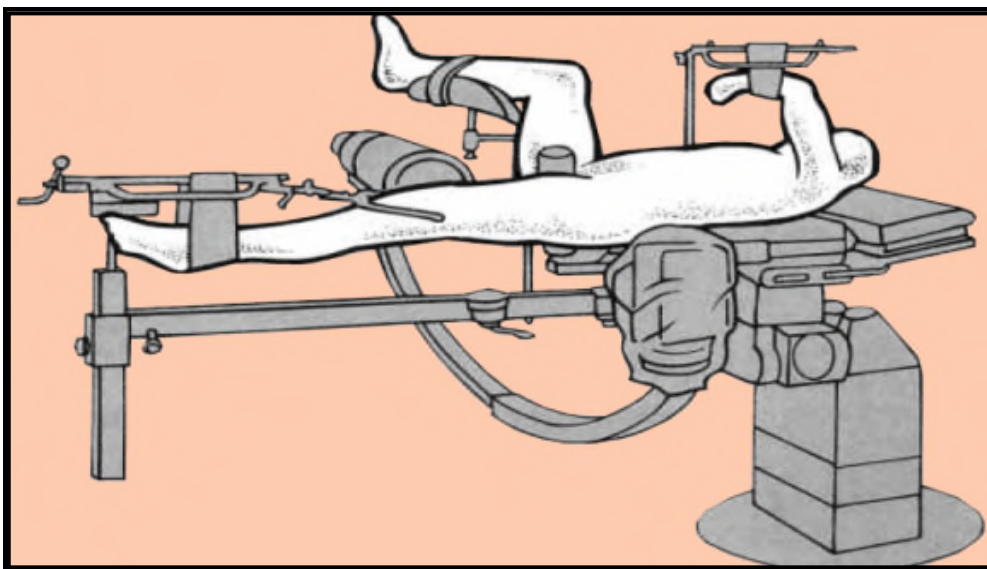


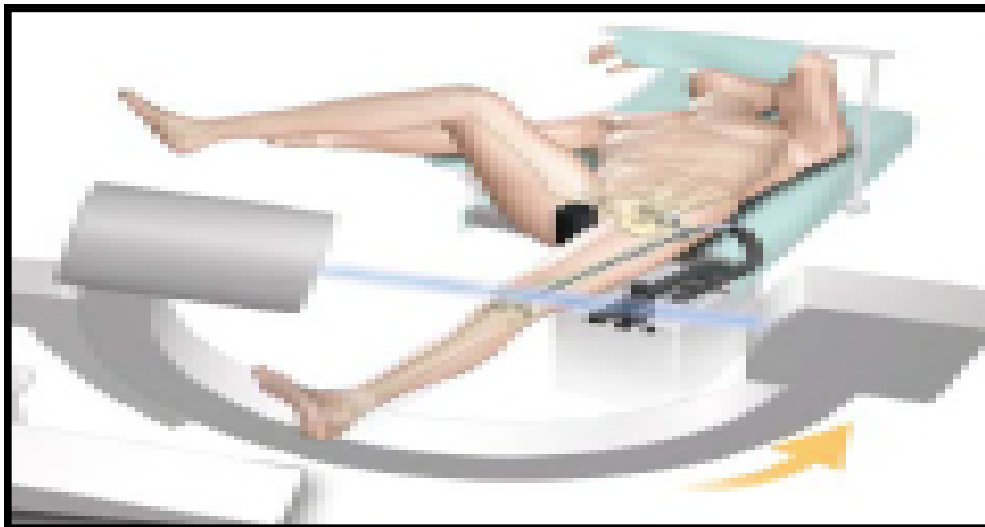
Figure 146- Tension des muscles abducteurs et adducteurs lors de la bascule du tronc vers le membre controlatéral [27]

Flèches en rouge :

- Vers la crete iliaque (1)-Muscle tenseur du fascia-lata et tractus ilio-tibial; (2)- muscle moyen fessier, (3)- petit fessier.
- Vers la branche ilio-pubienne du carré obturateur (4-) muscle pectiné.
- Vers la branche ischio-pubienne du carré obturateur (5)- muscles court adducteur ; (6)- long adducteur ; (7)- muscle grand adducteur.



(1)



(2)

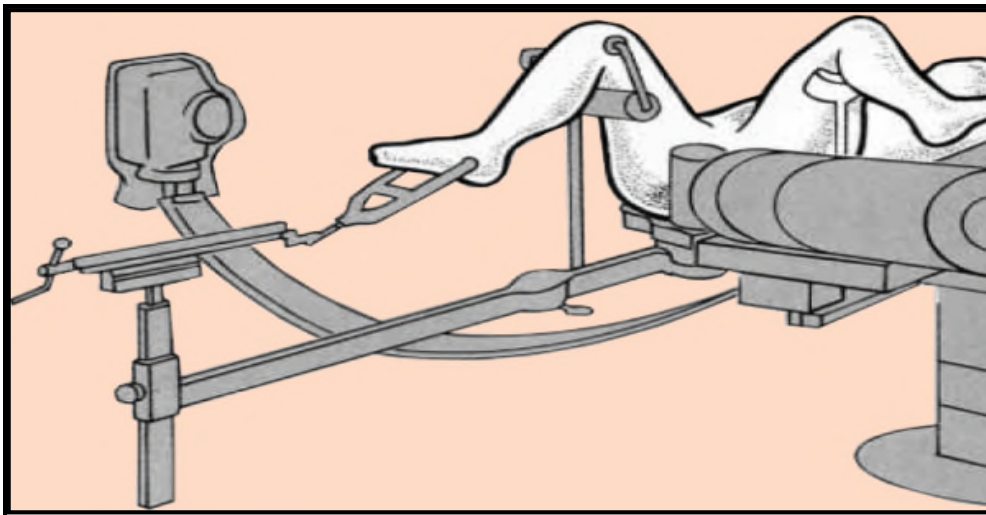
Figures 147- (1) (2) Traction de la cuisse par une broche trans-tibiale dans l'axe du Tibia avec le membre controlatéral en abduction et amplificateur de brillance du côté médial de la cuisse [27,131,218,219,385]

Tandis, qu'en cas d'enclouage de la jambe, cette dernière doit être pendante et verticale, le genou est fléchi à 90° et maintenu par un support fixé à la table qui est placé à la face postérieure et basse de la cuisse loin du creux poplité afin d'éviter toute compression vasculaire (Fig.148-1,148-2).

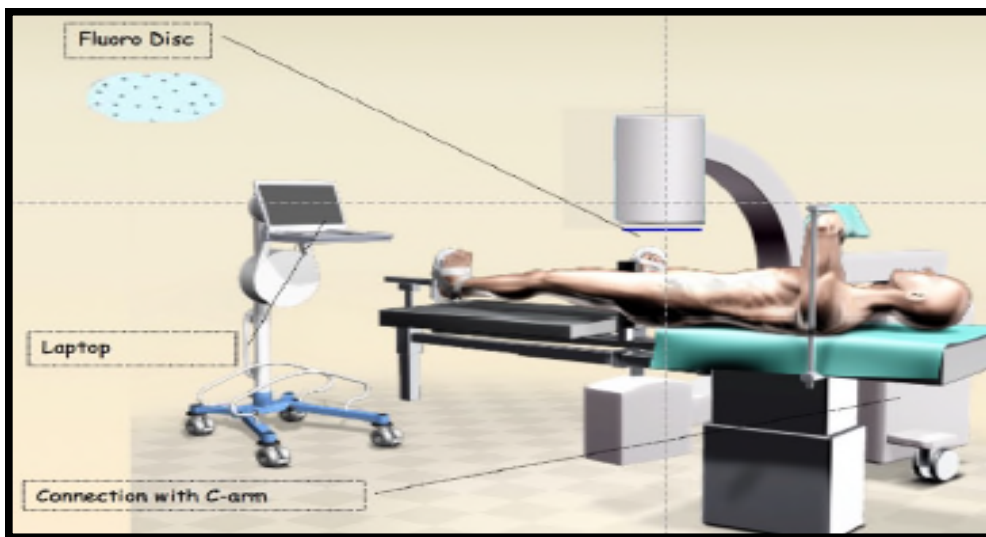
L'effet de la pesanteur facilite la réduction du foyer de fracture dans les plans frontal et sagittal. Il n'en demeure pas moins, que des défauts de réduction peuvent subsister si le malade est couché sur une table ordinaire.

Ces défauts de réduction du foyer de fractures sont à l'origine de troubles d'axes et d'anomalies de longueur.

Pour cela, il est recommandé de placer d'emblée le patient sur une table orthopédique [131,218,219,385] la hanche doit être fléchie à 60°, la jambe est oblique tractée par une broche de Steinmann trans-calcanéenne fixée à la table (Fig.148-1,148-2).



(1)



(2)

Figure 148- (1) (2) Traction de la jambe par une broche trans-calcaneenne, genou fléchi reposant sur un support et hanche fléchi à 60°, amplificateur de brillance du côté médial de la jambe [27]

La rotation est contrôlée par l'axe bi malléolaire, et la crête tibiale qui est saillante sous la peau doit être palpée en amont et en aval du foyer de fracture, le pied est fléchi 90° en légère rotation externe de 15° par rapport à la tubérosité tibiale antérieure (TTA). Dans tous les cas, la réduction par des manœuvres de rotation, de traction, d'abduction et d'adduction sont contrôlées par un amplificateur de brillance qui est placé du côté médial de la jambe jusqu'au moment de la visée distale où il sera mis du côté latéral (Fig.148-1, 148-2).

L'utilisation du garrot pneumatique n'est pas recommander car l'alésage augmente la pression thermique et l'absence de flux sanguin provoquée par le garrot va accroître cette pression.

4-2- Incision et point d'entrée :

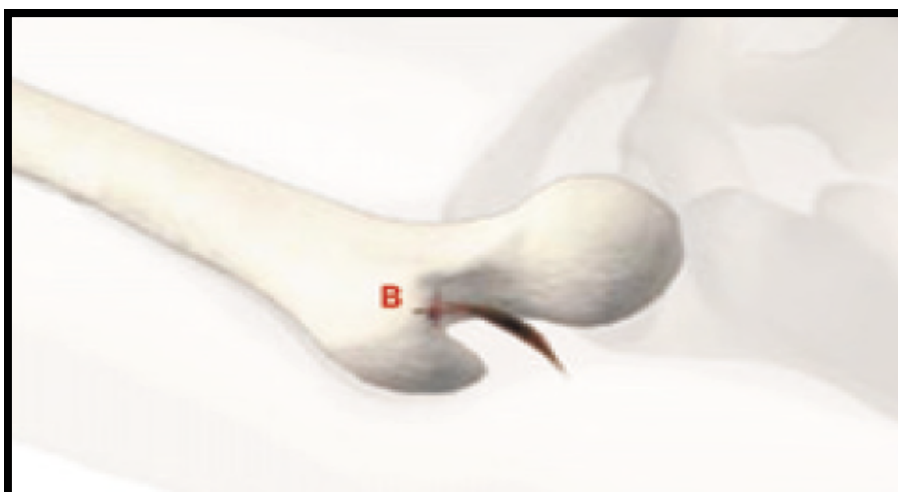
A- Abord du Fémur :

Une incision de 5cm au sommet du grand trochanter aisément palpé verticalement vers la crête du fémur, la détermination du point d'entrée se fait à la palpation du sommet du bord interne du grand trochanter après incision de la peau et du fascia-lata au niveau de la jonction entre le tiers antérieur et les deux tiers postérieurs (Fig.149-1). Le clou peut être introduit aussi dans la fossette digitale en dedans du grand trochanter et légèrement en arrière de l'axe du clou fémoral (Fig.149-2).



(1)

A- Point d'entrée du guide-clou à la jonction du 1/3 antérieur et des 2/3 postérieurs du grand trochanter



(2)

B- Point d'entrée du guide-clou au niveau de la fossette trochantérique (fossette digitale)

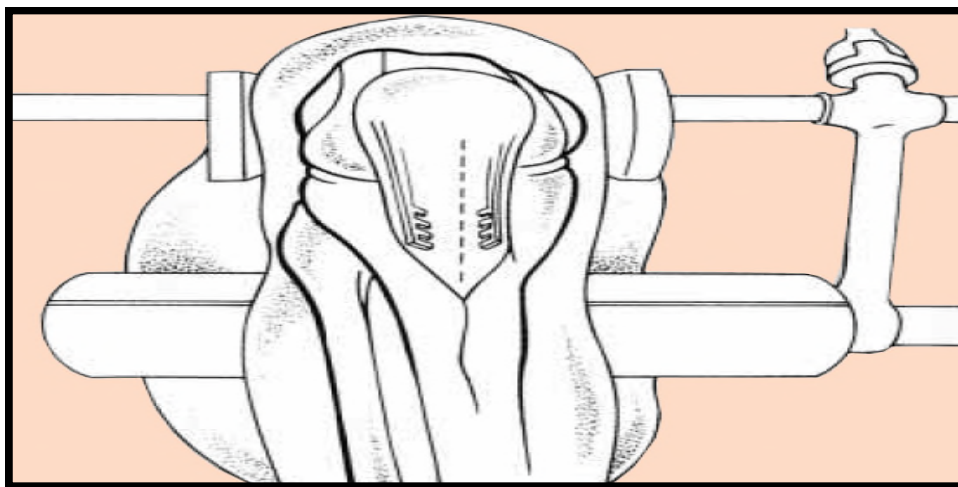
Figure 149- (1) (2) Point d'entrée du guide-clou dans le canal médullaire du Fémur [247]

B- Abord du Tibia :

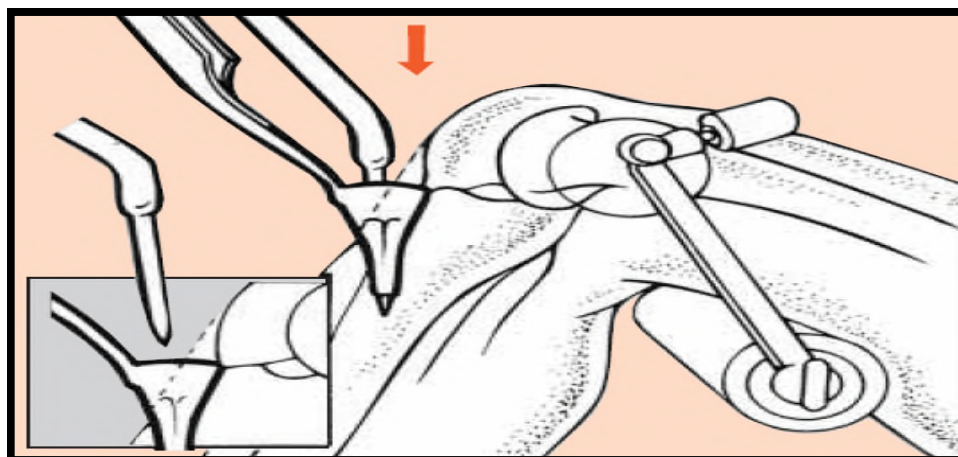
Une incision verticale de 4 cm est réalisée à travers le tendon rotulien partant de la pointe de la rotule à la tubérosité tibiale antérieure (TTA) au niveau de la jonction entre le tiers médial et les deux tiers latéraux où s'effectuera le point d'entrée (Fig.150-1). Le tendon est incisé par la suite dans le sens de ses fibres.

L'ouverture du canal médullaire par la pointe carrée se fait derrière le tendon rotulien à 0,5mm de distance au dessus de la tubérosité tibiale antérieure (TTA) et au milieu des plateaux tibiaux (Fig.150-2).

Le point d'entrée est situé de face sur l'axe du canal médullaire et de la tubérosité latérale de l'imminence inter-condyloire (Fig.151-1), et de profil sur le bord antérieur du plateau tibial (Fig.151-2). En haut, il est se situe en avant de l'épine tibiale antérieure (151-3).

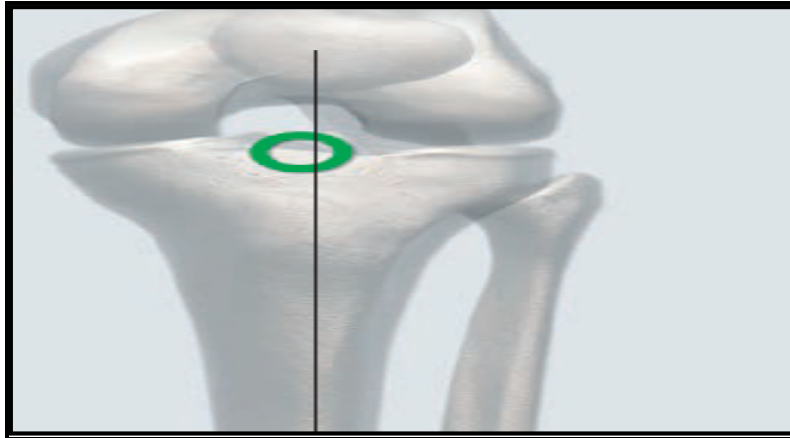


(1)- Incision médiale trans tibiale au dessus de la TTA au niveau la jonction entre le 1/3 médial et les 2/3 latéraux du tendon rotulien

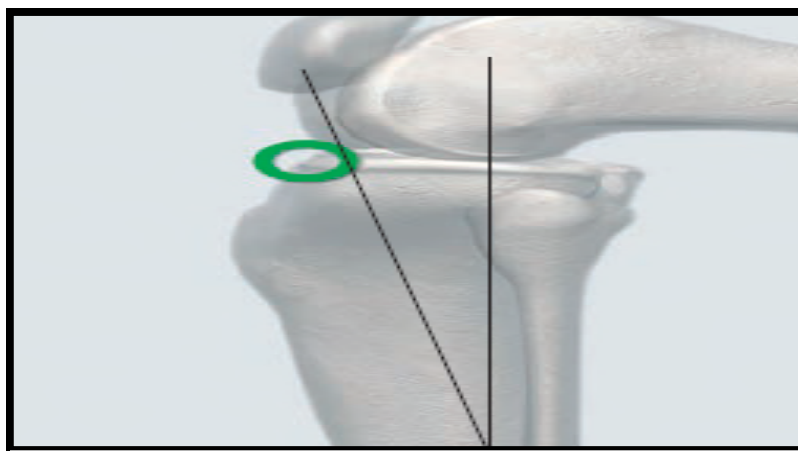


(2)- Passage du guide-clou à travers le tendon tibial au dessus de la TTA

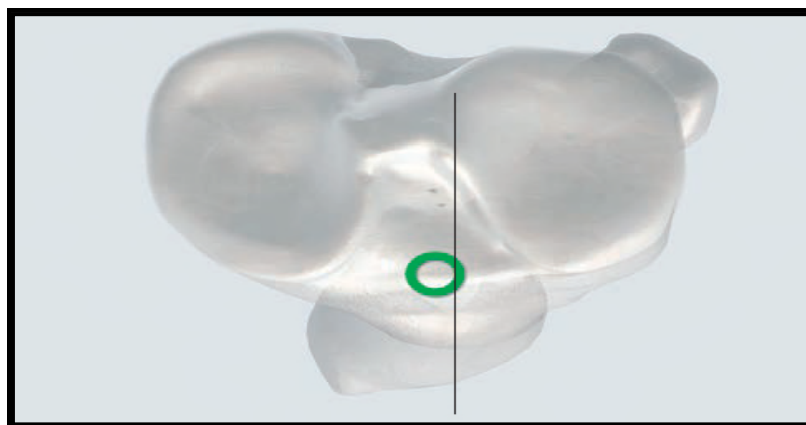
Figure 150- (1) (2) Point d'entrée et passage du guide-clou dans le canal médullaire du Tibia [27]



(1)-De face : alignement du point d'entrée sur l'axe du canal médullaire tibial et de la tubérosité latérale de l'éminence inter-condyloire



(2)- De profil : alignement du point d'entrée sur l'axe du canal médullaire tibial sur le bord antérieur du plateau tibial



(3)-Alignement du point d'entrée sur l'axe du canal médullaire tibial en haut, en avant de l'épine tibiale antérieure

Figure 151- Alignement du point d'entrée du guide-clou sur l'axe du canal médullaire tibial [35 bis]

4-3- Alésage du canal médullaire :

Il ne peut être réalisé qu'après avoir fait passer dans le canal médullaire du fémur (Fig.152) ou du tibia (Fig.153) du guide-clou pré-courbé.

Ce dernier doit prendre une direction antérieure sur la corticale antérieure afin d'éviter sa migration en arrière vers la corticale postérieure provoquant sa perforation (Fig.153).

Le guide-clou doit être dirigé à travers le foyer de fracture (Fig.154) qui est au préalable réduit par des manœuvres externes dans les trois plans frontal, sagittal, et horizontal, sa progression est contrôlée radiologiquement jusqu'à son arrivée à l'épiphyse distale, en s'assurant qu'il soit concentrique pour pouvoir procéder par la suite à l'alésage (Fig.155-1, 155-2).



Figure 152- Passage de l'alesoire dans la fossete trochantérique [35 bis, 247]

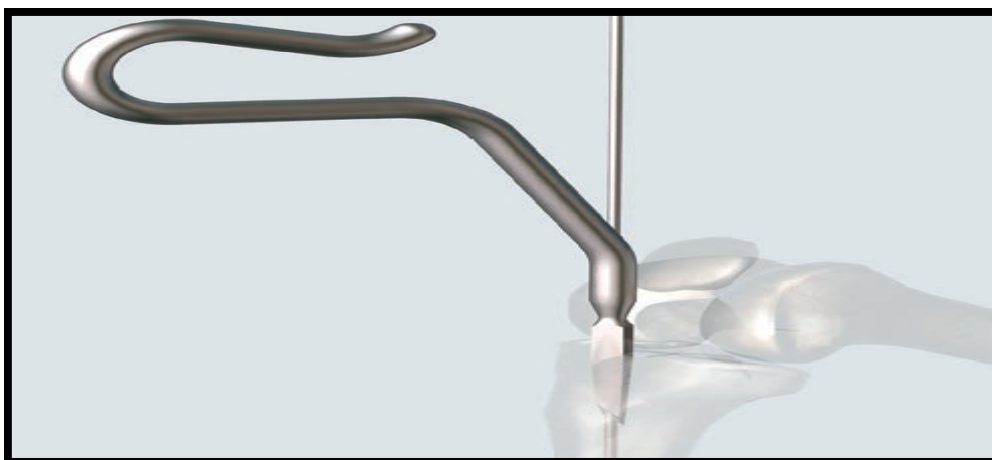


Figure 153- Passage du guide-clou dans le canal médullaire du Tibia[35 bis, 247]

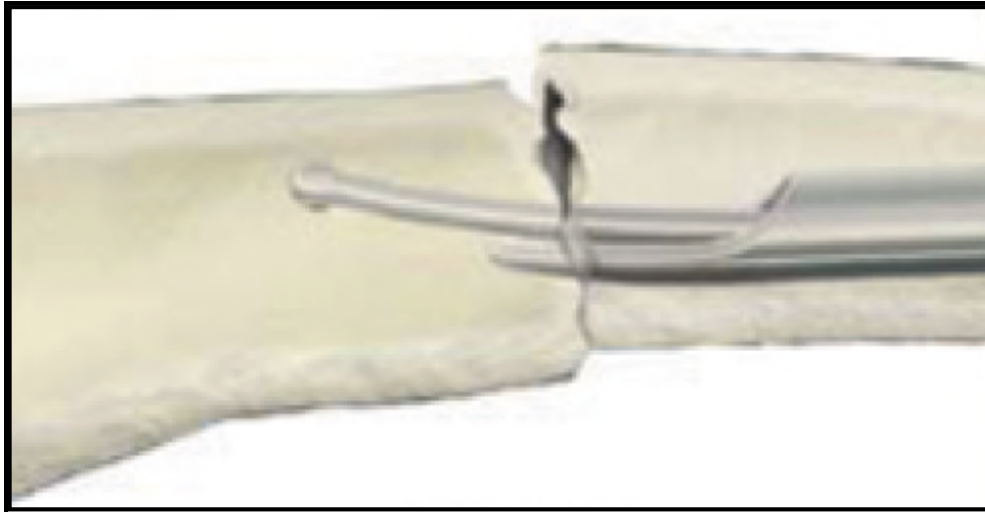


Figure 154- Passage du guide-clou à travers le foyer de fracture [247]

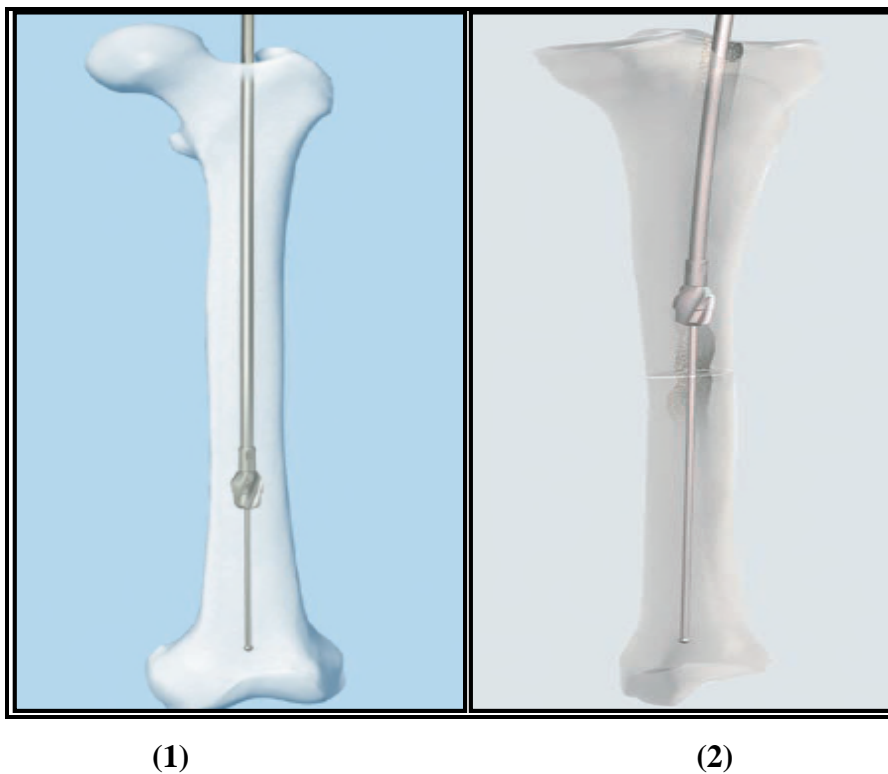


Figure 155- (1) Passage de l'alésoir dans le canal médullaire à travers le foyer de fracture fémur ; (2) passage de l'alésoir à travers le foyer de fracture tibial [35 bis, 42]

4-3-1- But de l'alésage intra-médullaire :

Le but de l'alésage est de transformer le canal médullaire du fémur qui est irrégulier en entonnoir prenant la forme d'un sablier à sa partie moyenne, et triangulaire pour le tibia en un canal uniforme adapté au clou. Pour ce faire, l'introduction des alésoirs dans le canal médullaire se fait progressivement de 0,5mm à 0,5mm jusqu'à l'alésage de toute la corticale.

En cas de comminution importante, il est préférable d'arrêter l'alésage au niveau du foyer de fracture [130, 131, 218].

4-4- Choix du clou :

La longueur du clou est choisie après la réduction du foyer de fracture en déduisant de la longueur totale du guide, la partie du clou qui est en dehors du canal médullaire, après que ce dernier ait traversé le foyer de fracture et bien ancré dans l'épiphyse distale [247]. Lors des fractures complexes, l'évaluation de la longueur du clou est référenciée aux clichés radiologiques du fémur ou du tibia controlatéral.

Cette évaluation radiologique par rapport à l'os controlatéral se fait avant la pose du clou, mais reste approximative. Elle se fait à l'aide de deux clichés radiologiques standards perpendiculaires à l'os sur lequel une règle radio-opaque est placée [27, 247]. Une autre technique utilise la règle radiographique en plaçant le bord gradué sur l'isthme, et la jonction entre la corticale de l'os et la médullaire doit être visible des deux cotes du repère sur la radiographie [42] (Fig.156). Le diamètre du clou doit être inférieur de 1.5 à 2mm par rapport à celui dernier alésoir.

Pour le fémur sa longueur doit être calculée en mesurant la partie du guide-clou qui est en dehors du sommet du grand trochanter, cette dernière sera soustraite de la longueur totale du guide qui doit être placé d'une manière concentrique entre les deux condyles [247]. En revanche, pour le tibia, le même procédé est réalisé, la longueur du clou prend comme référence la partie du guide d'alésage qui est en dehors de la tubérosité tibiale soustraite à la longueur totale du guide qui est ancré dans l'épiphyse tibiale [35 bis].

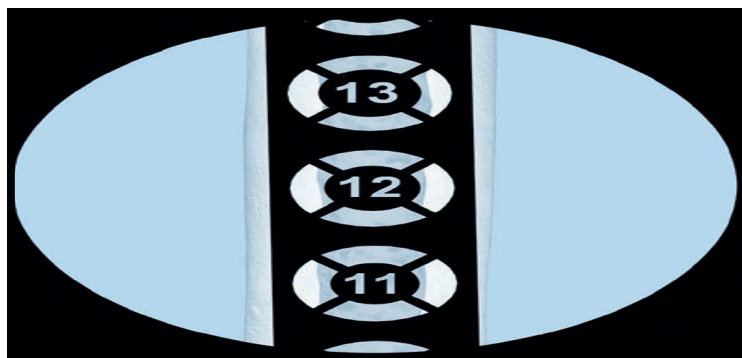


Figure 156- Choix du clou en appliquant une règle radiographique graduée appliquée sur l'isthme [42]

4-5- Introduction du clou :

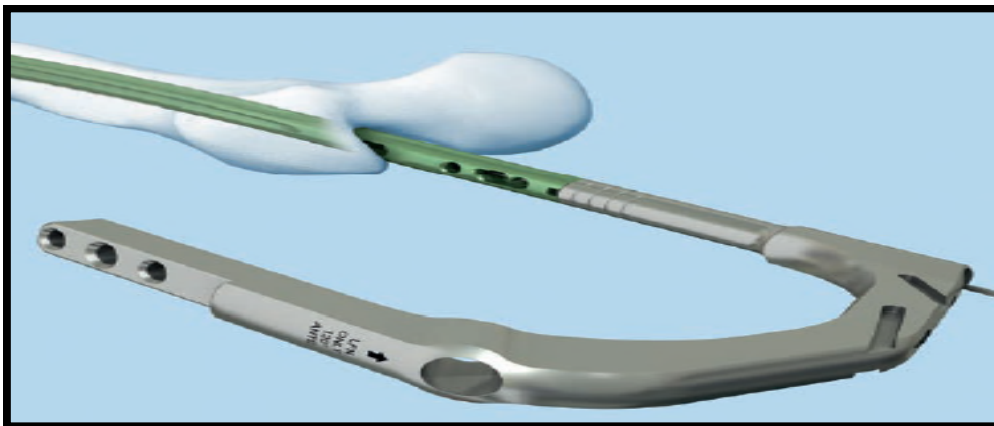
Une fois le clou monté sur l'ancillaire, il doit être introduit à travers le guide jusqu'à l'épiphyse distale du fémur ou du tibia (Fig.157-1, 157-2).

Par ailleurs, il faut éviter la protrusion du clou au niveau de la fossette digitale du fémur appelée aussi fossette trochantérique ou bien au niveau de la tubérosité tibiale antérieure (TTA).

Cette protrusion peut être à l'origine d'une lésion du tendon du moyen fessier ou du tendon rotulien.

Le guide du clou sera ôter par la suite, et un contrôle radiologique est nécessaire pour s'assurer du bon positionnement de l'implant et de son ancrage.

La protrusion du clou doit être au niveau de la fossette digitale (FD) à travers le tendon du moyen fessier ou à travers le tendon rotulien à l'origine de douleurs du genou [35 bis, 42].



(1)- Introduction du clou dans la fossette digitale du Fémur



(2)-Introduction du clou dans le Tibia au dessus de la TTA

Figure 157- (1) (2) Introduction du clou centromedullaire verrouillé [35 bis, 42]

4-6- Verrouillage du clou [24, 25, 27, 57, 130, 131, 181, 182, 183, 189, 249] :

Le verrouillage aussi bien en proximal qu'en distal va contribuer d'une manière significative à développer encore les principes de l'enclouage centromédullaire décrits autre fois par Kuntscher en 1964 [248] apportant d'avantage de sécurité dans la fixation. Il permettra d'éviter la rotation au niveau du foyer de fracture et le télescopage des différents fragments osseux.

C'est pour toutes ces raisons que les clous centromédullaires verrouillés de Grosse et Kempf (G-K) développés entre 1976 et 1978 [27, 130, 131] offrent une meilleure sécurité pour toutes les fractures fémorales et tibiales médio-diaphysaire.

La stabilité de ces fractures au niveau proximal ainsi qu'en distal s'est vue renforcée en raison de l'introduction ces dernières années d'une nouvelle gamme d'implants comme le clou pour le fémur à compression (**S2**) [247] en 2005 et des clous rétrograde/antérograde (**ExpertR /AFN**) [42] pour le fémur (Fig.23) et pour le tibia (**expert TN**) à stabilité angulaire (**ASLS**) en 2015 [35 bis].

Concernant la partie distale métaphyso-épiphysaire du tibia, ce système de verrouillage (**ASLS**) a montré selon une étude [212] apparue en 2008 que le taux de consolidation est plus que satisfaisant et les complications à type de cals vicieux angulaires sont moindres.

4-6-1 Verrouillage proximal :

Le verrouillage proximal aussi bien au niveau du fémur (Fig.158-1) qu'au niveau du tibia (Fig.158-2) nécessite un ancillaire adapté au clou. Après méchage à la mèche 3,7mm, des vis auto-taraudeuses doivent prendre les deux corticales externe et interne (Fig.159).

Au niveau du tibia, il faut s'assurer de ne pas léser les éléments nerveux tel que le nerf sciatique poplité externe (SPE) ou les éléments vasculo-nerveux du creux poplité dans le cas d'un verrouillage antéropostérieur [27].

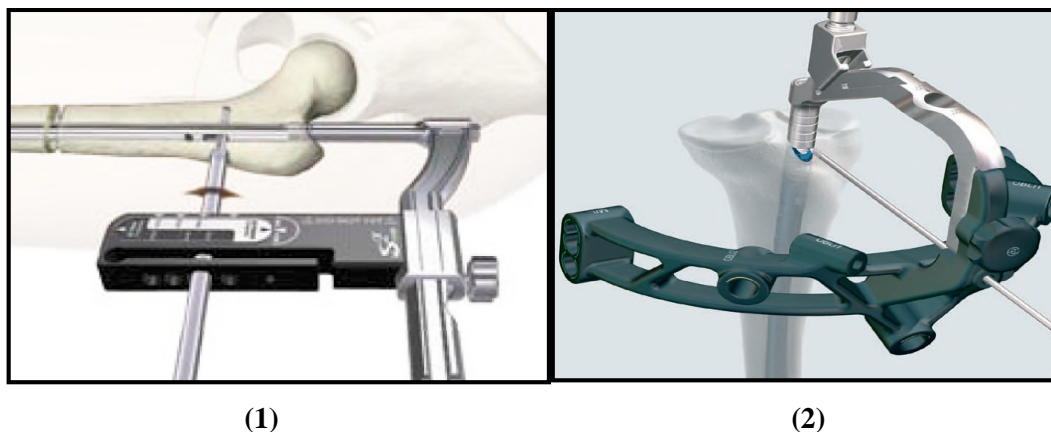


Figure 158- (1) Verrouillage proximal du clou expert R/AFN ;(2) verrouillage proximale du clou expert TN du tibia [35 bis, 247]

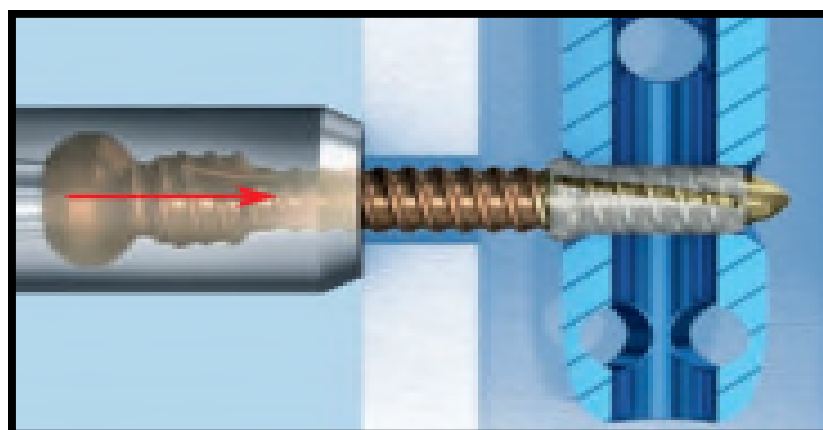


Figure 159- Vis auto-taraudeuse [35 bis]

4-6-2- Verrouillage distal :

Certes, la technique du verrouillage distal des clous centromédullaires n'est pas pour le moins aisé, contrairement au verrouillage proximal, elle nécessite une grande dextérité et une bonne expérience de la part de l'opérateur. La réduction du foyer de fracture doit se faire sous contrôle radiologique de face et de profil. Les trous de verrouillage distal prennent la forme ronde (Fig.160-1), et une incision cutanée est alors effectuée, une mèche de 3,7mm est introduite dans le sens de la corticale externe vers la corticale interne (Fig.160-2). Deux vis auto-taraudeuses seront vissées sous contrôle radiologique [247].

Selon Arelettaz [57] des études biomécaniques réalisées par l'allemand Krettek et ses collaborateurs en 2013 ont démontrées que le clou introduit dans la médullaire se déformait lorsqu'il progresse vers l'épiphyse distale.

Cette déformation permet au clou de s'adapter à la morphologie de l'os. Les clous pleins se déforment dans le plan frontal (coronal) et dans le plan sagittal. Elle est accentuée pour les clous fendus qui se déforment aussi en torsion ^[57]. C'est dire, que la position des orifices distaux dans le canal médullaire au niveau de l'épiphyse distale ne peut être affirmée sans contrôle radiologique (fluoroscopie) ^[35 bis] (Fig.161).

Les orifices distaux doivent prendre la forme ronde pour que la vis distale de verrouillage puisse se hisser aisément (figure 160-1).

Tandis qu'un viseur radio-transparent (Fig.162) est maintenu par une console permet de faciliter l'introduction de la mèche dans les trous de verrouillage ^[57, 218, 247].

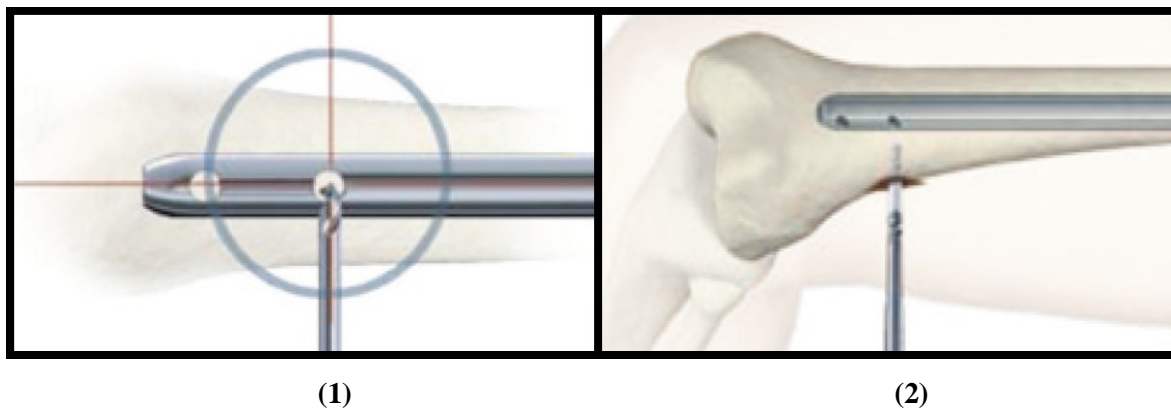


Figure 160- (1) Forme ronde de l'orifice distal avant l'introduction de la mèche ; (2) introduction de la mèche pour le verrouillage distal [247]



Figure 161- Vis de verrouillage distal dans l'orifice de forme ronde à la radioscopie [35 bis]



Figure162- Console du viseur radio-transparent adapté à l'amplificateur de brillance
[57, 218, 247]

Certains chirurgiens en début d'expérience peuvent éprouver des difficultés à réaliser la visée distale, augmentant ainsi la durée d'exposition aux rayons X pour eux même, et pour le malade. Pour cette raison, plusieurs technique de verrouillage distal à main levée n'utilisant pas l'amplificateur de brillance ont été développées durant les années 1990 et début 2000 dans le but de réduire l'irradiation [38, 41, 56, 57].

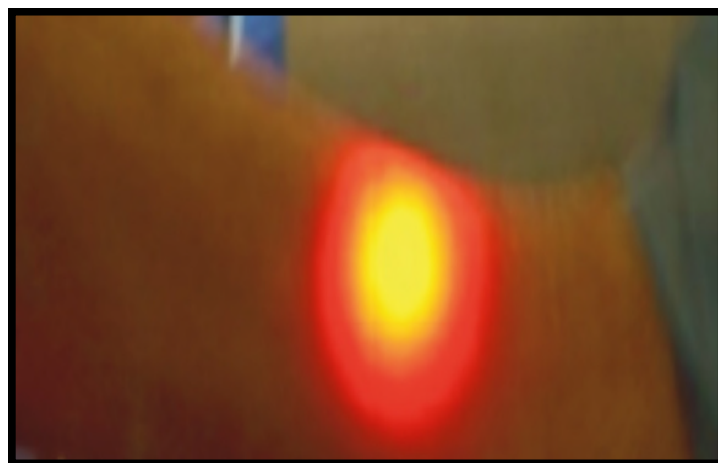
Ces techniques de verrouillage distal utilisent la navigation informatisée (Fig.163-1) ou le viseur laser (Fig.163-2) ou encore le rayonnement électromagnétique et des sources lumineuses [57, 218] (Fig.163-3). Ce qui a nécessité une réadaptation des clous et de leurs viseurs, mais pour plusieurs raisons, les résultats escomptés n'ont pas été significatifs. Enfin, d'autres études sont en cours d'expérimentation afin d'élaborer un meilleur système de visée afin de s'émanciper à l'avenir de tout rayonnement X [57, 218].



(1)- Contrôle du verrouillage distal par navigation informatisée



(2)- Contrôle du verrouillage distal par viseur laser



(3)- Contrôle du verrouillage distal par une source lumineuse et magnétique

Figure 163- (1) (2) (3) Moyens de contrôle du verrouillage distal du clou [57, 218]

4-7- Fermeture :

La fermeture des tissus musculaire et sous cutanés se fait sur un drain de Redon aspiratif.

- Pour le fémur : Elle consiste à suturer les fibres du muscle vaste latéral et de fermer l'aponévrose du muscle tenseur du fascia-lata en laissant le drain aspiratif dans le tissu sous cutané. La suture du tissu sous cutané est la dernière étape avant la fermeture de la peau.

- Pour le tibia : la fermeture consiste à suturer le tendon rotulien et le péri-tendon, le drain aspiratif est placé en sous cutané. Le tissu cutané est suturé avant la fermeture de la peau.

4-8- Soins post-opératoires :

- Les antibiotiques sont administrées en préopératoire pendant au moins 8 jours ^[255].
- Le malade opéré est déambulé dès le deuxième jour après l'intervention, à la fin du drainage et un appui partiel est autorisé dès le troisième jour après la sédation de la douleur et des phénomènes inflammatoires ^[107].
- Les anticoagulants sont administrés dès le premier jour de l'intervention afin d'éviter la survenue des complications thromboemboliques pendant 30 jours selon les dernières recommandations ^[256].

XI

COMPLICATIONS DE L'ENCLOUAGE CENTROMEDULLAIRE VERROUILLE

I- Complications de l'enclouage centromédullaire verrouillé :

Si l'enclouage centromédullaire verrouillé est devenu ces dernières années une technique chirurgicale de choix pour l'ostéosynthèse des fractures des os longs, il n'en demeure pas moins, que cette technique peut être émaillée de nombreuses complications autant techniques que médicales qui ont fait par ailleurs, l'objet de nombreuses publications [21, 133, 184, 221, 222, 223, 224, 226, 227, 228].

A- Complications liées à la technique chirurgicale :

- 1- Un sepsis du genou en cas d'arthrotomie peut survenir lors de l'enclouage de la jambe. Pour cette raison que l'enclouage de la jambe doit se faire en avant du ligament adipeux de Hoffa (LAH) [220] en respectant la synoviale.
- 2- Les fausses routes sont fréquentes lors de l'introduction des alésoirs à travers le foyer de fracture, aussi bien au niveau du fémur qu'au niveau du tibia. Pour cette raison que la réduction du foyer de fracture doit être maintenue lors du passage du guide-clou pré-courbé après changement des différents alésoirs en pratiquant des contrôles radiologiques [26, 38].
- 3- Les fausses routes sont observées aussi lors de l'introduction des vis à travers les orifices de verrouillage aussi bien au niveau du fémur qu'au niveau du tibia en particulier à sa partie distale, et peuvent être responsables de lésions nerveuses [184] ou de cals vicieux angulaires et rotatoires [21]. Ces complications sont en rapport avec une forte probabilité d'une défaillance technique durant l'intervention. En effet, le clou à son introduction dans le canal médullaire devra s'adapter à l'os et au foyer de fracture entraînant un changement de la position des orifices distaux [133].
- 4- L'alésage intra-médullaire peut provoquer une comminution du foyer de fracture, ou un blocage de la tête de l'alésoir dans les fragments. Pour cela, qu'il est recommandé dans les fractures à fragment intermédiaire ou dans les fractures bifocales [63, 199] que l'alésage du segment intermédiaire qui est instable et précaire sur le plan vasculaire, doit se faire à la main, avec un moteur à l'arrêt. Sur le plan vasculaire, plusieurs études ont démontrées que le passage des alésoirs à travers le foyer de fracture est pourvoyeur de complications. Comme une contusion musculaire entraînant une diminution de la perfusion osseuse [224], des modifications des pressions intratissulaires à l'origine d'un syndrome des loges [221, 222] par augmentation de la pression

intra-médullaire, ou encore une ischémie pouvant évoluer vers la nécrose tibiale thermique [223].

- 5- L'introduction du clou dans le fût médullaire en dehors des fausses routes n'est pas dénuée d'autres complications, comme un éclatement diaphysaire ou un refend cortical en rapport avec son enclavement diaphysaire et son blocage [131].



Figure 164- Sepsis du genou

Figure 165- Fausse route du clou tibial

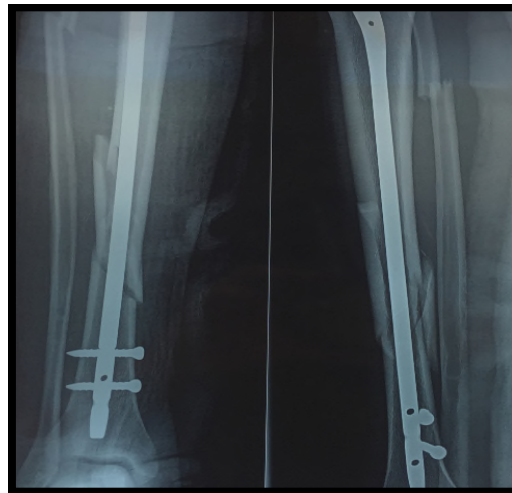


Figure 166- Radiographie de la jambe droite de face et de profil montrant des fausses routes des vis de verrouillage distal d'un clou tibial verrouillé en statique

B- Complications post-opératoires précoces :

1- Choc hypovolémique :

Il survient dans le cas de fractures complexes au niveau de la diaphyse fémorale ou d'une fracture ouverte de la jambe avec des contusions des parties molles [201, 201 bis]. Le saignement au niveau du fémur peut provoquer des hématomes importants responsables d'une déperdition sanguine d'environ 1.3 litre en moyenne [77].

Outre les lésions du fémur ou de la jambe, le patient poly traumatisé peut présenter d'autres lésions hémorragiques telles que des lésions du bassin touchant l'anneau pelvien qui est une région richement vascularisée provoquant des hématomes rétro-péritonéaux. Enfin, les principales sources de saignement se voient aussi dans les plaies vasculaires et des lésions viscérales ou cérébrales. Ces pertes sanguines sont responsables en l'absence d'une compensation, d'une défaillance cardio- circulatoire conduisant au décès par choc hypovolémique.

C'est dire, que la priorité absolue est de rétablir une hémodynamique stable par un remplissage vasculaire et une stabilisation des foyers de fractures dans les plus brefs délais afin de limiter le risque hémorragique et réduirait l'inflammation tissulaire [229, 230].

2- Embolie graisseuse :

Le risque de survenue du syndrome d'embolie graisseuse s'accroît avec la multiplicité des traumatismes fermés survenant chez l'homme occasionnant plusieurs fractures complexes des os longs des membres inférieurs [231].

Ce risque est majoré lorsque ces fractures sont associées à une atteinte viscérale ou dans le cas de la survenue et de la persistance de l'état de choc [229].

L'incidence du syndrome d'embolie graisseuse (SEG) dépend donc du nombre, du type de la fracture et de son siège. La fracture du fémur est la fracture la plus incriminée dans la survenue du syndrome d'embolie graisseuse [229, 232].

La prévention de l'embolie graisseuse est tributaire de la stabilisation des foyers de fractures qui doit se faire entre la 24^e et la 72^e heure car le risque de survenue du SEG dépend du caractère précoce ou tardif de l'intervention.

Selon la littérature [233] la prise d'anticoagulants et de corticoïdes même à tendance à diminuer les chances de survenue.

Son traitement est purement symptomatique, il repose sur une oxygénothérapie, un remplissage vasculaire et une analgésie adéquate [229, 230].

3- Gangrène gazeuse :

Plusieurs facteurs sont incriminés dans la survenue de la gangrène gazeuse, comme l'ouverture cutanée au niveau de la jambe qui peut être responsable de lésions sévères de l'os et des parties molles. En l'absence d'une prise en charge adéquate, l'infection de la plaie au niveau du foyer de fracture peut se compliquer d'une gangrène gazeuse entre la 12^e et la 14^e heure par des germes anaérobies (*Clostridium*) [229].

A l'instar des facteurs de risque infectieux, les antécédents diabétiques ou tabagiques du patient ont tendance à accroître le risque de survenue d'une gangrène gazeuse.

L'ostéosynthèse par plaque vissée des foyers de fractures contaminés et les lésions vasculaires et tissulaires favorisent aussi la survenue de la gangrène gazeuse [234].

Ce risque est patent chez un polytraumatisé contraint à subir une longue intervention chirurgicale et une durée prolongée d'hospitalisation [235].

Les moyens de prévention reposent sur l'antibio-prophylaxie selon le schéma de la société française d'anesthésie-réanimation (SFAR)[236] qui a été établi en 2018 et qui consiste à faire un rappel antitétanique associant un parage large, avec un rinçage abondant et une stabilisation du foyer de fracture par des moyens de contention qui dépendront de la classification des lésions cutanées [205].

4- Maladie thromboembolique veineuse (TVP) :

Son incidence augmente dans les fractures des os longs du membre inférieur, sans compter certains facteurs qui constituent un terrain de prédilection dans la survenue de la thrombose veineuse profonde comme l'obésité, l'âge supérieur à 40 ans, une intervention qui dépasse les 2 heures, les transfusions importantes, les traumatismes crâniens et un coma qui dépasse les 72 heures [237]. Elle se traduit cliniquement par une douleur et une diminution du ballant du mollet à la flexion dorsale du pied (Signe de Homans) et la compression des masses musculaires. Cependant, le diagnostic de la thrombose veineuse n'est pas clinique car ces

symptômes peuvent se rencontrer dans le syndrome des loges. En fait le diagnostic repose sur une échographie-doppler des membres inférieurs [238].

Les fractures des os longs porteurs et particulièrement celles du fémur [77] peuvent entraîner la survenue d'une thrombose veineuse profonde (TVP) selon une fréquence de plus de 40%. Cette proportion peut augmenter et atteindre les 80% en l'absence d'une prophylaxie [77], d'où la mise systématiquement sous héparine à bas poids moléculaire (anticoagulants) en postopératoire immédiat. La mobilisation du patient après la sédation des phénomènes inflammatoires réduit considérablement le risque de survenue de cette maladie et permet d'éviter la survenue de l'embolie pulmonaire qui est une ces complications [237].



Figure 167- Thrombose veineuse profonde (TVP) de la cuisse à J5 post-enclouage du Fémur

5- Syndrome des loges de la jambe (syndrome compartimental) :

Il survient dans les fractures ouvertes des deux os de la jambe mais aussi dans les fractures fermées. Son incidence augmente avec la sévérité du traumatisme chez les patients jeunes [239]. Sur le plan physiopathologique, le syndrome des loges concerne surtout la loge antérieure de la jambe et secondairement la loge postérieure profonde. Il se traduit par un conflit entre un contenu extensible qui est le muscle et un contenant rigide représenté par le compartiment ostéo-aponévrotique. L'hématome provoqué par le traumatisme comprime le muscle qui se nécrose en quelques heures entre 24 et 48 heures après une phase d'ischémie aiguë. Mais ce syndrome peut survenir aussi en postopératoire [239]. Les signes cliniques sont les signes de l'ischémie musculaire et nerveuse. Si toute fois, il y a absence de la douleur au niveau de la jambe au tout début du syndrome des loges, elle aura tendance à augmenter en

intensité à la flexion dorsale du pied et des orteils, avec une diminution du ballonnement du mollet. Cette douleur est le signe le plus fréquemment rencontré dans le syndrome des loges.

Par ailleurs, elle peut être sourde lorsque le syndrome est localisé dans la loge postérieure profonde de la jambe.

En revanche, les signes de l'ischémie nerveuse se manifestent plus tardivement par l'apparition de paresthésies et de paralysies musculaires dans le territoire nerveux concerné responsables de lésions irréversibles des muscles et des nerfs [240, 241].

La fasciotomie de toutes les loges de la jambe doit être réalisée en extrême urgence dans les 6 heures, quand les signes cliniques sont encore réversibles. La fermeture du tissu cutané est réalisée dès la disparition de l'œdème après plusieurs jours de l'intervention [239].

Le diagnostic doit être précoce, car tout retard dans la prise en charge thérapeutique pourrait entraîner des conséquences fonctionnelles graves, notamment des paralysies nerveuses et des rétractions tendineuses et musculaires conduisant une amputation [184].

C- Complications post-opératoires secondaires :

1- Pseudarthrose :

Elle se traduit par une absence de cal osseux après plus de 06 mois de l'intervention, cliniquement, elle est à l'origine de la persistance de la douleur [242].

La pseudarthrose est moins fréquente dans les fractures diaphysaires du fémur que dans les fractures du tibia. Plusieurs facteurs de risque influencent et contrôlent le processus de consolidation osseuse, comme l'ouverture du foyer de fracture l'exposant à l'infection.

Le déperiochage excessif du foyer de fracture, la complexité et le siège de la fracture peuvent entraîner une pseudarthrose.

La prise en charge d'une pseudarthrose dépend de son aspect, car l'objectif est d'assurer une décortication du foyer de fracture, et de combler la perte osseuse par un apport osseux (allogreffe) [243].

Par la suite, une ré-ostéosynthèse est nécessaire afin d'obtenir une bonne consolidation osseuse [244].



Figure 168- Radiographie de la jambe droite de face et de profil montrant une pseudarthrose armée du foyer de fracture tibial sur clou verrouillé en dynamique

2- Douleurs articulaires de la hanche et du genou :

Dans le cas des fractures du fémur, des douleurs trochantériennes peuvent se rencontrer lors de l'enclouage antérograde par une saillie anormale du clou ou d'une tendinopathie au niveau du point d'introduction ^[77].

Des douleurs de la hanche peuvent aussi survenir d'une manière imprévisible annonçant une nécrose aseptique de la tête fémorale qui est en rapport avec une atteinte de l'artère circonflexe provoquée par l'introduction du clou à la partie médiale et postérieure de la fossette digitale ^[77].

Au niveau du genou la douleur pré-patellaire est une complication post-opératoire fréquente, son incidence est dépendante du siège de la pose des clous centromédullaire à travers le tendon patellaire ^[245].

Elle survient lors de l'enclouage rétrograde des fractures distales du fémur ou dans l'enclouage antérograde du tibia, en raison d'un conflit du clou avec la patella ou avec la tubérosité tibiale antérieure (TTA) lors des mouvements de flexion du genou.

Selon la littérature ^[246] c'est la dissection du ligament para-patellaire et la tension exercée à son niveau qui provoque la douleur chronique du genou. Dans ce cas, cette douleur est invalidante et peut limiter la flexion de la jambe pendant une année mais disparaît au delà.



Figure 169- Radiographie de profil de la jambe gauche montrant une saillie du clou tibial à travers le tendon rotulien provoquant des douleurs du genou

3- Cals vicieux des os longs du membre inférieur :

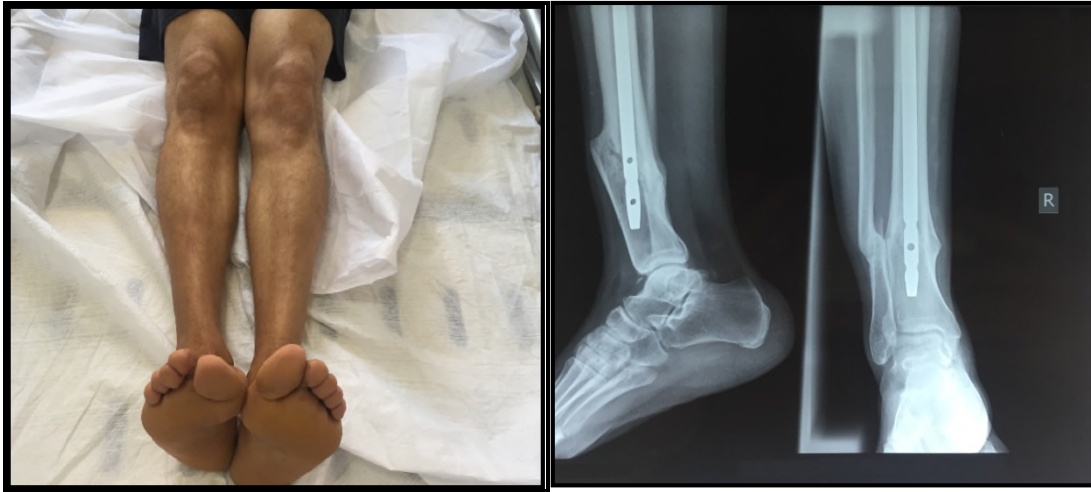
C'est l'une des complications les plus fréquentes de l'enclouage centromédullaire. La consolidation vicieuse aussi bien au niveau fémoral que tibial peut être axiale (allongement ou raccourcissement), frontale (plus fréquemment en varus), sagittale (en recurvatum), et horizontale (troubles rotationnelles) [21].

Les moyens utilisés pour faire le diagnostic reposent d'abord sur une évaluation clinique du patient qui est placé en décubitus dorsal.

Les membres inférieurs sont en adduction, et des clichés standards de face et de profil sont nécessaires en traçant des droites dirigées selon l'axe anatomique du fragment osseux, et qui doivent être comparatives par rapport au côté controlatéral sain servant de référence.

En ce qui concerne les anomalies rotationnelles, la mesure scanographique est la méthode la plus fiable pour mettre en évidence ces cals vicieux horizontaux qui sont le plus souvent supérieurs à 10°.

Enfin, les critères de cal vicieux sont très variables selon la littérature [77]. Ils sont tolérés au niveau de la diaphyse lorsque la valeur angulaire est inférieure à 10° [21], mais ils ne sont pas admis quand ils se situent à proximité des articulations.



(1)

(2)

Figure 170- (1) (2) Cal vicieux sagittal tibial avec raccourcissement de la jambe droite par rapport au membre controlatéral

PARTIE II
ÉTUDE PRATIQUE

I

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I- Matériels et méthodes :

1- Matériels :

Étude prospective mono-centrique mono-opérateur réalisée dans le service de chirurgie orthopédique du centre hospitalo-universitaire de Bejaia sur une période de 5 ans allant de 2017 à 2021.

Cette étude se fonde sur 107 malades essentiellement jeunes, chez qui l'indication d'un enclouage centromédullaire verrouillé statique justifie l'intérêt du traitement chirurgical des fractures diaphysaires du fémur et du tibia. Sur l'ensemble de ces malades, nous avons recensé 37 patients qui ont été traités pour des fractures de la diaphyse fémorale et 70 patients traités pour des fractures de la diaphyse tibiale.

Parmi ces patients, nous retrouvons, d'une part, ceux qui furent victimes de traumatismes récents et violents aussi bien au niveau du fémur qu'au niveau du tibia, et qui sont survenus lors d'accidents de la circulation ou de la voie publique ou encore après des accidents sportifs de gravité variable. Et d'autres part, les patients plus âgés ostéoporotiques, et donc plus susceptibles de faire des fractures diaphysaires isolées du fémur ou bien associées aux fractures du col du fémur lors d'accidents domestiques.

Par ailleurs, nous avons inclus les patients qui ont été victimes de ces traumatismes sur d'anciennes fractures du fémur ou de la jambe pour lesquelles ils ont été traités auparavant par une ostéosynthèse à foyer ouvert (plaque vissée), et dont l'évolution ne s'était malheureusement pas assortie d'une consolidation osseuse. D'autres patients étaient atteints de pathologies osseuses notamment les fractures pathologiques dues à des localisations osseuses secondaires aussi bien au niveau du fémur pour lesquelles nous avons posé aussi l'indication d'un enclouage centromédullaire verrouillé dans un but curatif seulement. Cette démarche nous a permis enfin, de comparer les résultats fonctionnels liées à la technique chirurgicale et ceux obtenus après l'intervention, notamment la durée de la consolidation osseuse et certaines complications que nous avons analysé et respectivement discutés sur la base de données de la littérature.

Tout au long de cette recherche, certaines des complications ont été mise en évidence, d'une part, celles en rapport avec la technique chirurgicale utilisée, et d'autre part, celles apparues en période post-opératoire. Nous montrerons, en dernière analyse, les différentes raisons pour lesquelles la technique de l'enclouage centromédullaire verrouillé en chirurgie

orthopédique pourrait servir de levier thérapeutique dans une variété de situations pathologiques où son indication s'impose d'elle-même. C'est à l'effet bien compris de faire la preuve méthodologique de l'étroite corrélation entre l'objectif thérapeutique recherché et l'originalité relative de la technique chirurgicale choisie que se justifie ce travail.

Pour ce faire, nous allons à présent nous employer à faire l'analyse détaillée des données épidémiologiques, cliniques, radiologiques et thérapeutiques ainsi que les différentes complications apparues en post-opératoire en nous basant sur une analyse statistique résultant de la quantification des observations menées sur le terrain.

2- Méthode :

Notre étude s'est appuyée sur l'analyse des dossiers de chaque patient en mettant au point une fiche d'exploitation de données ^[257]. Cette fiche a permis un recueil exhaustif de données administratives, médicales, et paramédicales ainsi que le suivi des malades, en précisant les critères d'inclusion qui ont été retenus dans l'étude.

Par la suite, les données recueillies à partir de chaque fiche de patient ont été saisies dans un tableau Excel (Microsoft, Redmond, US) et la somme de ces données nous a permis d'aboutir à des résultats plus loin exposés. Ces derniers représentent le bilan de la totalité de notre échantillonnage sachant qu'il est représenté par la population (malades) des deux groupes (séries n°1 et n°2).

Nous avons interprété ces résultats en utilisant un logiciel d'analyse statistique Statview (SAS Institute, In) pour pouvoir ensuite les comparer entre les malades de chaque groupe (série) qui constituent la totalité de notre échantillonnage. Enfin, nous avons calculé l'écart de fréquence des résultats observés afin de les comparer avec les données de la littérature médicale. Si la différence de fréquence entre les résultats de notre étude et les données de la littérature est grande, on parle alors de différence significative. Les résultats obtenus et que nous discuterons plus loin se basent sur des faits vérifiables selon les données qualitatives et quantitatives représentée par une valeur de probabilité « p-value » qui déterminera si ces résultats relèvent d'une théorie du hasard ou non ^[268,269,270,271].

Dans un premier temps, nous avons regroupé tous les malades de notre étude (malades des deux séries) dans un même groupe afin de pouvoir analyser statistiquement les données épidémiologiques. Par la suite, l'analyse statistique des données cliniques, radiologiques,

thérapeutiques ainsi que les complications liées d'une part, à la technique chirurgicale et d'autre part, celles qui sont survenues après la pose des clous, a nécessité la répartition des malades en deux séries distinctes.

La première, comprend 37 patients souffrant de fractures de la diaphyse fémorale, et la seconde série est constituée de 70 patients présentant des fractures de jambes. Sur un total de 107 patients, nous avons recensé 3 cas de fractures bilatérales du membre inférieur, dont une fracture localisée au niveau des deux fémurs et deux autres intéressant les deux jambes.

Enfin, nous signalons 2 patients qui ont été opérés pour des genoux flottants (fractures de la diaphyse fémorale associées à des fractures de la jambe). Ce qui nous a amené en totalité, à poser donc 110 clous fémoraux et tibiaux.

A- Objectifs de l'étude :

1- Objectifs principaux :

Il s'agira, en premier lieu de :

- 1- Comparer avec les données de la littérature, les résultats fonctionnels obtenus après la pose de clous antérogrades centromédullaires alésés et verrouillés dans le traitement des fractures des os longs du membre inférieur.
- 2- Décrire les complications liées à la technique et celles apparues en période post-opératoire.

2- Objectifs secondaires :

Il est question de :

- 1- Démontrer pourquoi la technique de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé pourrait servir de levier thérapeutique dans une variété de situations pathologiques où son indication s'impose d'elle-même.
- 2- Tenter de faire la preuve méthodologique de l'étroite corrélation entre l'objectif thérapeutique recherchée et la technique chirurgicale choisie à partir de l'analyse détaillée des données cliniques et statistiques résultant de la quantification des observations menées sur le terrain.

B- Critères d'inclusion :

- 1- Patients présentant des fractures traumatiques fraîches et anciennes des os longs porteurs (diaphyses fémorale et diaphyse tibiale) traités par un enclouage antérograde centromédullaire alésé et verrouillé de façon statique ou dynamique.
- 2- Patients jeunes âgés d'au moins 17 ans et plus, avec un maximum de 82 ans.
- 3- Patients autonomes auparavant.
- 4- Patients présentant des fractures pathologiques dues à des localisations osseuses secondaires d'une tumeur primitive.
- 5- Patients traités auparavant par une plaque vissée mais dont l'évolution était marquée par un arrêt de la consolidation osseuse au delà des délais nécessaires (fractures des os longs sur pseudarthrose).
- 6- Patients présentant des complications per opératoires liées à la technique chirurgicales ainsi que les complications apparues en post-opératoires tel un retard à la consolidation osseuse et des troubles correctionnels (cals vicieux).
- 7- Le recul moyen admis est entre 6 et 12 mois après l'intervention chirurgicale.

C- Critères d'exclusion :

- 1- Patients âgés de moins de 17 ans et plus de 82 ans.
- 2- Patients présentant des fractures articulaires du genou.
- 3- Les fractures supra ou inter condyliennes du fémur.
- 4- Les fractures ouvertes de jambes de type 3 selon la classification de Gustillo et Anderson ^[205].

Après avoir défini les caractéristiques des personnes qui doivent être incluses dans notre étude (critères d'inclusion), il est donc temps, à présent, d'aller dans le chapitre suivant vers l'investigation méthodologique de ces objectifs à l'effet d'en évaluer la pertinence aussi bien théorique que pratique de ce travail de recherche.

II

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

II- Résultats de l'étude

1- Données épidémiologiques des patients traités par un enclouage centromédullaire verrouillé :

Avant d'aborder l'aspect proprement clinique des cas étudiés, il importe, en premier lieu, d'exposer quelques aspects liés à l'épidémiologie des patients traités et en second lieu, d'aborder une attention particulière aux variables liées à l'âge et au sexe des patients formant l'essentiel de l'échantillonnage étudié.

1-1- Caractéristiques générales de la population malade (nombre total des patients étudiés):

Elles se basent sur une analyse descriptive de tout l'échantillon de la population malade de notre étude qui constitue l'ensemble des patients des deux séries. Nous rappelons que le nombre total des patients qui constitue l'ensemble de notre échantillonnage est de 107 cas repartis en deux séries.

- Série n°1 :

Elle est représentée par 37 malades jeunes et âgés qui ont été encloués et verrouillés pour des fractures fraîches de la diaphyse fémorale, ou encore associées à des fractures du col fémoral ainsi que pour des anciennes fractures stabilisées antérieurement par des plaques vissées qui malheureusement ont évolué vers une pseudarthrose aseptique. Enfin, parmi ces malades, nous avons aussi recensé des fractures pathologiques d'origine métastatiques secondaires à des tumeurs primitives.

- Série n°2 :

Elle est représentée par 70 patients bénéficiant d'un enclouage centromédullaire verrouillé pour des fractures fraîches et anciennes de jambes ainsi que des fractures pathologiques de la diaphyse tibiale. Ces fractures étaient pour la plupart fermées, mais certaines étaient ouvertes classées en type 1 et 2 selon la classification anatomo-pathologique de Gustillo et Anderson ^[205].

1-1-1- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon le sexe :

Tableau n°1- Répartition des patients des 2 séries de l'étude selon le sexe

Segments atteints	Nombre total de fractures	Nombre totale de femmes	Nombre total d'hommes	Nombre total de patients des 2 séries
Diaphyse fémorale	38	7	30	37
Diaphyse tibiale	72	22	48	70
Total des fractures	110	29	78	107

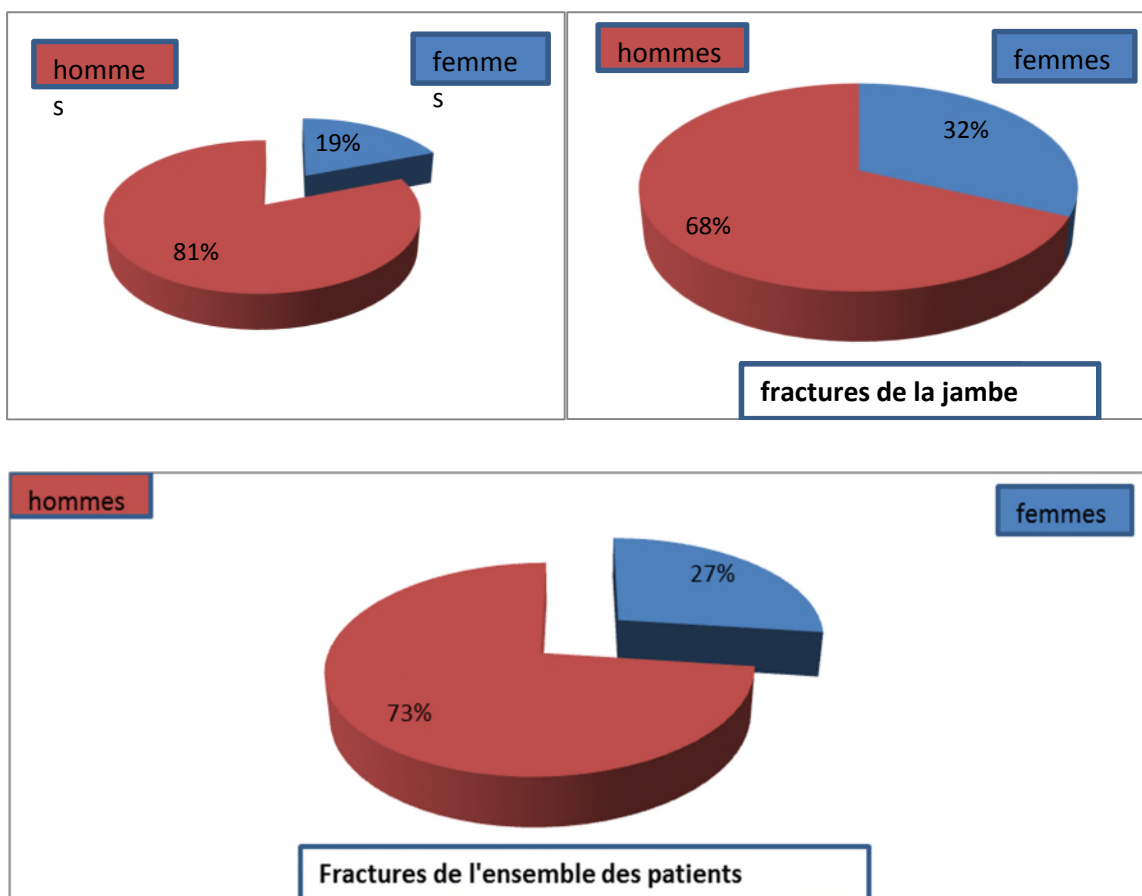


Figure n°1- Figure représentative du taux d'incidence en pourcentage des patients des deux séries de l'étude selon le sexe

Le tableau ci-dessus montre que le nombre de patients atteints de fractures du fémur est de 37 cas dont 30 sont de sexe masculin et seulement 7 de sexe féminin soit une proportion respectivement de 81% et de 19% (fig. 1). Tandis que le nombre de patients souffrants de

fractures de jambes est de 70 cas en tout dont 48 pour les hommes et 22 pour les femmes soit une proportion respectivement de 68% et 22% (fig. 1).

1-1-2- Répartition des patients des deux groupes (séries n°1 et n°2) selon la moyenne de l'âge, selon le poids et de la taille :

Tableau n°2 – Répartition de la population totale étudiée (patients des deux groupes) selon la moyenne de l'âge, du poids (Kg) et la taille (cm)

Segments atteints	Nombre total des patients de chaque série	Âge des patients des 2 séries	Poids des patients des 2 séries	Taille des patients des 2 séries
Diaphyse fémorale	37	42.7	74.9	171.8
Diaphyse tibiale	70	31.6	70.4	175.6
Moyenne	107	37.15	72.6	173.7

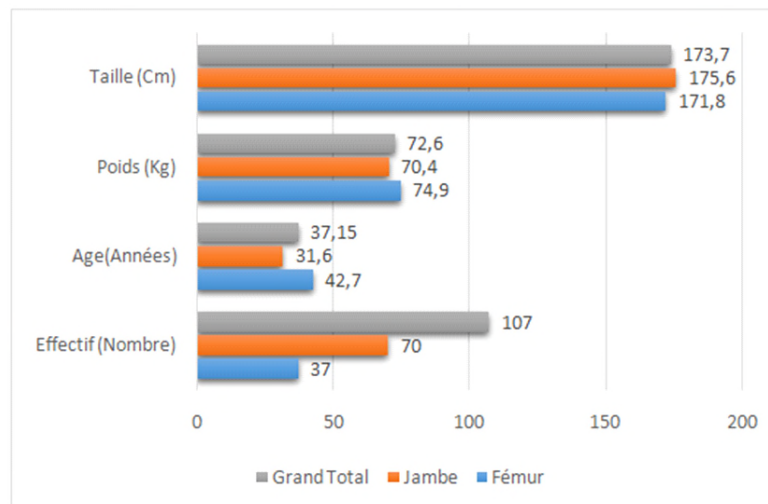


Figure n°2- Figure représentative de la population totale étudiée (patients des deux groupes) selon la moyenne de l'âge, du poids et la taille

Nos investigations statistiques montrent que l'âge moyen des patients opérés pour les fractures du fémur (37 cas) est de 42,7 ans pour un poids moyen de 74,9 kg et une taille moyenne de 171,8 cm. En revanche, il apparait que l'âge moyen des patients opérés pour les fractures de la jambe (70 cas) baisse à 31,6 ans pour un poids moyen de 70,4 kg et une taille de 175,6 cm.

1-1-3- Répartition des patients des deux groupes de l'étude selon le côté du membre atteint :

Tableau n°3- Répartition des patients des 2 groupes de l'étude selon le côté du membre atteint

Membre inférieur droit atteint (nombre et taux d'incidence)	Membre inférieur gauche atteint (nombre et taux d'incidence)	Atteinte bilatérale (les 2 membres) (nombre et taux d'incidence)	Nombre total et taux d'incidence des clous posés
44	60	3	112
44.37 %	52.17 %	3.4 %	100 %

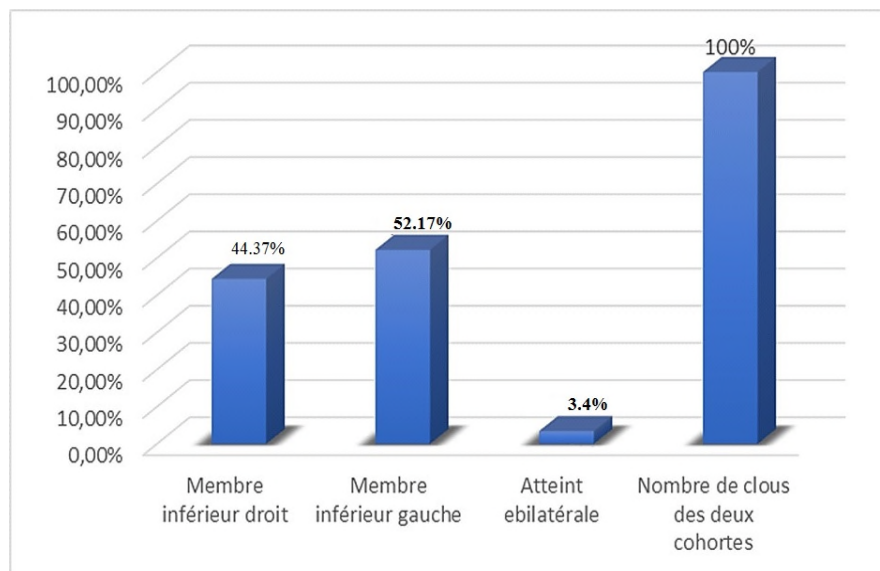


Figure n° 3- Figure représentative du taux d'incidence des patients des 2 groupes selon le côté du membre atteint

Nous avons constaté que le membre gauche était généralement le plus atteint, tel que démontré statistiquement dans le tableau ci-dessus.

- Le membre inférieur droit était atteint à 40 reprises, soit dans 44.37 % des cas repartis entre les fractures des diaphyses fémorales ou tibiales droite.
- Le membre inférieur gauche était atteint à 60 reprises, soit dans 52.17 % des cas repartis entre les fractures des diaphyses fémorales ou tibiales gauche.
- Les deux membres inférieurs étaient atteints simultanément à 3 reprises soit dans 3.4 % des cas repartis entre les fractures bilatérales des diaphyses fémorales ou tibiales.

1-1-4- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon les circonstances de survenue des fractures (mécanisme):

Tableau n°4 - Répartition des patients des 2 séries de l'étude selon les circonstances de survenue des fractures (mécanisme):

Types d'accidents	Accidents de voie publique (AVP)	Accidents de la circulation (AC)	Accident domestique (AD)	Accidents sportifs (AS)
Nombre	70	22	11	3
Incidence	66%	20%	11%	3%

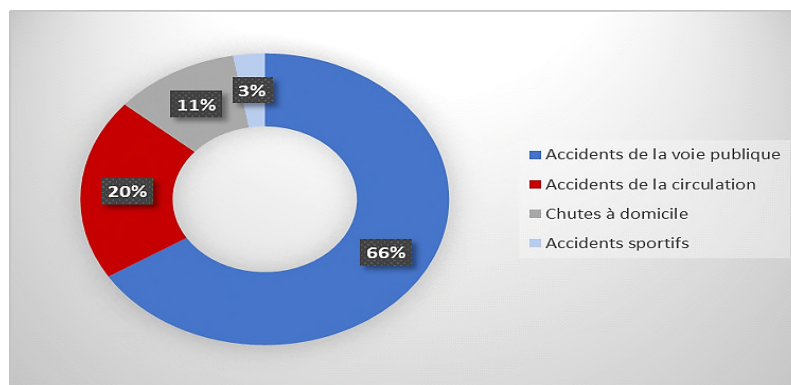


Figure n°4- Figure représentative du taux d'incidence des patients des deux groupes selon les circonstances de survenue des fractures (mécanisme) :

Notre recherche relève que la cause principale de la survenue des fractures des os longs du membre inférieur est traumatique.

Nous expliquons ce fait par la répartition des malades des deux séries selon la cause du traumatisme selon la figure ci-dessus.

- Les accidents de la voie publique représentent la cause principale chez 70 patients, soit 66 % des cas.
- Les accidents de la circulation représentent la seconde cause dont 22 patients ont été victimes, soit 20 %.
- Les chutes à domicile viennent en 3^e position avec 12 patients soit 11 %.
- Les accidents sportifs sont classés en dernière position avec 3 patients, soit 3 %.

2- Données cliniques des patients des deux séries de l'étude :

2-1- Délai moyen entre la survenue du traumatisme et le début de l'acte opératoire :

Le délai moyen pour assurer le transfert en urgence au bloc opératoire se situait en moyenne entre 24 et 48^e heures pour la plupart des jeunes patients étudiés. En revanche, il reste tout de même à signaler que les patients âgés souffrant de pathologies sous-jacentes nécessitaient plus de temps pour garantir une plus grande investigation en réalisant les examens complémentaires nécessaires. Pour toutes ces raisons l'intervention chirurgicale chez ces malades a pu se faire en moyenne vers la 72^e heure suivant le traumatisme.

2-2- Diagnostic clinique :

2-2-1- Interrogatoire :

L'anamnèse des patients des deux séries a permis de recueillir les informations ci-après :

- L'âge de chaque patient.
- Les circonstances du traumatisme et le mécanisme de survenue des fractures.
- L'heure du dernier repas.
- L'autonomie antérieure de chaque patient qui est appréciée par le score de Parker [272].
- Les antécédents pathologiques médicaux et chirurgicaux propres à chaque patient sont mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°5- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon les antécédents médicaux (facteurs de comorbidité)

Facteurs de comorbidités	Nombre de patients de la première série	Nombre de patients de la seconde série
Diabète de type 2	1 cas	2 cas
Hypertension artérielle (HTA)	1 cas	1 cas
Insuffisance cardiaque	1 cas	0 cas
Surpoids	3 cas	1 cas
Pathologies respiratoires (Asthme)	2 cas	1 cas
Insuffisance rénale (Hémodialyse)	1 cas	0 cas
Fractures pathologiques	3 cas	1 cas
Total des pathologies sous-jacentes	12 cas	6 cas
Taux d'incidence en pourcentage	32.4 %	8.1 %

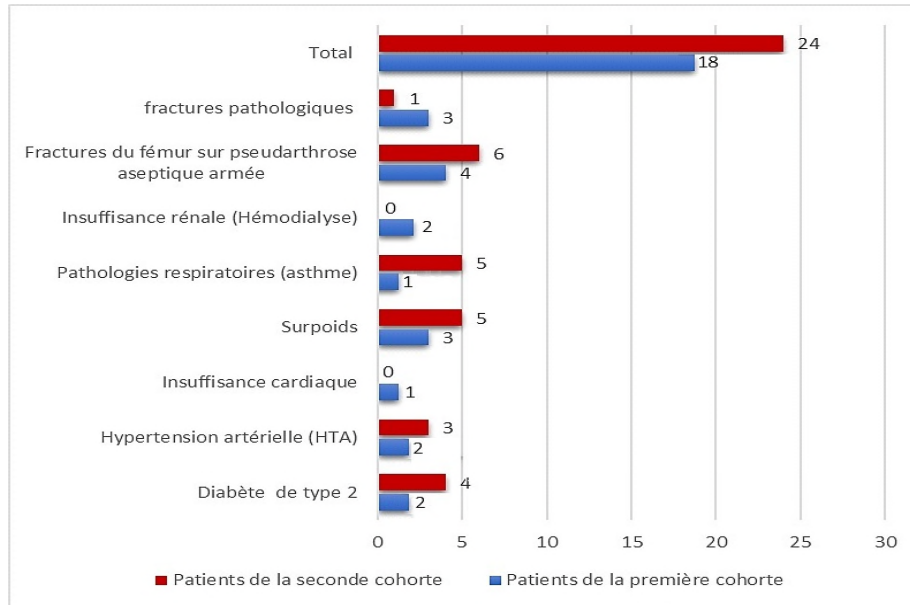


Figure n°5- Figure représentative des facteurs de comorbidité de l'ensemble des patients opérés (séries n°1 et n°2)

Le tableau ci-dessus repartit l'ensemble des patients de l'étude selon leurs antécédents pathologiques.

2-2-2- Signes fonctionnels :

La douleur spontanée ainsi que l'impotence fonctionnelle totale du membre ont été retrouvées pour tous les patients des deux séries ou des deux groupes de l'étude.

2-2-3- Signes physiques :

L'examen, minutieux clinique, nous a permis de faire le constat suivant :

- Des points hyperalgiques au niveau de la cuisse pour les fractures fémorales et au niveau des jambes pour les fractures tibiales. Dans le cas des fractures du fémur associées aux fractures de jambes du même membre (genoux flottants), ces points douloureux s'exacerbaient sur tout le membre en particulier au niveau de la hanche, du genou et de la cheville.
- Une attitude vicieuse en abduction et en rotation externe avec un raccourcissement du membre lésé. Cet aspect physique des membres inférieurs a été observé chez tous les patients (séries n°1 et n°2).
- Des lésions cutanées à type d'ecchymoses au niveau de la face antéro-interne de la cuisse furent observées dans 4 cas au moins. Par contre, chez les 2 patients qui présentaient des genoux flottants, nous avons retrouvé des lésions punctiformes du

revêtement cutané de la face interne de la jambe. Ces fractures ont été classées en type 1 et type 2 selon la classification de Gustillo et Anderson ^[205] afin de poser l'indication d'un enclouage alésé et verrouillé de façon statique.

- Nous n'avons pas retrouvé de lésions vasculo-nerveuses chez les patients qui ont été admis pour des fractures du fémur. Par contre, un seul patient souffrant d'une fracture ouverte classée au stade 2 de la classification de Gustillo et Anderson ^[205] associée à une fracture du calcaneum ouverte classée aussi au même stade ^[205] souffrait d'une contusion de l'artère tibiale postérieure.

2-2-4- Lésions osseuses associées aux fractures des os longs des membres inférieurs

(Patients polytraumatisés des deux séries de l'étude) :

Tableau n°6- Tableau représentatif des patients polytraumatisés encloués des 2 groupes de l'étude

Fracture fémorale + col du fémur du même côté (fractures étagées du fémur)	5 cas
Fracture fémorale bilatérale + traumatisme crânien	1 cas
Fractures de la diaphyse fémorale + fracture de la vertèbre lombaire (L1)	1 cas
Fractures de la diaphyse fémorale + fractures costales	1 cas
Fractures de la diaphyse fémorale + fractures 1/3 supérieur du sternum	1 cas
Genoux flottants (Fractures de la diaphyse fémorale + diaphyse tibiale sur le même membre)	2 cas
Fractures tibiales bilatérales	2 cas
Fracture de la diaphyse tibiale + fracture humérale	1 cas
Fracture tibiale + fracture du calcaneum type 2	1 cas
fracture tibiale +fractures des deux os de l'avant-bras	1 cas

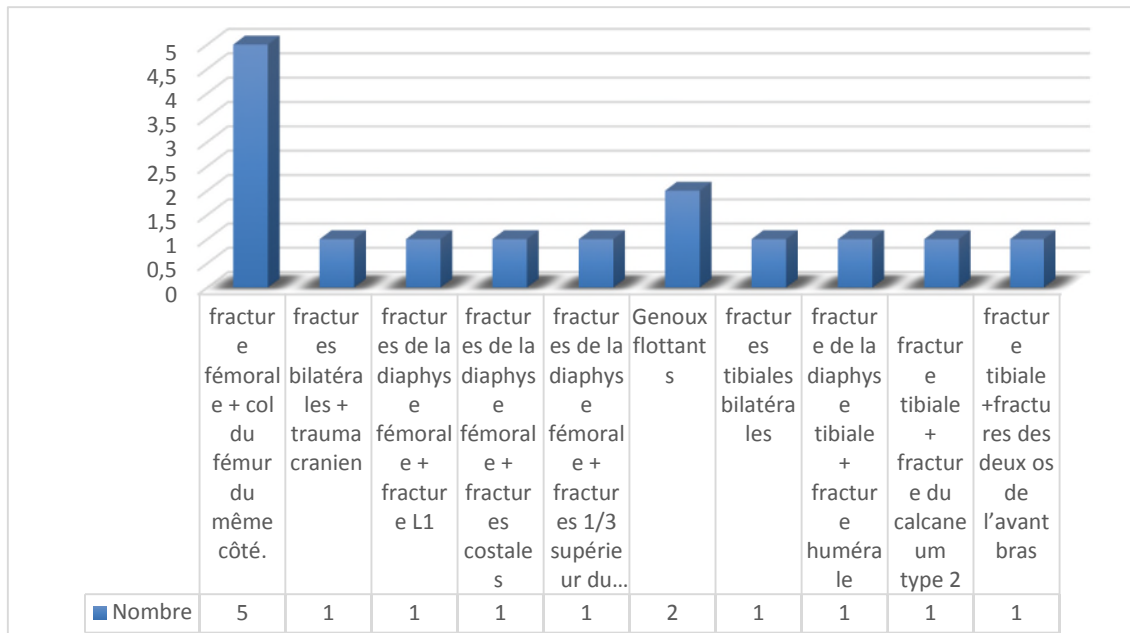


Figure n°6- Figure représentative des patients polytraumatisés encloués des 2 groupes étudiés

Nous constatons à partir du tableau ci-dessus que certains malades de notre étude souffraient à leur admission de diverses lésions osseuses qui étaient associées aux fractures des os longs du membre inférieur. Par conséquent, nous avons considéré qu'ils furent des polytraumatisés au nombre de 16 cas au moins sur un total de 107 patients, soit une proportion de 16.05 % des cas.

3- Données radiologiques des patients des deux groupes de l'étude :

3-1- Bilan radiologique :

Après avoir examiné le patient au pavillon des urgences, le bilan radiologique est dans tous les cas nécessaire pour asseoir le diagnostic clinique. Ce qui nous a permis aussi de :

- Confirmer le siège diaphysaire de la fracture fémorale et son type anatomique.
- Rechercher des lésions osseuses associées en amont et en aval respectivement au niveau de la hanche et du genou ainsi qu'au niveau du membre controlatéral.
- Rechercher des lésions osseuses des deux axes jambiers, en confirmant le siège diaphysaire de la fracture du tibia ainsi que son type anatomique.
- Rechercher des lésions osseuses associées locorégionales.

- Rechercher des lésions osseuses ostéoporotiques particulièrement chez les personnes âgées ainsi d'autres d'origine pathologiques telles que les localisations secondaires d'une tumeur primitive.
- Apprécier l'évolution de la consolidation osseuse post-enclouage.
- Enfin, déterminer un éventuel retard ou un arrêt du processus de consolidation du foyer de fracture et de préciser les complications post-opératoires qui en ont découlé afin d'envisager une conduite thérapeutique.

Pour ce faire, le bilan radiologique comportait :

- Une radiographie du bassin de face en position neutre.
- Une radiographie du fémur de face et de profil en prenant systématiquement les articulations sus et sous-jacentes.
- Une radiographie du fémur controlatéral de face et de profil en prenant les articulations sus et sous-jacentes.
- Une radiographie de la jambe homolatérale et controlatérale de face et de profil, en prenant aussi les articulations sus et sous-jacentes.
- Une radiographie du rachis complet dans le cas d'un tableau clinique de poly-traumatisme.

II-1- Résultats obtenus après enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de la diaphyse fémorale (patients de la série n°1 de l'étude) :

1- Données radiologiques :

1-1- Sièges des fractures diaphysaires du Fémur :

Tableau n°7 - Répartition des fractures opérées de la diaphyse fémorale selon leur siège

Siège des fractures diaphysaires du fémur	Nombre de fractures opérées selon leur siège	Taux d'incidence en % des fractures fémorales
Nombre de fractures siégeant au 1/3 supérieur	9	24.3 %
Nombre de fracture siégeant au 1/3 moyen	24	64.86 %
Nombre de fracture siégeant au 1/3	4	10.8 %

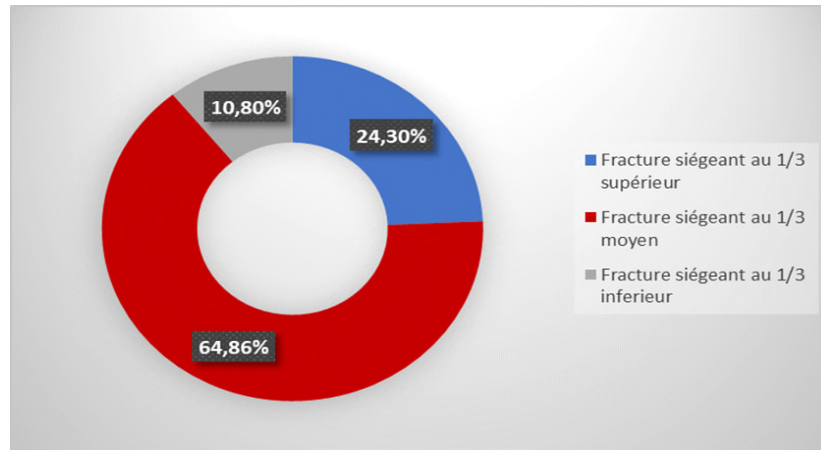


Figure n°7 – Figure représentative du taux d'incidence des fractures opérées de la diaphyse fémorale selon leur siège

La figure ci-dessus répartit statistiquement le nombre de fracture de la diaphyse fémorale dont le siège varie d'un malade à un autre.

Ainsi, la plupart des fractures de la diaphyse fémorale siègent au niveau du 1/3 moyen, représentant une proportion de 64.86 %. Le tiers supérieur de la diaphyse fémorale est fracturé dans 24.3 % des cas. Par contre, seulement 10.8 % des fractures siègent au niveau du 1/3 inférieur du fémur.

1-2- Type anatomopathologique des fractures diaphysaires du fémur :

Tableau n°8- Type anatomopathologique des fractures opérées de la diaphyse fémorale

Type anatomopathologique des fractures de la diaphyse fémorale	Nombre de patients et incidence en pourcentage	Nombre de fractures selon le type ANAPATH	Nombre total des patients opérés (série n°1)
Fractures avec 3 ^e Fragment	Nombre de patients	6	37
Taux d'incidence en %	%	16.21%	100 %
Fractures Transversales ou obliques courtes	Nombre de patients	8	37
Taux d'incidence en %	%	21.62%	100 %
Fractures Spiroïdes	Nombre de patients	12	37
Taux d'incidence en %	%	32.40%	100 %
Fractures Obliques longues	Nombre de patients	6	37

Taux d'incidence en %	%	16.21%	100 %
Fractures Comminutives	Nombre de patients	0	0
Taux d'incidence en %	%	0,00%	100 %

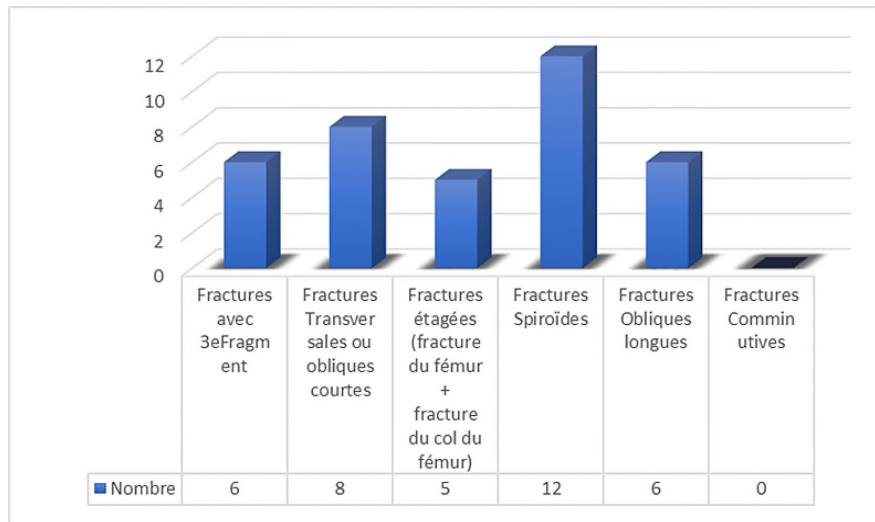


Figure n°8- Figure représentative du taux d'incidence des fractures opérées de la diaphyse fémorales selon le type anatomopathologique

En tenant compte de la classification internationale de l'AO Muller ^[192,193] pour son intérêt diagnostique et thérapeutique, la figure ici permet de répartir les différentes fractures de la diaphyse fémorale selon le type anatomopathologique et la direction du trait de fracture.

A la lecture du tableau ci-dessus, nous constatons que tous les patients de la première série présentaient essentiellement des fractures simples de la diaphyse fémorale. Le trait de fracture prenait une direction transversale ou oblique courte et longue, ou spiroïde. Mais nous observons qu'il y avait une prédominance des fractures spiroïdes avec une proportion significative de 32.4%. Cette incidence était en outre suivie par celle des fractures obliques courtes ou bien transversales avec une proportion chacune de 21.62%. En revanche, cette incidence se réduit à un peu plus de 16 % (16.21 %) pour celles qui étaient complexes détachant un 3^e fragment ou encore celles avec un trait oblique long (16.21%).

Pour rechercher d'autres fractures au niveau du fémur, une radiographie de la hanche homolatérale a démontré 5 cas de fractures bifocales ou fractures étagées (fracture de la diaphyse fémorale associée à une fracture du col fémoral). Ces fractures ont représenté une proportion de 13.51 % seulement.

Enfin, il convient de rappeler qu'aucun patient de ce groupe (série n°1) ne souffrait pas de fractures comminutives. C'est pour cette raison que la classification de Winquist et Hansen [195] dont l'intérêt est de mettre en évidence les différentes variétés anatomopathologiques des fractures fémorales comminutives n'a pas été retenue dans l'interprétation de nos résultats.

1-3- Lésions osseuses associées aux fractures des os longs porteurs (patients polytraumatisés) :

Tableau n°9- Répartition des patients polytraumatisés

Lésions associées aux fractures de la diaphyse fémorale	Nombre de patients polytraumatisés	Nombre total des patients
Fractures de la diaphyse fémorale associées au col du fémur	5	37
Taux d'incidence	13.5%	100%
Fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures du poignet	1	37
Taux d'incidence	2.7%	100%
Fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures du rachis lombaire	2	37
Taux d'incidence	5.4%	100%
Fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures sternales et costales	2	37
Taux d'incidence	5.4%	100%
fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures tibiales (genoux flottants)	2	37
Taux d'incidence	5.4%	100%

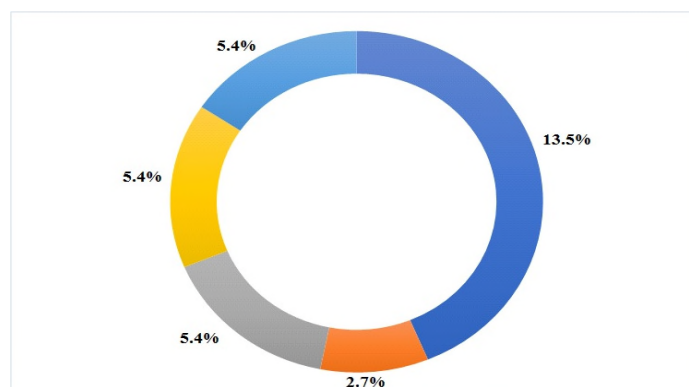


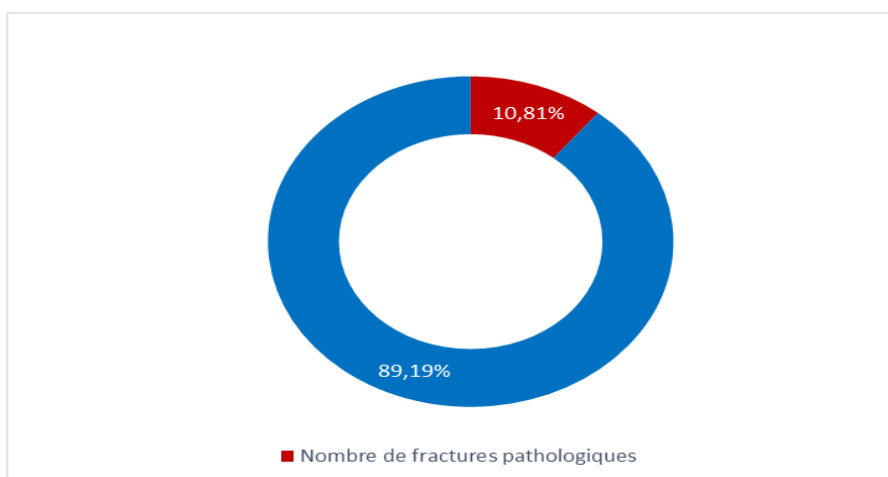
Figure n°9- Figure représentative du taux d'incidence des patients polytraumatisés

Le tableau ici répartit les patients polytraumatisés étudiés qui ont été opérés par un enclouage centromédullaire verrouillé statique. Ils représentent une proportion de 32.43 % des cas.

1-4- Pseudarthrose (PSD) aseptique de la diaphyse fémorale secondaire à une ostéosynthèse par plaque vissée (patients de la première série de l'étude) :

Tableau n°10 - Répartition du premier groupe de patients étudiés (série n°1) atteints de pseudarthroses aseptiques armées sur des plaques vissées

	Nombre de pseudarthrose aseptique	Nombre total des patients de la série n°1
Nombre de patients	4	37
Taux d'incidence en %	10.81%	100.0%



■ Nombre de pseudarthroses aseptique

Figure n°10 – Figure représentative du taux d'incidence des patients atteints de pseudarthroses aseptiques armées sur des plaques vissées

Le tableau ici est représentatif du nombre de malades qui ont été opérés entre 7 et 12 mois auparavant pour des fractures de la diaphyse fémorale fixées par des plaques vissées et qui n'ont pas consolidée. Nous avons reçu en consultation 4 patients, soit une proportion de 10.81 % qui souffraient de pseudarthroses des foyers de fractures de la diaphyse fémorale sur matériel d'ostéosynthèse. Par conséquent, une reprise chirurgicale s'imposait.

1-5- Fractures pathologiques de la diaphyse fémorale d'origine tumorale (patients de la première série étudiée) :

Tableau n°11- Nombre de patients (série n°1) opérés pour des fractures pathologiques d'origine métastatique

	Nombre de fractures pathologiques	Nombre total de patients de la série n°1
Nombre de patients	3	37
Taux d'incidence en %	8.1 %	100 %

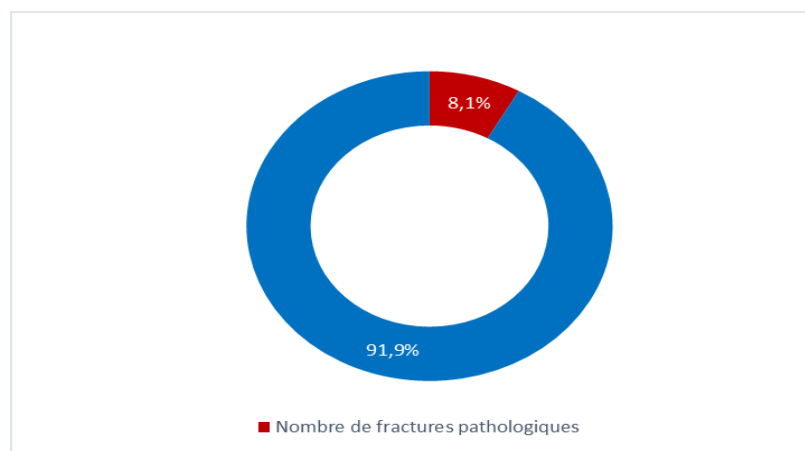


Figure n°11- Figure représentative du taux d'incidence des patients opérés de la série n°1 pour des fractures pathologiques d'origine métastatique

Sur un nombre total de 37 patients représentant les malades du premier groupe de l'étude, le tableau-ici répartit les patients dont l'âge moyen était de 68.33 ans qui ont présenté après des traumatismes minimes des fractures du 1/3 supérieur du fémur dues à des localisations osseuses secondaires de tumeurs primitives. A l'examen radiologique, nous avons retrouvé des fractures sur des métastases siégeant au niveau de la région trochantéro-diaphysaire. Enfin, notons que parmi ces malades, 2 patientes âgées respectivement de 82 et de 60 ans suivaient une cure de chimiothérapie pour des tumeurs du sein alors que le dernier malade de sexe masculin âgé de 65 ans était traité pour un néoplasie de la prostate.

1-6- Fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures du col fémoral (fractures étagées ou fractures bifocales des patients de la série n°1 de l'étude) :

Tableau n°12- Répartition des patients de la série n°1 atteints de fractures bifocales du fémur

	Nombre de fractures bifocales du fémur	Nombre total de patients de la série n°1
Nombre de patients	5	37
Taux d'incidence en %	13.51 %	100 %

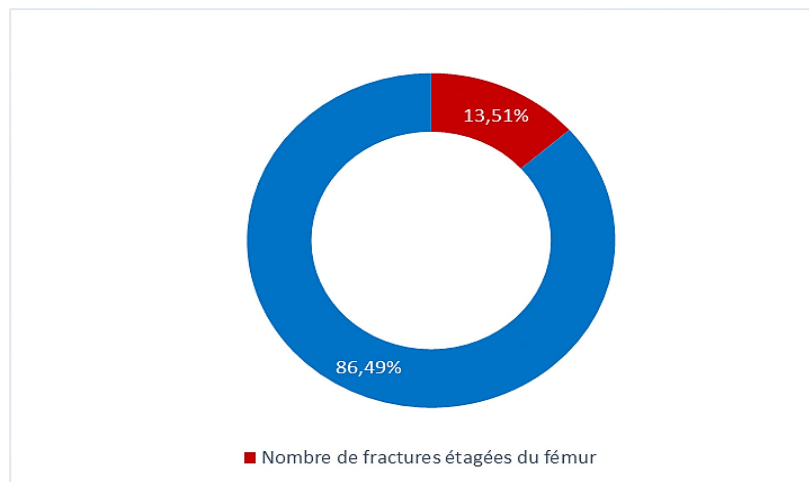


Figure n°12 - Figure représentative du taux d'incidence des fractures bifocales du fémur

Nous constatons à partir de ce tableau que 5 patients du premier groupe de l'étude, soit 13.5 % des cas âgés entre 50 ans et 65 ans présentaient une fracture bifocale du fémur. Ces malades souffraient de fractures du 1/3 moyen la diaphyse fémorale associées à une fracture du col basi-cervicale secondaires à des traumatismes domestiques par un choc direct (chute).

2- Données thérapeutiques :

2-1- Bilan préopératoire :

Ce bilan permet de mettre en place tous les outils nécessaires pour dépister les facteurs de comorbidités précédant tout acte opératoire [267]. L'établissement précis d'un tel bilan suppose obligatoirement la nécessité de réaliser :

- Un groupage ABO/ Rhésus ainsi qu'une carte de groupage.
- Un bilan d'hémostase (TP, TCK ou INR).
- Une formule de numération sanguine (FNS).
- Un bilan rénal (taux de l'urée sanguine et de la créatinine).
- Un taux de Glycémie et enfin, un électrocardiogramme (ECG).

Une fois ce bilan exhaustif réalisé, les patients ont été examinés par des médecins-réanimateurs qui devaient évaluer le risque anesthésique (Vet anesthesia)^[258]. Tous les patients du premier groupe de l'étude sont repartis dans le tableau ci-dessous en 3 groupes avec une viabilité statistique.

Tableau n°13- Répartition des patients de la série n°1 de l'étude selon le score ASA [258]

Nombre de patients classés ASA 1	Nombre de patients classés ASA 2	Nombre de patients classés ASA 3	Nombre total de patients de la série n°1
27	7	3	37
72.97 %	24.32 %	8.1 %	100 %

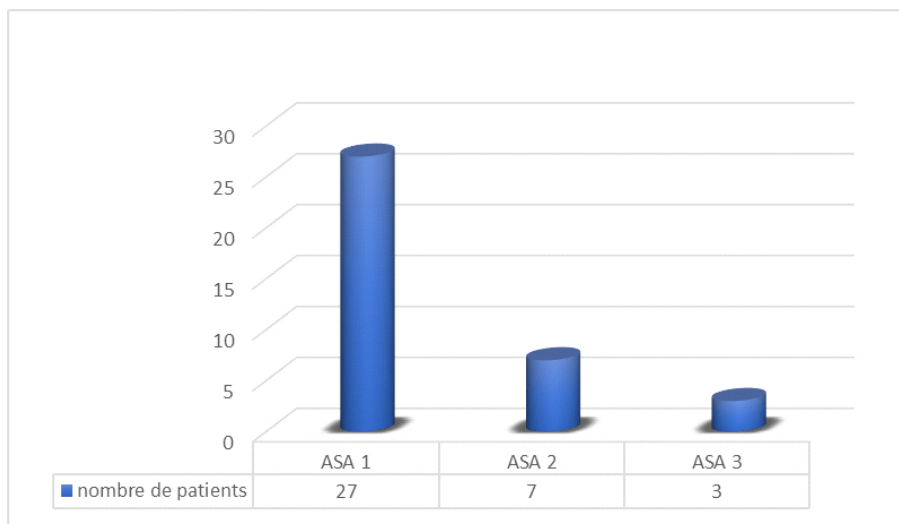


Figure n° 13- Figure représentative du taux d'incidence des patients encloués pour de fractures fémorales (série n°1) selon le score ASA [258]

2-2- Programmation de l'intervention chirurgicale :

L'intervention est programmée une fois les bilans radio-clinique, et biologique sont établis.

Tableau n°14- Répartition des patients opérés en moyenne entre la 6^e heure et la 72^e heure après le traumatisme

	Patients opérés entre 6h et 24h après le traumatisme	Patients opérés entre 24 et 48h heures après le traumatisme	Patients opérés à 72 heures après le traumatisme
Nombre total de patients de la série n°1	9	27	3
Taux d'incidence en %	24.32 %	67.56 %	8.1 %

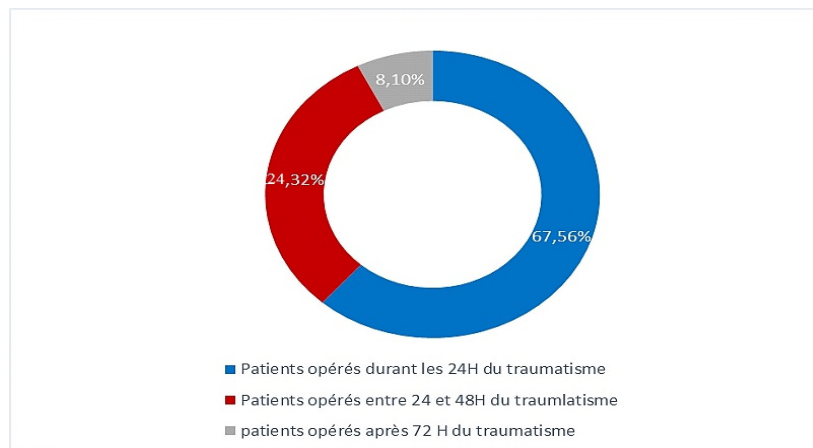


Figure n°14- Figure représentative du taux d'incidence des patients opérés entre la 6^e et la 72^e heure après le traumatisme

A partir de cette illustration (figure ci-dessus), notons que tous les malades de la première série ont été opérés entre la 6^e et la 72^e heure après le traumatisme, et ce après avoir réunis les conditions optimales pour débiter l'intervention chirurgicale.

Il va sans dire que :

- La majorité des patients, soit 67.56% des cas, ont bénéficié d'une anesthésie locorégionale (rachi-anesthésie) (AR) et 24.32% des cas, ont été encloués entre la 12^e et la 24^e heure également sous anesthésie locorégionale (bloc anesthésique).
- Enfin, 8.1% des cas, ont été opérés à la 72^e heure après le traumatisme une fois les données cliniques et pathologiques risquant d'affecter leur pronostic. Ces patients ont été mis sous anesthésie générale (AG) pendant l'acte opératoire.

2-3- Installation des malades encloués pour des fractures du fémur (série n°1):

Tableau n°15- Répartition des patients installés sur la table orthopédique en fonction de la position

Positions	Décubitus latéral	Décubitus dorsal	Nombre total des patients de la série n°1
Nombre de patients opérés pour des fractures de la diaphyse fémorale	7	30	37
Taux d'incidence en%	18.92 %	81.08 %	100 %

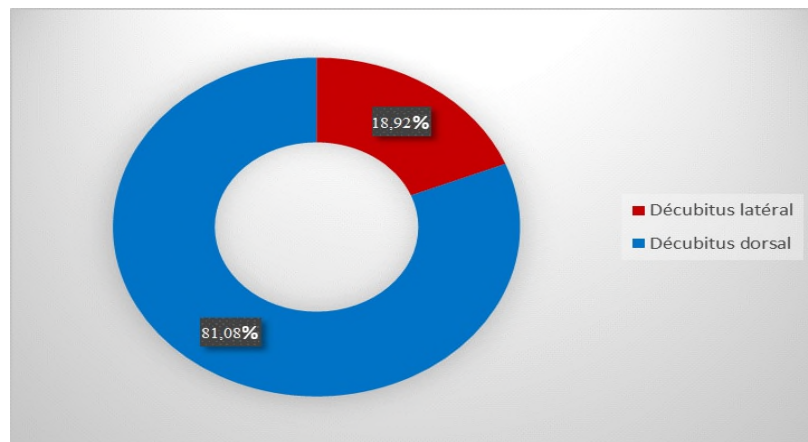


Figure n°15- Figure représentative du taux d'incidence des patients installés sur la table orthopédique en fonction de la position

Le tableau ci-dessus démontre que nous avons installé tous les patients opérés pour des fractures de la diaphyse fémorale sur la table orthopédique radio-transparente, 81.08 % des cas étaient couchés en décubitus dorsal et 18.92% des cas étaient positionnés en décubitus latéral.

2-4- Technique opératoire employée (enclouage centromédullaire verrouillé du Fémur):

2-4-1- Réduction en préopératoire :

La réduction du foyer de fracture demeure l'étape fondamentale avant de débiter l'acte opératoire, car tout défaut impactera négativement sur le processus de la consolidation osseuse.

Tableau n°16- Répartition des patients de la série n°1 selon la qualité de la réduction du foyer de fracture fémoral après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé en statique

Réduction anatomique	Réduction satisfaisante	Réduction acceptable	Nombre total de patients de la série n°1
13	21	3	37
35.13 %	56.75 %	8.1 %	100 %

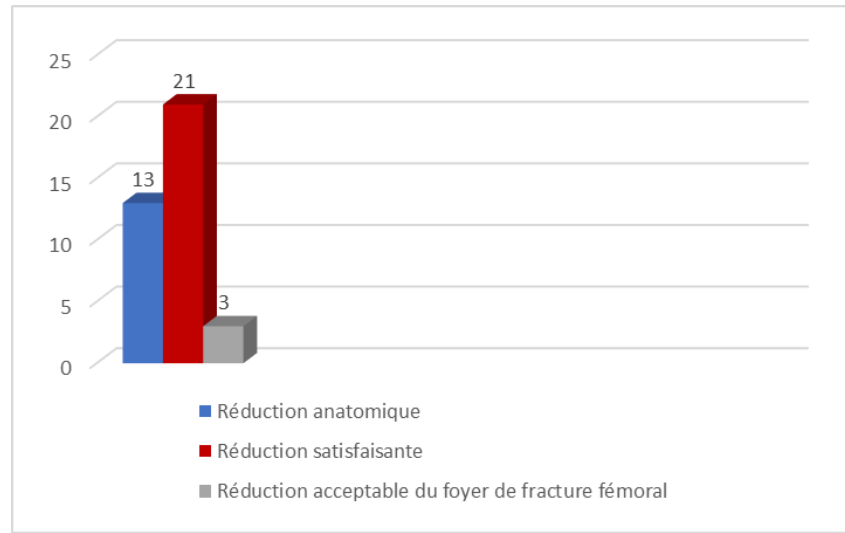


Figure n°16- Figure représentative du taux d'incidence la qualité de la réduction du foyer de fracture fémoral post-enclouage verrouillé en statique

La lecture du tableau ci-dessus démontre les résultats radiologiques obtenus en post-opératoire immédiat.

La répartition statistique des patients selon la qualité de la réduction obtenue est la suivante :

- Réduction anatomique dans 35.13 % des cas, représentant ainsi 13 patients.
- Réduction satisfaisante dans 56.75 % des cas représentant 21 patients.
- Réduction acceptable dans 8.1 % des cas représentant 3 patients.

2-4-2- Incisions pratiquées :

C'est le premier temps opératoire immédiatement après le badigeonnage du segment atteint, allant des condyles fémoraux à la hanche. Dans le cas des genoux flottants, c'est tout le membre qui sera badigeonné des pieds à la hanche.

Pour les patients installés en décubitus dorsal sur la table orthopédique, soit 81.01 % des cas, l'incision est de 5cm allant du sommet du grand trochanter vers la crête du fémur. En revanche, pour les patients qui ont été réopérés pour des fractures sur pseudarthrose ou pour des fractures pathologiques, soit 18.92 % des cas, nous avons pratiqué une incision externe d'au moins de 10 cm centré sur le foyer de fracture.

2-4-3- Alésage intra-médullaire après introduction du guide clou :

Alésage à 100 %

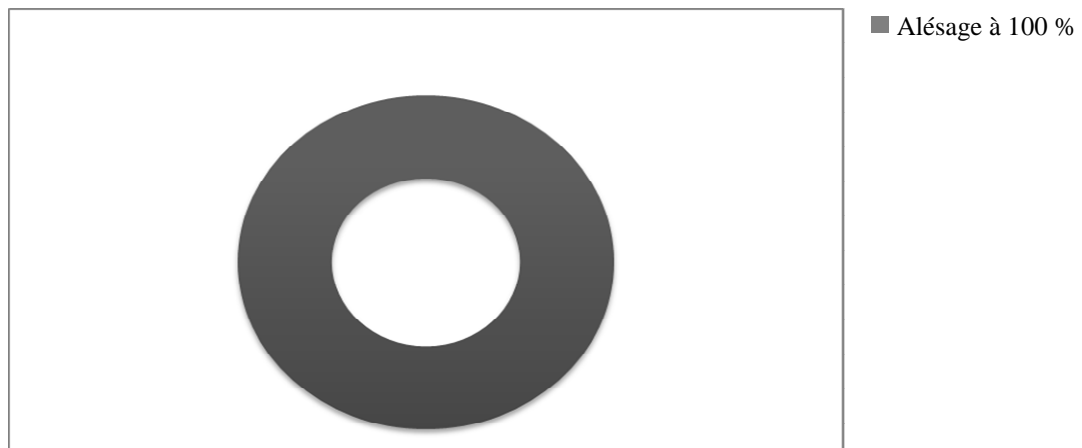


Figure n°17- Figure représentative du taux d'incidence de l'alésage intra-médullaire des fractures fémorales

La figure ci-dessus montre que tous les patients opérés qu'ils soient du premier ou du second groupe de l'étude soit 100 % des cas, ont bénéficié d'un alésage intra-médullaire après l'introduction du guide clou. Avant de pratiquer cette manœuvre qui est l'alésage, le guide de l'implant a été introduit dans le canal médullaire sous contrôle radiologique par l'amplificateur de brillance pour apprécier sa bonne position, et évaluer sa longueur. Le passage par la suite des alésoirs souples de l'AO Muller (Association Suisse de l'ostéosynthèse) a permis de déterminer le diamètre des implants. Ces alésoirs ont pour fonction d'éviter la survenue des refends diaphysaires lors de l'introduction des clous dans le canal médullaire. Le diamètre moyen de l'alésage que nous pratiquions pour tous les fémurs opérés était de 11.4 mm pour un clou dont le diamètre moyen était de 10.2 mm, ce qui donne un alésage moyen de 1.2 mm au-dessus du diamètre de chaque clou fémoral. Par contre, pour les tibias, nous réalisons un alésage moyen de 10.7 mm pour des clous dont le diamètre moyen était de 9.5 mm, obtenant ainsi un alésage moyen de 1.2 mm au-dessus du diamètre de chaque clou tibial.

2-4-4- Implants utilisés dans les fractures de la diaphyse fémorale :

Tableau n°17- Répartition des clous fémoraux posés selon leur taille et leur diamètre

Taille et diamètres des clous fémoraux posés	Nombre total des clous fémoraux posés	Taux d'incidence en %
Clous de 40 mm de longueur et 9 mm de diamètre	20	54.05 %
Clous de 42 mm de longueur et 11 mm de diamètre	14	37.83 %
Clous de 44 mm de longueur et 13 mm de diamètre	4	8.10 %
Total	38	100 %

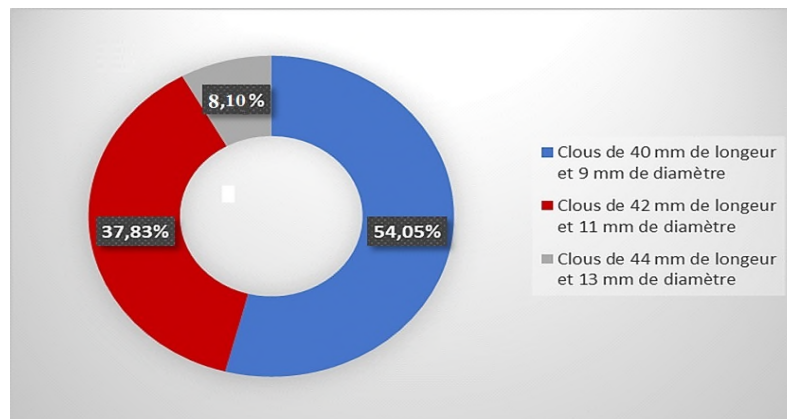


Figure n°18- Figure représentative du taux d'incidence des clous fémoraux posés selon leur taille et leur diamètre

Nous avons utilisé pour les patients de la première série des implants verrouillés adaptés aux courbures du fémur. La figure ci-dessus montre les différentes mensurations des implants fémoraux qui ont été utilisées pour assurer l'ostéosynthèse des fractures de la diaphyse fémorale.

2-4-5- Modèles d'implants utilisés dans les fractures du fémur :

Tableau n°18- Répartition du nombre total des implants utilisés dans les fractures de la diaphyse fémorale

Modèles d'implants fémoraux posés	Nombre total de clous fémoraux posés	Taux d'incidence en %
Nombre de Clous de Grosse et Kumpf (G-K) pour fractures de la diaphyse fémorale	33	89.18 %
Nombre de Clous Gamma pour fractures bifocales du fémur	5	10.81 %
Nombre total d'implants fémoraux posés	38	100 %

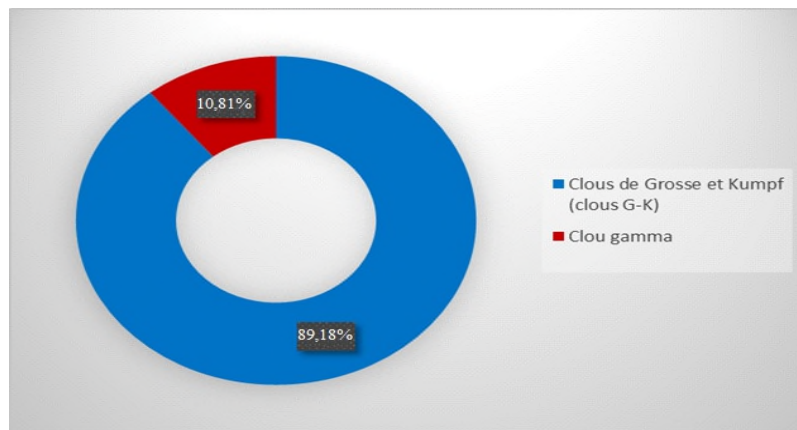


Figure n°19- Figure représentative des modèles des implants utilisés pour les fractures du fémur

Selon le tableau ci-dessus les clous de Grosse & Kumpf (G-K) ont été utilisés chez 33 patients de la première série étudiée, soit une proportion de 89.18% des cas, mais seulement 5 patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse par des clous gamma pour des fractures de la diaphyse fémorale associées à une fracture du col du fémur, soit une proportion de 10.81% des cas.

2-4-6- Type de verrouillage fémoral :



Figure n°20 – Figure représentative du taux d'incidence du verrouillage en mode statique des fractures de la diaphyse fémorale

Comme pour l'alésage, cette figure montre que la totalité des patients de notre échantillonnage a été traitée par un enclouage centromédullaire de façon statique.

2-5- Transfusion :

La décision transfusionnelle en pré opératoire des malades opérés pour des fractures de la diaphyse fémorale ainsi que pour les genoux flottants était se justifiait par une mauvaise tolérance de l'anémie chez certains patients polytraumatisés. L'apport en moyenne de 300 ml de culots de concentré de globules rouges était nécessaire pour corriger la volémie des malades dont le taux d'hémoglobine se situait entre 7 et 8 g/dl.

2-6- Durée moyenne d'un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé de façon statique :

Tableau n°19- Répartition des patients en fonction de la durée moyenne d'un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé en mode statique

Types anatomopathologiques des fractures de la diaphyse fémorale	Temps opératoire impartis en minutes	Nombre total de patients
Fractures simples (fémur ou jambe) avec un trait spiroïdes ou oblique long	51- 80	92
Fractures complexes (3 ^e fragment) + fracture du col fémoral avec un trait transversal	81-90	5
Fractures fémorales pathologiques avec un trait oblique court	91-100	3
Fractures bilatérales (les 2 fémurs) avec un trait oblique long	111-120	1
Fractures du fémur + fractures de la jambe avec un trait transversal (Genoux flottants)	121-130	2
Fractures sur pseudarthrose avec un trait oblique long	131-150	4
Moyenne du temps opératoire	111	107

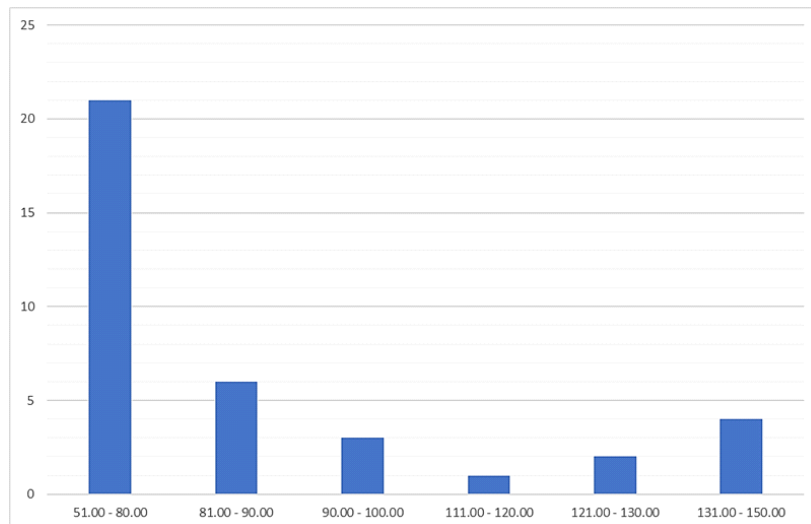


Figure n°21- Figure représentative du taux d'incidence de la durée moyenne d'une intervention par enclouage centromédullaire alésé et verrouillé en mode statique

Le tableau ci-dessus montre que la durée moyenne nécessaire à la réalisation d'un enclouage centromédullaire verrouillé en mode statique pour les fractures fémorales ou tibiales est de 111 minutes. Nous avons constaté que la variation du temps opératoire dépendait du type anatomopathologique des fractures ainsi que des lésions osseuses associées, il était, au minimum, de 51 minutes et au maximum de 151 minutes.

2-7- Durée moyen d'irradiation durant un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé de façon statique:

La durée moyenne d'exposition aux rayons ionisants était entre 25 et 30 secondes pour la majorité des patients opérés, il n'en demeure pas moins, qu'elle pouvait atteindre des extrêmes de 50 secondes dans le cas des poly-traumatismes.

2- Suivi thérapeutique post-opératoire :

3-1- Drainage :

Comme la règle post-opératoire le requiert, tous les patients ont été drainés par un drain de Redon-Jost ^[265] placé à la fin de l'intervention chirurgicale dans la plaie opératoire avant la fermeture de l'incision afin de permettre une bonne cicatrisation

3-2- Soins prodigués :

Il faut rappeler que tous les malades de ce groupe formaient une excellente indication pour un enclouage centromédullaire verrouillé en mode statique. Il n'est pas inutile ici de

rappeler certains critères conformes aux recommandations internationales^[277] telle qu'une déambulation précoce et un bon suivi clinique en ambulatoire jusqu'à l'obtention de la guérison.

3-3-Protocole thérapeutique :

3-3-1- Antibiotiques et prophylaxie thromboembolique associée :

Le protocole thérapeutique a été initié pour tous les patients dès que nous avons posé l'indication opératoire. Il permet de prévenir les complications liées à l'anesthésie, à l'acte opératoire, ou même celles qui peuvent survenir en post-opératoire immédiat ou tardif notamment celles imputables aux antécédents pathologiques des patients ^[278].

Le choix des antibiotiques prescrits dépendait donc de l'importance du traumatisme et du type de fracture qu'il a provoqué (fractures fermées ou les fractures ouvertes de jambes).

A la sortie du patient, ces antibiotiques étaient prescrits systématiquement en ambulatoire par voie orale pendant 10 jours avec une maximale de 15 jours et une minimale de 7 jours suivis d'un traitement anticoagulant à bas poids moléculaire (HBPM) pendant 28 jours.

3-4-Soins locaux :

3-4-1- Pansements :

Afin de favoriser une meilleure cicatrisation, le changement de pansements s'effectuait tous les deux jours sans discontinuité jusqu'à l'ablation des fils qui s'effectuait, généralement, au 21^e jour de l'intervention chirurgicale.

3-5-Durée moyenne du séjour hospitalier :

Tableau n°20- Répartition des patients selon la durée moyenne de leur séjour hospitalier

Durée moyenne du séjour hospitalier en jours	Nombre de patients	Taux d'incidence en %
85	107	62.16 %
11	7	18.92 %
11	7	18.92 %
6.33	37	100%

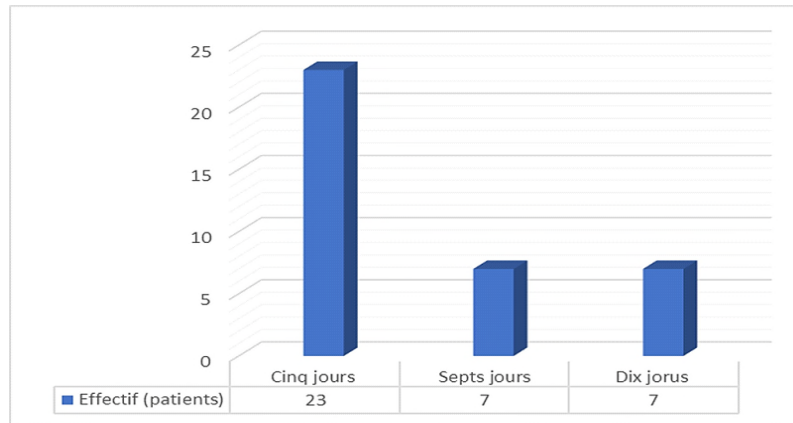


Figure n°22- Figure représentative du taux d'incidence de la durée moyenne du séjour des patients encloués

Le tableau ci-dessus indique la durée moyenne de séjour (DMS) ^[266] des patients dès leur admission dans la structure hospitalière. Elle était de 6.33 jours avec des extrêmes de 5 jours et de 10 jours.

3-6- Médecine physique et réadaptation fonctionnelle :

Tous les patients encloués pour des fractures simples du fémur ou de jambes et particulièrement polytraumatisés ont été prophylactiquement installés dès leur sortie du bloc opératoire sur un matelas anti-escarres dont tout chirurgien craint leur survenue. Pour ceux atteints de fractures simples, dès le lendemain de l'intervention, la déambulation fut permise pour lutter contre les phénomènes douloureux et inflammatoires. Pour les patients polytraumatisés, nous avons différé le début de la mise en appui partiel de quelques jours jusqu'à l'observation d'une bonne sédation de la douleur.

3-7- Durée moyenne de la reprise partielle de l'appui post-enclouage verrouillé :

Tableau n°21- Répartition des patients selon la durée moyenne de la reprise partielle de l'appui

Durée moyenne de la reprise de l'appui partiel en semaines	Nombre de patients	Taux d'incidence en %
3 s	85	67.56 %
7 s	11	18.91 %
10 s	11	13.51 %
Moyenne 6.91 s	107	100 %

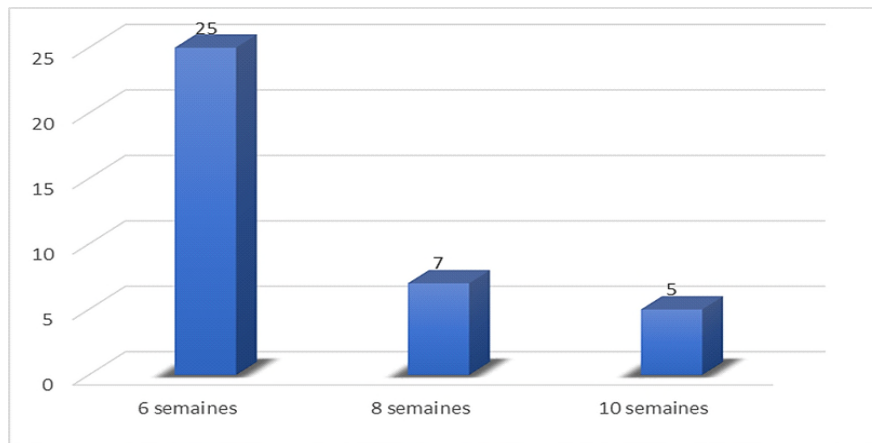


Figure n°23- Figure représentative du taux d'incidence de la durée moyenne de la reprise partielle de l'appui

Le tableau ici montre que nous avons autorisé une reprise partielle de l'appui pour tous les patients en moyenne à 6.91 semaines avec une durée minimale de 3 semaines pour ceux qui souffraient de fractures simples et une maximale de 10 semaines pour les patients polytraumatisés.

3-8-Durée moyenne de la reprise de l'appui total post-enclouage verrouillé

Tableau n°22- Répartition des patients selon la durée moyenne de la reprise totale de l'appui

Durée moyenne de la reprise totale de l'appui en semaines	Nombre de patients	Taux d'incidence en %
10 s	73	67.56 %
12 s	18	18.91 %
14 s	16	13.51 %
Moyenne 11 s	107	100 %

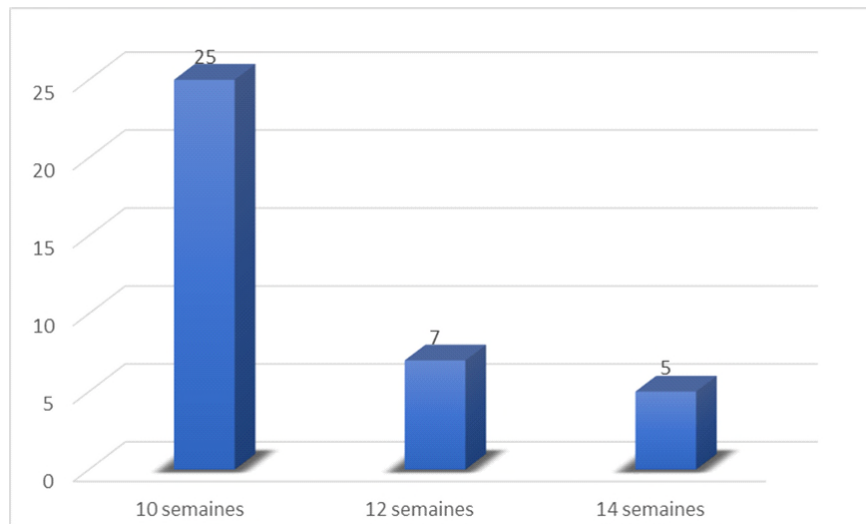


Figure n°24- Figure représentative du taux d'incidence de la durée moyenne de la reprise totale de l'appui

Le tableau ci-dessus montre également que la durée de la reprise totale de l'appui pour les mêmes malades fut en moyenne de 11 semaines avec une durée minimale de 10 semaines dans leur la majorité représentant ainsi une proportion de 67.56 %. Tandis que la durée maximale pour les polytraumatisés fut de 14 semaines, soit pour une proportion de 13.51% des cas.

3-9-Durée moyenne de la consolidation osseuse après enclouage verrouillé de façon statique des fractures des os longs porteurs :

Tableau n°23- Répartition selon la durée moyenne de la consolidation osseuse

Durée moyenne de la consolidation en semaines	Nombre de patients	Taux d'incidence en pourcentage
12 s	73	67.56 %
16 s	18	18.91 %
18 s	16	13.51 %
Moyenne 14 s	107	100 %

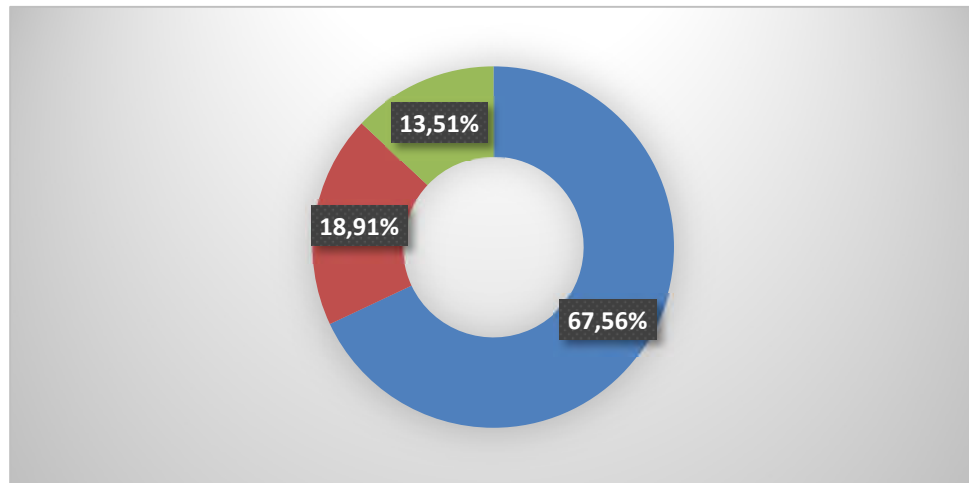


Figure n°25- Figure représentative du taux d'incidence de la durée moyenne de la consolidation osseuse des fractures des os longs porteurs après enclouage centromédullaire verrouillé

Le suivi clinique et radiologique de nos patients nous a conduit à conclure que la durée moyenne du processus de la consolidation osseuse était de 14 semaines avec un minimum de 12 semaines pour les fractures simples et isolées, et un maximum de 18 semaines pour les fractures complexes de jambes ou en cas de polytraumatisme.

3-10- Durée moyenne de la reprise du travail après enclouage centromédullaire verrouillé :

Dans ce dernier chapitre, il convient d'évoquer le temps de latence nécessaire à la réintégration socioprofessionnelle de nos patients. Sur un total de 107 patients opérés, 70.27% d'entre eux exerçaient une activité au moment de l'accident, que nous avons reparti entre ceux exerçant un métier physique tel que les manutentionnaires et les ouvriers de chantiers. Et ceux qui avaient un travail sédentaire en administration passant le plus de temps en position assise. Le tableau ci-dessous repartit statistiquement ces patients comme suit :

Tableau n°24- Répartition des patients étudiés selon la durée moyenne de la reprise de l'activité professionnelle

Durée en semaine de la reprise de l'activité professionnelle après enclouage du fémur	Travailleurs physiques	Travailleurs sédentaires	Taux d'incidence en pourcentage
30 s	40	-	53.84%
14 s	-	35	46.15%
Moyenne 22 s	40	35	100%

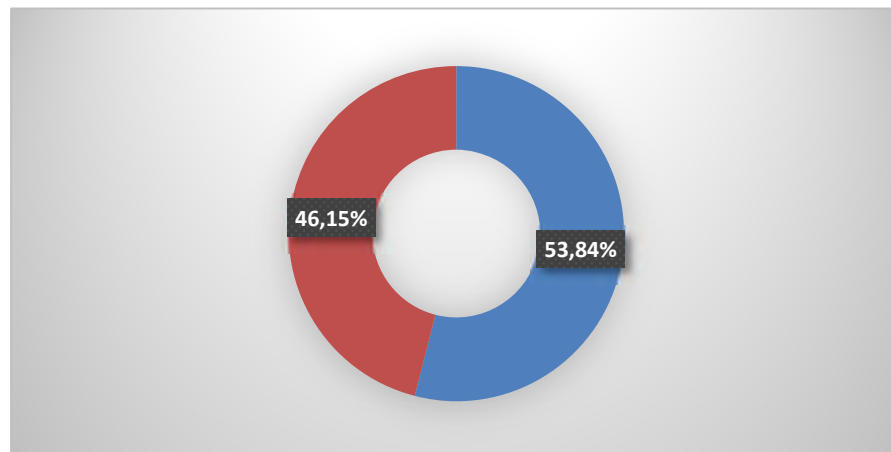


Figure 26 - Répartition selon la durée moyenne de la reprise de l'activité professionnelle de nos patients

A partir de ces données, nous constatons que la durée moyenne pour la reprise du travail pour ces patients était de 22 semaines, avec un maximum de 30 semaines et un minimum de 14 semaines.

Enfin, après comparaison des deux sous-groupes, nous constatons que les malades qui exerçaient une activité commerciale ont été réinsérés 16 semaines plus tôt par rapport aux malades qui avaient un métier physique.

Dans le droit fil des développements précédents, il est à présent venu le temps de nous intéresser aux complications engendrées par les fractures diaphysaires des os longs des membres inférieurs qui sont particulièrement graves et aux séquelles fonctionnelles secondaires qui en découlent.

Ces complications auxquelles nous avons dû faire face ont été observées aussi bien dans la première que dans la seconde série de patients étudiés tout au long de cette recherche.

Nous étayerons les complications propres à chaque séries (série n°1 et série n°2) de l'étude, d'une part, celles liées à la technique d'enclouage centromédullaire aussi bien pour les fractures fémorales que pour les fractures tibiales, et d'autre part, les complications apparues en post-opératoire.

II-2- Complications de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures du fémur :

Il s'agit, dans cette première série de notre étude des malades encloués pour des fractures du fémur, de montrer que les complications apparues sont liées à deux facteurs concurrents : celles en rapport avec la technique d'enclouage en premier lieu, et celles corrélatives aux complications des suites de l'intervention chirurgicale.

A- Complications liées à la technique d'enclouage fémoral :

1- Complications per opératoires observées chez les patients de la série n°1 de l'étude :

1-1- Blocage des clous fémoraux :

Tableau n°25 – Répartition des implants fémoraux bloqués après alésage intra-médullaire

	Clous fémoraux de 13 mm de diamètre	Blocage des clous fémoraux	Nombre de clous fémoraux posés
Nombre de cas	3	3	38
Taux d'incidence en %	7.8 %	7.8 %	100 %

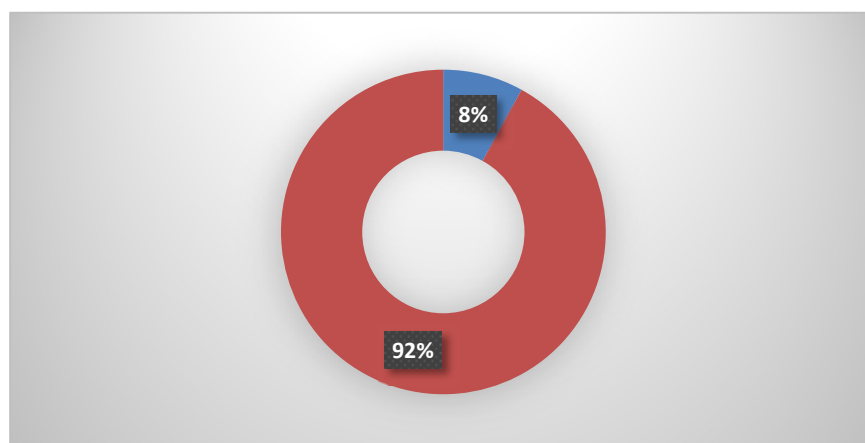


Figure n°27- Figure représentative du taux d'incidence des implants fémoraux bloqués après alésage intra-médullaire

Il semble exister une corrélation entre l'introduction de certains clous fémoraux et les diamètres dépassant les 12 millimètres. Dans ce premier groupe de malades, nous avons recensé 3 cas, soit 7.8 % de blocage du clou dans le canal médullaire des foyers de pseudarthrose fémorale.

1-2- Complications liées au verrouillage distal du fémur et de la jambe :

1-2-1- Fausses routes ou déviation des vis distales en dehors des orifices de verrouillage distaux des clous :

Tableau n°26- Répartition du nombre de vis fémorales distales déviées en dehors des orifices de verrouillage distaux des clous fémoraux

	Nombre de vis distales hors orifices	Nombre de vis distales	Nombre des clous posés
Nombre de cas	10	130	110
Taux d'incidence en %	7.6 %	100 %	100 %

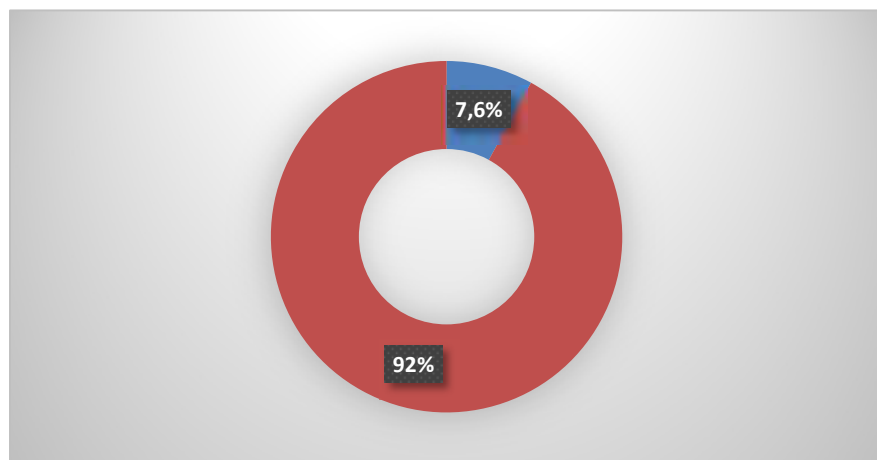


Figure n°28- Figure représentative du taux d'incidence des vis fémorales distales déviées en dehors des orifices de verrouillage distaux des clous fémoraux

Il semble que le verrouillage distal reste problématique étant donné que le suivi radiologique des patients opérés a mis en évidence 10 vis distales qui étaient passées à côté de l'orifice distal des clous. Par conséquent, l'incidence des vis distales déviées en dehors des orifices des clous est de 7.6 % sur un total de 110 clous posés. Cela nous a conduit, à conclure qu'il existe forcément des facteurs concurrents tels que l'ancillaire utilisé et particulièrement l'expérience du chirurgien.

B- Complications post-opératoires observées chez les patients de la série n°1 de l'étude :

B-1- Complications précoces :

1- Embolie graisseuse :

Tableau n°27– Incidence de l'embolie graisseuse chez les polytraumatisés

2		Embolie graisseuse en post-opératoire immédiat	Nombre de patients de la série n°1
Nombre de cas de polytraumatisés	de	2	37
Taux d'incidence en %		5.4 %	100 %

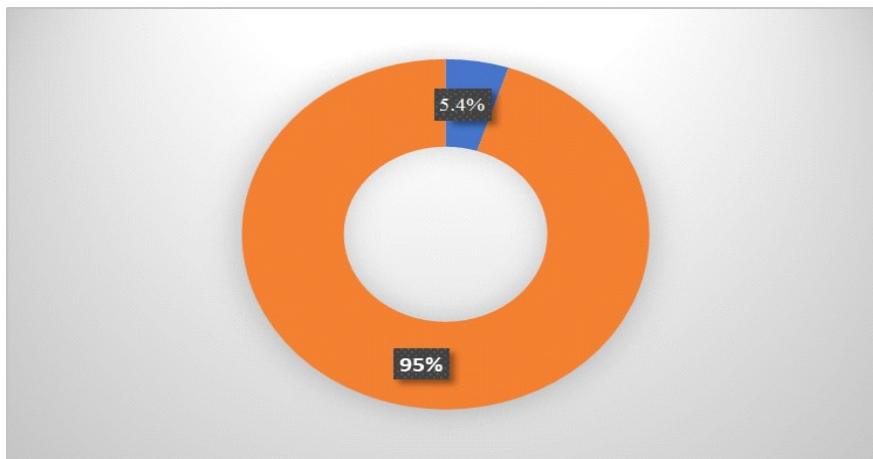


Figure n°29- Figure représentative du taux d'incidence des cas d'embolie graisseuse chez les polytraumatisés de la série n°1

Nous avons recensé 2 cas cliniques d'embolie graisseuse, soit une proportion de 5.4 % des cas dont la symptomatologie semblait être pulmonaire. Il s'agit respectivement d'un patient polytraumatisé de sexe masculin âgé de 40 ans, souffrant d'une fracture bilatérale des deux diaphyses fémorales. Ce malade a été pris en charge post-opératoire en unité de soins intensifs pendant au moins 6 jours, avant d'être transféré dans notre service. La durée de l'hospitalisation était de 10 jours et l'évolution était favorable sans séquelle respiratoire.

Le second malade de sexe masculin également et âgé de 60 ans, encloué pour un genou flottant. Malheureusement, nous déplorons son décès à J2 post-opératoire des suites de ses blessures.

2- Sepsis post-opératoire précoces :

Tableau n°28- Répartition des patients de la première série atteints de sepsis post-opératoire

	Sepsis post-opératoire	Nombre de clous fémoraux posés
Nombre de cas	1	38
Taux d'incidence en %	2.7 %	100 %

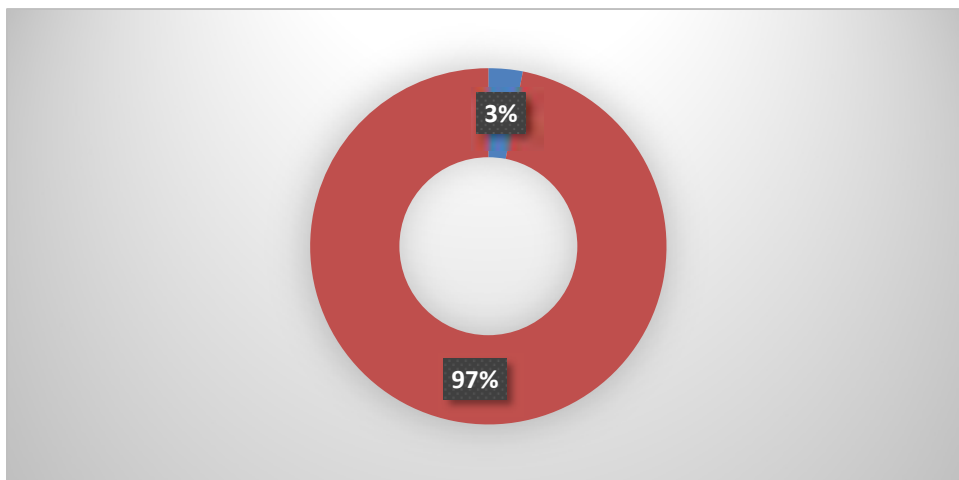


Figure n°30- représentative du taux d'incidence des cas de sepsis post-opératoire

Nous avons aussi recensé 1 cas d'infection osseuse sur 38 clous fémoraux posés en première intention, soit 2.7 % des cas. La symptomatologie se résumait en la présence d'une fistule productive de pus. L'évolution fut favorable après avoir procédé à une révision avec un lavage abondant et une antibiothérapie massive sans pour autant retiré l'implant, par contre une dynamisation s'imposait pour accélérer la consolidation.

B-2- Complications tardives :

1- Protrusion ou dépassement des clous fémoraux :

Tableau n° 29- Répartition des patients de la série n°1 présentant une protrusion des implants fémoraux dans la hanche

	Protrusion des clous dans la hanche	Nombre de clous fémoraux posés
Nombre de cas	2	38
Taux d'incidence en %	5.2 %	100 %

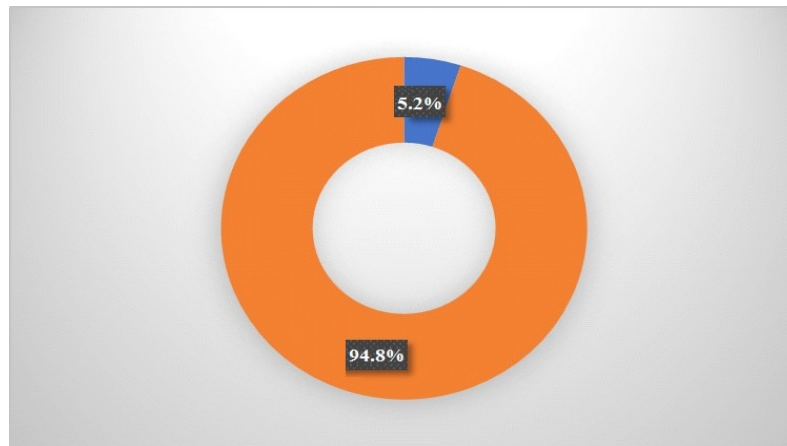


Figure n° 31- Figure représentative du taux d'incidence de la protrusion des implants fémoraux dans la hanche

Le contrôle radiologique en post-opératoire de certains patients de la première série de l'étude a permis de constater une protrusion des clous fémoraux en dehors de la fossette digitale à deux reprises (5.2 % des cas). Nous n'avions pas retrouvé un lien avec la taille des implants qui était calculée au préalable sur le fémur sain controlatéral, mais semble-t-il que ces clous ont été mal introduits et ont fait saillie dans la hanche, après avoir autorisé un appui total.

2 -Douleurs de la hanche :

Tableau n°30- Répartition des patients de la série n°1 présentant des douleurs de la hanche

	Douleurs de la hanche cotée à 6 selon le score de Parker	Nombre de patients de la série n°1
Nombre de cas	4	37
Taux d'incidence en %	10.81 %	100 %

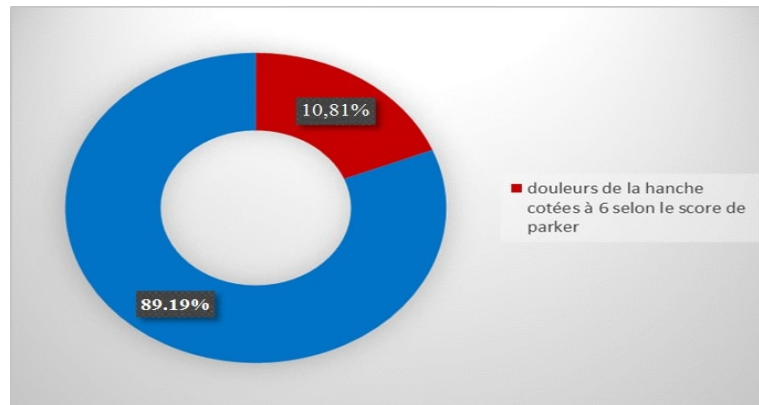


Figure n°32- Figure représentative du taux d'incidence des douleurs de la hanche post-enclouage du fémur

Des douleurs modérées de la hanche sont apparues chez 4 patients à la 14^e semaine de l'intervention, soit dans 10.81 % des cas. Nous avons scoré ces douleurs à 6 selon la cotation de Parker [272]. L'évolution était favorable pour les deux premiers malades après extraction des implants au 9^e mois, quant au dernier, il se plaignait toujours de douleurs de la hanche malgré l'ablation du clou. Par ailleurs, Il est à noter qu'aucun patient ne s'était plaint de douleurs du genou.

3-Retard de la consolidation osseuse des fractures fémorales enclouées :

Tableau n°31 – Répartition des patients de la série n°1 présentant un retard de la consolidation osseuse

	Retard de la consolidation osseuse	Nombre de patients de la série n°1
Nombre de cas	5	37
Taux d'incidence en %	13.51 %	100 %

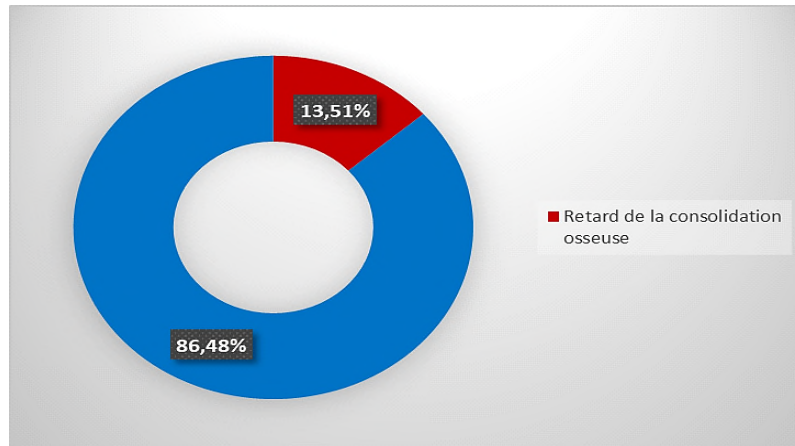


Figure n°33- Figure représentative du taux d'incidence du retard de consolidation osseuse post-enclouage alésé et verrouille en statique du fémur

Dans cette première série de malades nous avons recensé 5 cas de retard dans le processus de consolidation vers la 18^e semaine, soit un taux de 13.51% des cas. Pour remédier à ces avatars opératoires, une dynamisation distale a été pratiquée pour ces malades vers la 18^e semaines.

4- Cals vicieux fémoraux :

Tableau n°32- Répartition des patients atteints de cals vicieux fémoraux post-enclouage verrouillé en statique (patients de la série n°1)

	Cals vicieux fémoraux post- opératoire	Nombre de clous fémoraux posés
Nombre de cas	2	38
Taux d'incidence en %	5.2 %	100 %

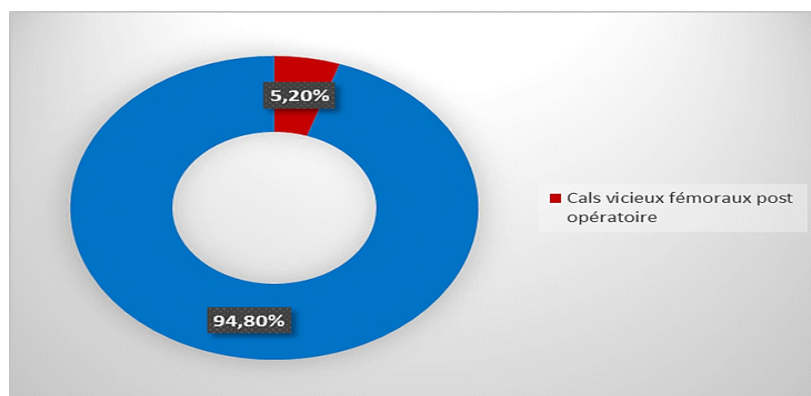


Figure n°34- Figure représentative du taux d'incidence des cals vicieux fémoraux post-enclouage verrouille en statique

Nous avons diagnostiqué cliniquement et radiologiquement 2 cas de cals vicieux en rotation externe respectivement de 7° et de 10°, représentant ainsi un taux de 5.2 % de cas. Cette anomalie s'est traduite par une consolidation en rotation externe. L'évolution fut favorable car les cals vicieux en dessous de 15° sont bien tolérés.

B-3- Mortalité :

Tableau n°33- Répartition de patients décédés en post-opératoire

	Nombre de patients décédés	Nombre de patients
Nombre de cas	3	107
Taux d'incidence en %	2.8 %	100 %

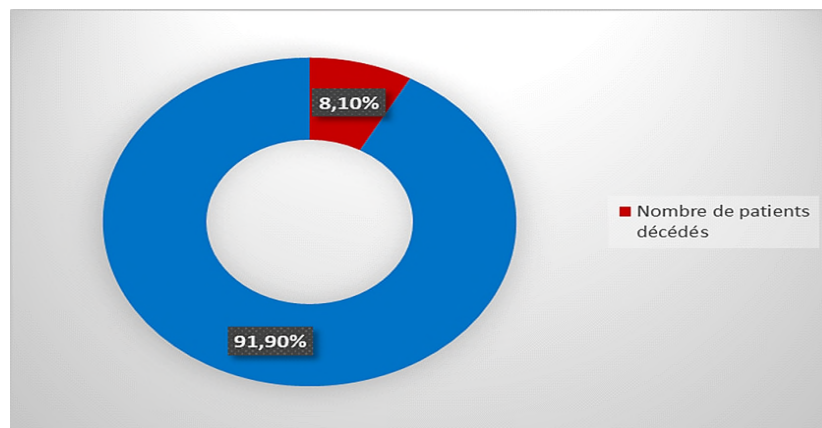


Figure n°35- Taux d'incidence de mortalité en post-opératoire

Nous avons déploré 3 décès représentant une proportion 2.8 % des cas. Il s'agissait plus précisément de :

- 2 patients âgés respectivement de plus de 80 ans encloués pour une fracture fémorale sur des métastases osseuses dont le décès est survenu 12 mois après car l'issue létale était prévisible. Et un patient polytraumatisé âgé de plus de 50 ans opéré, pour un genou flottant associé à un traumatisme crânien décédé à J2 post-opératoire. Quant aux autres malades, nous les avons perdu de vue.

II-3- Résultats après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes

1- Données radiologiques des patients de la seconde série :

Dans ce second chapitre relatif aux résultats de la technique d'enclouage alésé et verrouillé selon les deux modes statique et dynamique des fractures de jambes qu'il s'agisse des deux os ou du tibia isolé, nous allons mettre en relief les observations statistiques obtenues pour les comparer par la suite aux différentes données de la littérature médicale.

1-1- Sièges des fractures diaphysaires de la jambe selon la classification anatomopathologique de l'AO Muller ^[192] :

Le tableau ci-dessus illustre la répartition des patients de la seconde série de notre échantillonnage opérés de fractures diaphysaires de la jambe dont le siège différait pour chaque groupe de malade.

Nous observons que la fracture du 1/3 et du 1/4 inférieur du tibia représente la plus grande proportion étant donné que 32 patients, soit 45.7% y étaient atteints contre 9 patients, soit 12.5% pour le 1/3 supérieur. En revanche, comme on voit qu'il n'existe pas de différence significative avec les 31 patients atteints de fractures du 1/3 moyen du tibia qui représentent une proportion de 44.3% des cas.

Tableau n°34- Sièges des fractures diaphysaires du tibia (patients de la seconde série de l'étude)

Siège des fractures diaphysaires du tibia	Nombre de fractures selon la localisation	Incidence en pourcentage %
Fracture siégeant au 1/3 supérieur	7	10.0%
Fracture siégeant au 1/3 moyen	31	44.3%
Fracture siégeant aux 1/3 et 1/4 inférieurs	32	45.7%

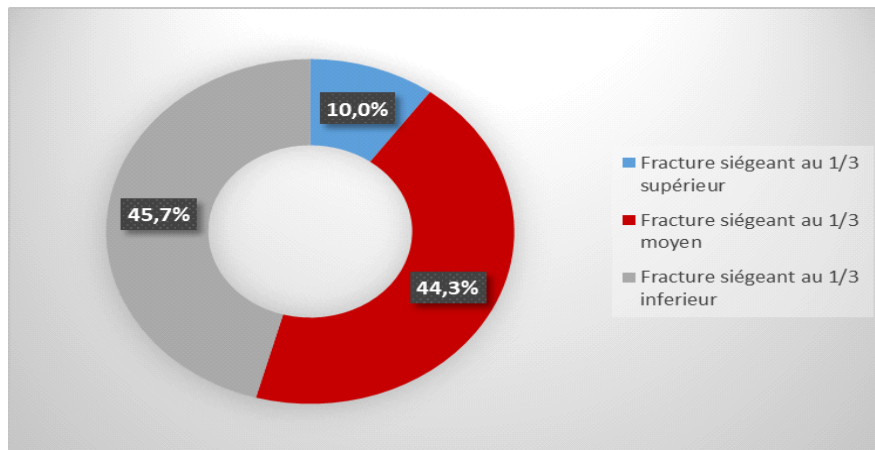


Figure n°36- figure représentative du taux d'incidence des fractures diaphysaires du Tibia selon leur siège

1-2- Types anatomopathologiques des fractures des deux os de la jambe :

Nous allons en premier lieu exposer les différents traits de fractures qui siégeaient au niveau de la diaphyse des deux os de la jambe, par la suite, nous décrivons les cas particuliers des fractures isolées du tibia.

1-2-1- Fractures du Tibia :

Tableau n°35- Répartition des fractures de la diaphyse tibiale selon le type anatomopathologique (patients de la série n°2)

Types anatomopathologiques des fractures du tibia	Nombre de patients et incidence en pourcentage	Nombre de fractures selon le type ANAPATH	Total des fractures étudiées (série n°2)
Fractures spiroïdes	Nombre de patients	30	72
Incidence en %	%	41.66 %	100 %
Fractures obliques longues	Nombre de patients	15	37
Incidence en %	%	20.83 %	100 %
Fractures transversales simples	Nombre de patients	11	37
Incidence en %	%	15.27 %	100 %
Fractures transversales complexes (3 ^e fragment)	Nombre de patients	11	37
Incidence en %	%	15.27 %	100 %
Fractures bifocales	Nombre de patients	3	37
Incidence en %	%	4.16 %	100 %
Fractures Comminutives	Nombre de patients	0	0
Incidence en %	%	0.00%	100 %

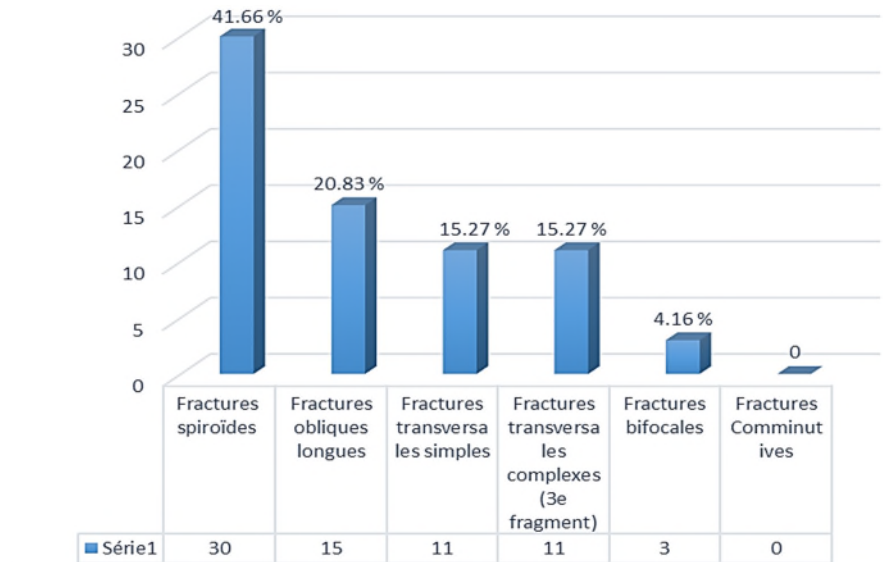


Figure n°37- Figure représentative du taux d'incidence des fractures de la diaphyse tibiale selon le type anatomopathologique

Comme pour les patients atteints de fractures de la diaphyse fémorale, notons que ceux qui appartiennent à ce groupe ne souffraient pas aussi de fractures comminutives de la diaphyse tibiale.

1-2-2- Fractures de la Fibula :

Tableau n°36- Siège des fractures de la fibula (patients de la série n°2)

Siège des fractures fibulaires	Proximal		Tiers moyen		Distal		Bifocal	
	Nombre	Incidence	Nombre	Incidence	Nombre	Incidence	Nombre	Incidence
Fracture de la Fibula	40	55.55%	13	18.05%	17	23.61%	2	2.7%
Nombre total des fractures des 2 os de la jambe	72	100%	72	100%	72	100%	72	100%

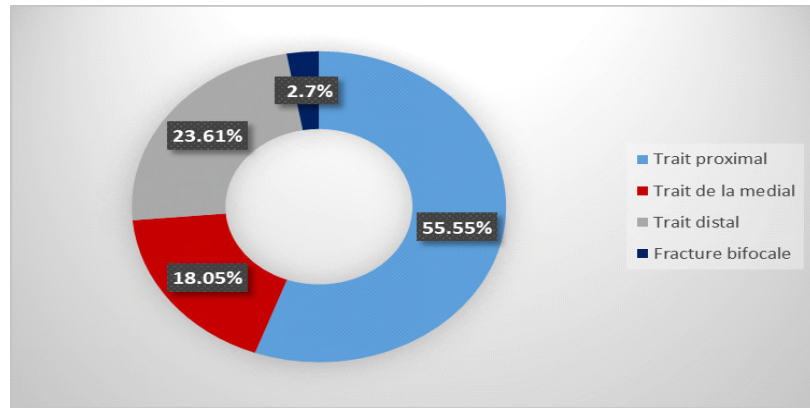


Figure n°38- Figure représentative du taux d'incidence des fractures de la diaphyse de la Fibula selon siège (niveau lésionnel)

Parmi toutes ces fractures, notons seulement 2 fractures bifocales de la fibula, soit 2.7 % des cas sur l'ensemble des fractures des fractures de jambe étudiées.

1-2-3- Cas spécifiques des fractures isolées du Tibia :

Tableau n°37- Répartition des patients atteints de fractures isolées de la diaphyse du Tibia

	Nombre total des fractures isolées du tibia	Nombre total des fractures des 02 os de la jambe	Nombre total des patients de la série n°2
Nombre	10	62	70
Incidence	86.11%	13.88%	100%

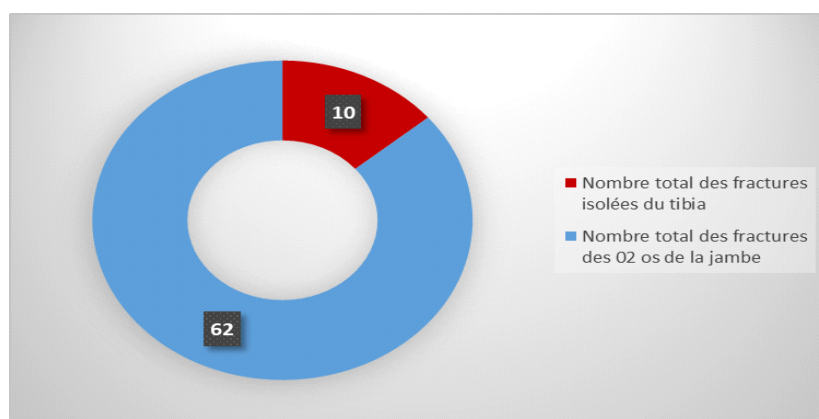


Figure n°39 - Répartition des patients atteints de fractures isolées de la diaphyse du Tibia

Nous signalons dans ce tableau, le cas singulier des fractures isolées du tibia. Ces malades sont de sexe masculin et ont été victimes d'un traumatisme assez violent. Le plus souvent, il s'agissait d'accidents de motocycle. Ils ne sont pas moins d'une dizaine représentant ainsi une proportion de 13.88% des cas sur la totalité des fractures de jambe étudiée. Pour ces fractures de jambes pour le moins particulières, nous avons opté pour un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé en mode dynamique.

1-2-4-État du revêtement cutané du segment jambier fracturé :

Tableau n°38- Répartition des fractures de jambes selon l'état cutané

Classification ana pathologique	Nombre total des fractures fermées	Nombre total des fractures ouvertes de type 1	Nombre total des fractures ouvertes de type 2	Nombre total des fractures des 2 os de la jambe
Nombre	60	10	2	72
Incidence	83.33%	13.88%	2.7%	100%

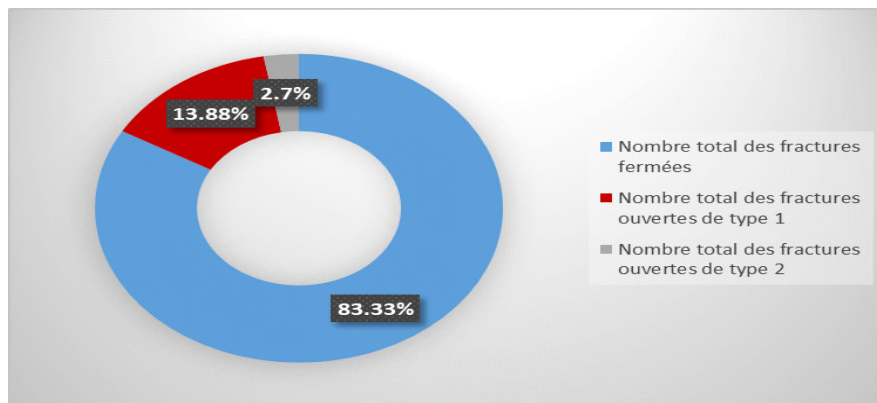


Figure n°40- Figure représentative du taux d'incidence des fractures fermées et ouvertes de jambes selon la classification de Gustillo et Anderson [205]

Parmi les fractures des deux os de la jambe qui ont été étudiées dans cette seconde série, nous avons dénombré aussi bien des fractures fermées que des fractures ouvertes. Ces dernières ont été classées selon l'état du revêtement cutané en se référant à la classification anatomopathologique de Gustillo et Anderson [205].

1-2-5- Fractures de jambes associées à d'autres fractures (patients polytraumatisés de la série n°2 de l'étude) :

Tableau n°39- Répartition des patients polytraumatisés de la série n°2 de l'étude

Effectif	Total des polytraumatisés		Genoux flottants		Fractures tibiales bilatérales		Fractures tibiales + fracture de la diaphyse humérale		Fracture tibiale + fracture du calcaneum		Fracture tibiale + luxation des vertèbres cervicales	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Nombre total des patients polytraumatisés Cohorte n 2	7	9.8%	2	2.77%	2	2.77%	1	1.38%	1	1.38%	1	1.38%
Nombre total des fractures de jambes	72	100%	72	100%	72	100%	72	100%	72	100%	72	100%

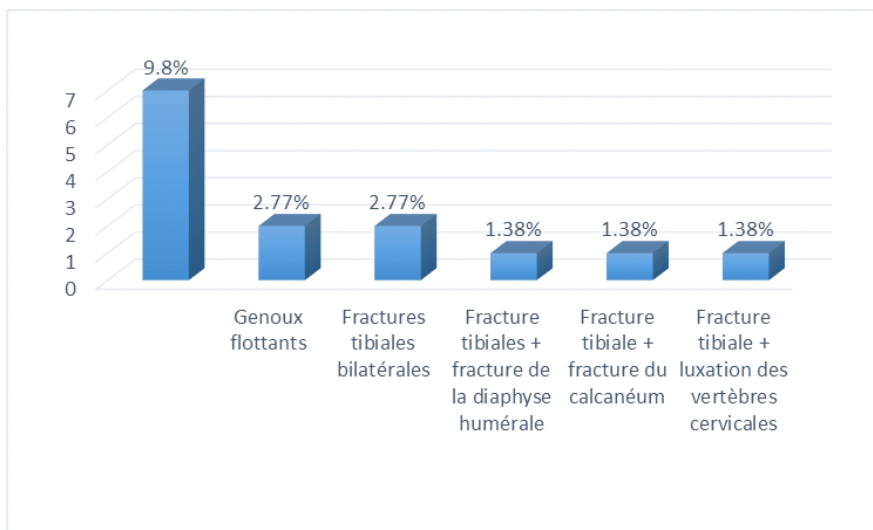


Figure n°41- Figure représentative du taux d'incidence des patients polytraumatisés de la série n°2

Le tableau ci-dessus répartit les patients polytraumatisés de la seconde série de l'étude qui souffraient à leur admission de fractures diaphysaires de la jambe associées à d'autres lésions osseuses. Nous avons ainsi comptabilisé 7 patients polytraumatisés dont certains présentés des genoux flottants ou encore des fractures tibiales bilatérales ouvertes associées à d'autres lésions osseuses soit 8.1 % des cas, qui ont bénéficié d'un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé en statique.

1-2-6- Complications mécaniques secondaires à une ostéosynthèse des fractures de jambes par plaques vissées :

Tableau n°40- Répartition des patients de la série n°2 présentant des complications mécaniques secondaires à une ostéosynthèse tibiale par plaques vissées

Effectif	Fractures tibiales distales sous plaques	Pseudarthrose aseptique sur plaque	Fractures par rupture de la plaque	Nombre total des patients de la série n°2
Complications mécaniques d'une ostéosynthèse du tibia	2 (6mois)	3 (9mois)	1 (4 mois)	70
Taux d'incidence en pourcentage	2.85%	4.28%	1.42%	100%

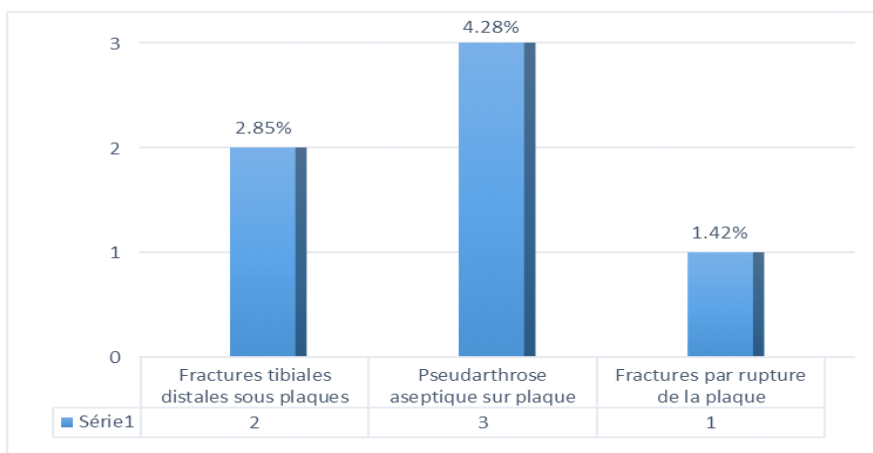


Figure n°42- Figure représentative du taux d'incidence des complications mécaniques secondaires à une ostéosynthèse par plaques vissées

Dans ce groupe de malades, nous avons recensé 3 cas, soit 4.28% de complications mécaniques survenues sur des fractures antérieurement fixées par des plaques vissées. Ces patients avaient été opérés pour des fractures fermées de la diaphyse tibiale et fixées par des plaques vissées 8 mois auparavant avec des extrêmes de 6 et 12 mois.

1-2-7- Déplacements secondaires des foyers de fracture tibiaux sous plâtre (après traitement orthopédique):

Tableau n°41- Répartition des patients de la série n°2 victimes de déplacements secondaires sous plâtre

Effectif	Déplacements des fractures sous plâtre	Nombre total des patients de la série n°2
Nombre de cas	2	70
Taux d'incidence en pourcentage	2.85 %	100 %

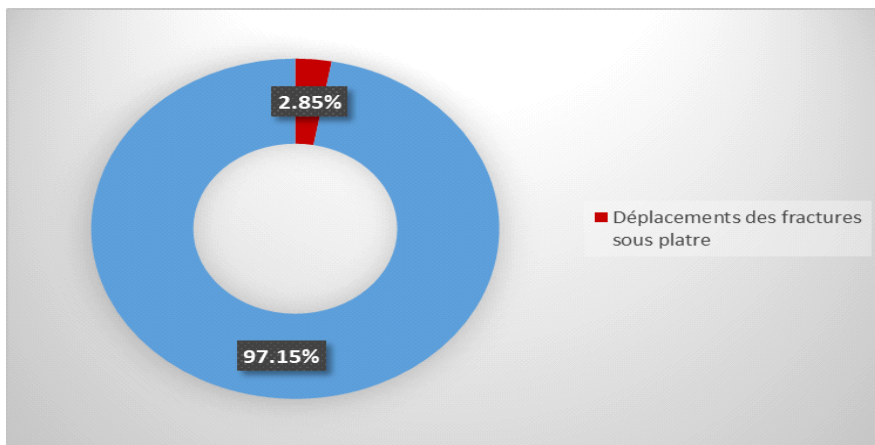


Figure n°43- Figure représentative du taux d'incidence des déplacements secondaires sous plâtre

Enfin, nous avons aussi recruté 2 patients traités orthopédiquement pour une fracture de la diaphyse tibiale sans atteinte de la fibula, chez qui un second traumatisme avait provoqué le déplacement du foyer de fracture par rupture du cal fibreux, alors qu'une immobilisation plâtrée fut prodiguée 4 semaines plutôt. Ces deux malades ont été opérés en abordant le foyer de fracture et en pratiquant une ostéotomie de la fibula, un alésage et un enclouage verrouillé en statique.

1-2-8- Fractures diaphysaires du Tibia d'origine pathologique :

Tableau n°42- Répartition des patients de la série n°2 encloués pour des fractures pathologiques

Effectif	Nombre totale des fractures diaphysaires tibiales d'origine pathologique	Nombre total de fractures diaphysaires tibiales de la série n°2	Nombre total des patients de la série n° 2
Nombre de cas	2	72	70
Taux d'incidence en pourcentage	2.77 %	100 %	100 %

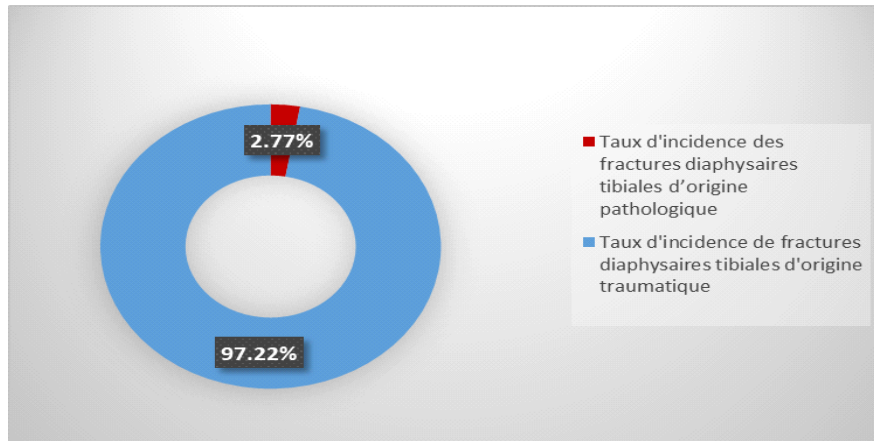


Figure n°44- Figure représentative du taux d'incidence des fractures pathologiques localisées au niveau de la jambe

Dans ce groupe, nous avons dénombré 2 patients chez lesquels l'indication d'un enclouage tibial alésé et verrouillé en mode statique se justifiait d'une part, dans un but curatif pour traiter une fracture d'origine congénitale, et d'autre part, dans un but préventif qui vise à empêcher la survenue d'une fracture après résection d'une excroissance osseuse.

2- Données thérapeutiques des patients de la seconde série de l'étude :

2-1- Bilan pré opératoire :

Tableau n°43- Répartition des patients de la série n°2 selon le score ASA [258]

Effectif	Nombre total des patients en bon état général ASA1	Nombre total des Patients en état général moyen ASA2	Nombre total des patients de la série n°2
Nombre de cas	57	13	70
Taux d'incidence en pourcentage	81.42 %	18.57 %	100

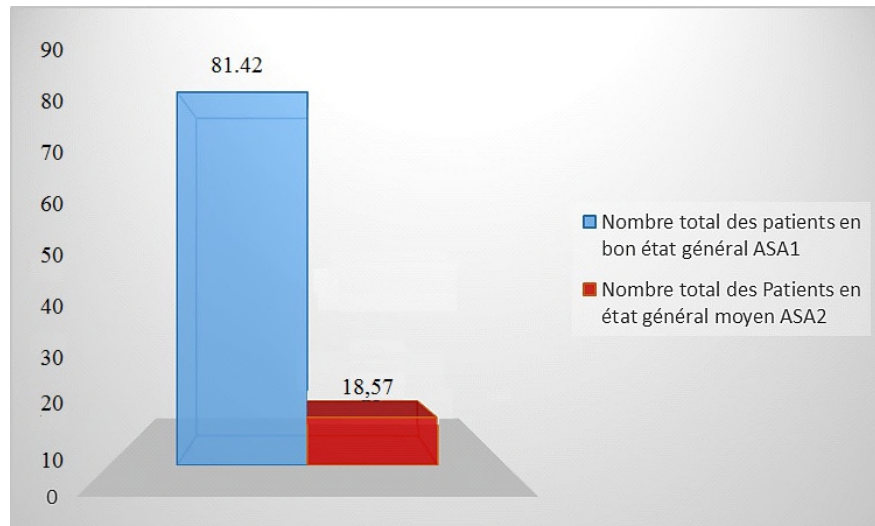


Figure n°45- Figure représentative du taux d'incidence des patients encloués pour des fractures de la jambe selon le score ASA [258]

Les patients de cette seconde série de notre étude ont été repartis statistiquement en 2 groupes distincts dans le tableau ci-dessous selon le score ASA (American society of anesthesiologist) [258].

2-2-Installation des patients de la série n°2 de l'étude au bloc opératoire :

Le tableau et la figure ci-dessous montrent que les patients de ce groupe étaient tous installés en position de décubitus dorsal sur une table ordinaire avec la jambe pendante. Par ailleurs, nous tenons à préciser que le garrot pneumatique n'a été utilisé que dans les cas qui ont nécessité un abord du foyer de fracture car son utilisation n'est pas recommandée dans le cas d'un enclouage à foyer fermé.

Tableau n°45- Répartition des patients de la série n°2 installés en décubitus dorsal avec la jambe pendante

Effectif	Jambe pendante sur table ordinaire	Nombre totale des patients de la série n° 2
Nombre de fracture de jambes opérées	72	70
Taux d'incidence	100%	100%

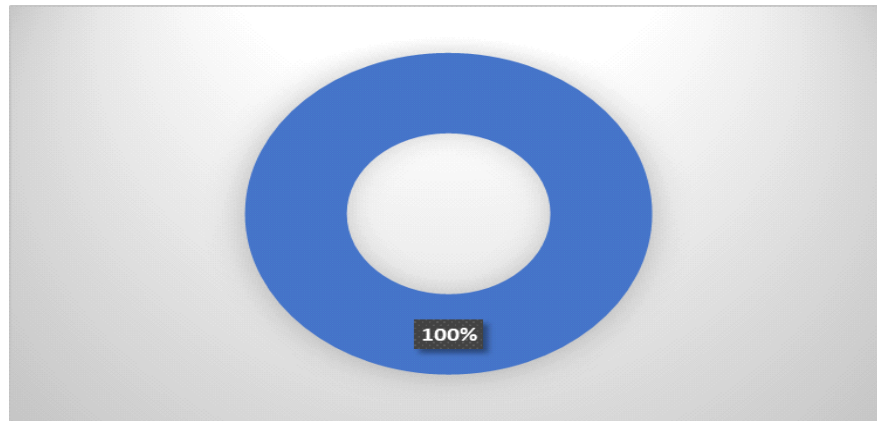


Figure n° 47- Figure représentative du taux d'incidence des patients installés sur la table ordinaire avec la jambe pendante

2-3- Technique opératoire employée :

2-3-1- Réduction du foyer de fracture :

Le tableau ci-dessous montre la répartition statistique de la totalité des fractures de jambes recensées dans notre étude selon la qualité de la réduction du foyer de fracture après alésage et enclouage verrouillé.

Tableau n°46- Répartition des patients de la série n°2 selon la qualité de la réduction du foyer de fracture tibial après enclouage alésé et verrouillé

Effectif	Réduction anatomique	Réduction satisfaisante	Réduction acceptable	Nombre total des fractures de jambes
Qualité de la réduction	55	10	7	72
Taux d'incidence en pourcentage	76.38 %	13.88 %	9.72 %	100 %

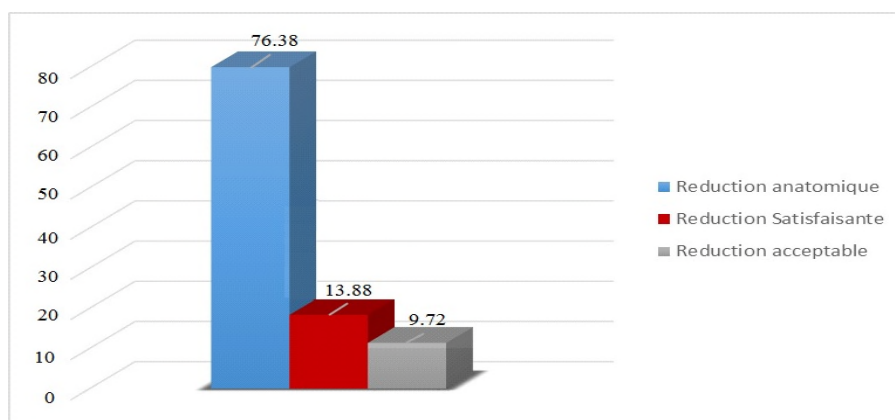


Figure n°48- Figure représentative du taux d'incidence selon la qualité de la réduction du foyer de fracture tibial après enclouage alésé et verrouillé

- Réduction anatomique pour 55 fractures sur un total de 72 fractures de jambes, soit une proportion de 76.38 % des cas.
- Réduction satisfaisante pour 10 fractures, soit une proportion de 13.88 % des cas.
- Réduction acceptable pour les 7 dernière fractures, soit une proportion de 9.72 % des cas.

2-3-2- Incisions pratiquées :

Nous avons pratiqué deux type d'incision pour aborder la corticale du tibia :

Tableau n°47- Répartition des patients de la série n°2 selon les incisions pratiquées

Effectif	Incision trans-tendineuse (TTA)	Incision para-tendineuse (PTA)	Nombre total des patients de la série n°2
Nombre des incisions effectuées	37	35	72
Taux d'incidence en pourcentage	51.38 %	48.61 %	100 %

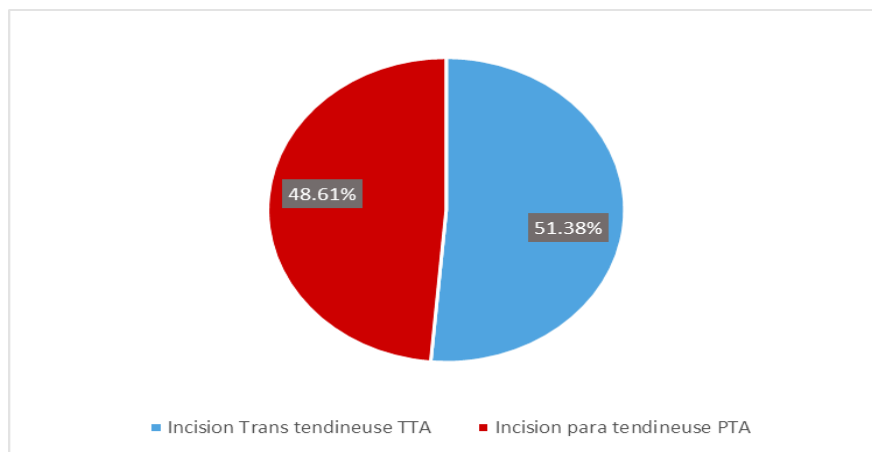


Figure n°49- Taux d'incidence des incisions pratiquées pour l'enclouage tibial alésé et verrouillé en statique et en dynamique

- Une approche trans-tendineuse (TTA) ^[256] en effectuant une incision longitudinale du tendon rotulien au-dessus du ligament patellaire en regard de l'articulation, suivie d'une ouverture tendineuse longitudinalement dans le sens des fibres. Cette incision fut réalisée pour 37 fractures, soit 51.38% des cas.
- Une incision para-tendineuse (PTA) ^[257] en réalisant une incision médiale au ligament rotulien avec une rétraction latérale du tendon patellaire. Cette incision a été pratiquée pour 35 fractures, soit 48.61% des cas.

2-3-3- Choix et mise en place du clou tibial :

Après avoir adapté le canal médullaire au diamètre de l'implant, et bien ancrer le guide-clou dans l'épiphyse tibiale distale, le choix de l'implant repose sur deux procédés :

- La longueur du clou est évaluée en mesurant la partie du guide-clou qui fait saillie en dehors de la tubérosité tibiale antérieure, qui sera par la suite, soustraite à celle du clou dans sa totalité.
- Comme elle peut être estimée radiologiquement par des clichés controlatéraux comparatifs en préopératoire. Une fois que le choix de l'implant est affermi, ce dernier est monté sur le cadran adapté, en s'assurant qu'il soit bien vissé. Par la suite, sous le contrôle attentif de la fluoroscopie, son introduction et sa progression se feront par des mouvements de rotation pour atteindre le foyer de fracture dont la réduction doit être bien maintenue par les effets conjugués de la pesanteur et de la traction vers le bas et bien fixée dans l'épiphyse distale afin d'éviter toute protrusion au niveau du tendon patellaire.

2-3-4- Clous utilisés dans les fractures de jambes :

Tableau n°48- Répartition des clous tibiaux posés selon leur taille et leur diamètre

Taille et diamètre des clous tibiaux posés en millimètre	Nombre total des clous tibiaux	Taux d'incidence en pourcentage
Clous de 36/11mm	10	13.88%
Clous 36/10mm	11	15.27%
Clous 34/9mm	32	44.44%
Clous 32/8 mm	2	2.77%
Total des clous tibiaux posés	72	100%

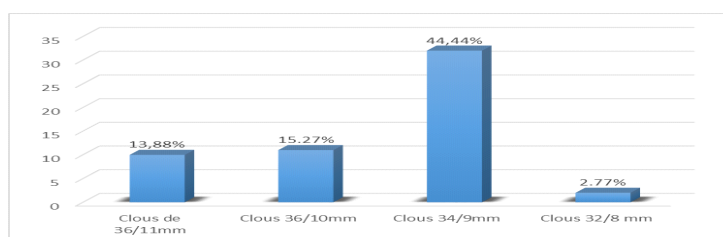


Figure n°51- Figure représentative du taux d'incidence des implants utilisés dans les fractures tibiales selon leur taille et leur diamètre

Le tableau ci-dessus précise le nombre de clous tibiaux utilisés selon la longueur du tibia ainsi que le diamètre du canal intra-médullaire.

2-3-5- Types de verrouillage :

Tableau n°49- Répartition des fractures de jambes enclouées selon le mode de verrouillage

Type de verrouillage	Type des fractures de jambes	Nombre total des fractures de jambes
Verrouillage en mode statique	62	72
Taux d'incidence en pourcentage	86,12%	100%
Verrouillage en mode dynamique	10	72
Taux d'incidence en pourcentage	13,88%	100%

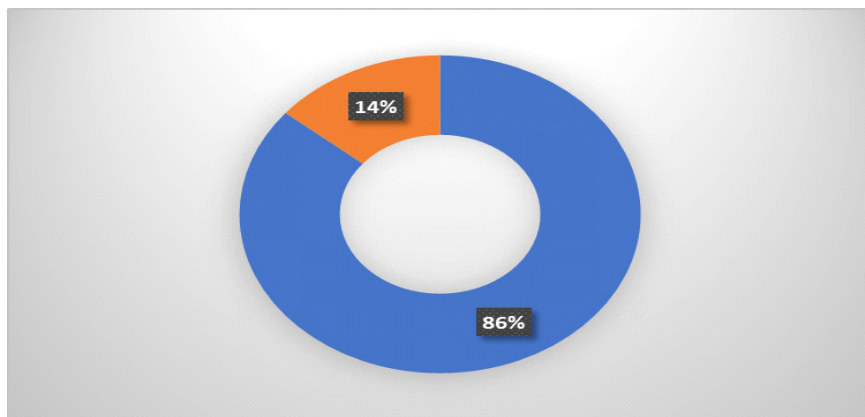


Figure n°52- Figure représentative du taux d'incidence du verrouillage en mode statique et dynamique

Le tableau ci-dessus répartit les patients opérés pour des fractures de jambes pour la plupart par un enclouage tibial centromédullaire alésé et verrouillé statique alors que ceux qui étaient victime d'une fracture isolée de la diaphyse tibiale sans atteinte de la fibula, ont été verrouillés de façon dynamique.

II-4- Complications de l'enclouage centromédullaire verrouillé de jambes :

A- Complications liée à la technique d'enclouage :

1- Complications per opératoire :

1-1- Complications liées à la voie d'abord :

1-1-1-Ouverture des foyers de fractures de jambes :

**Tableau n°56- Répartition des cas d'enclouage tibial alésé et verrouillé à foyer ouvert
(patients de la série n°2 de l'étude)**

Types anatomo-pathologiques des fractures de jambes	Abord des foyers de fractures	Nombre total des fractures de jambes
-Fractures tibiales bifocales	2	72
Taux d'incidence en pourcentage	2.77 %	100 %
-Fractures spiroïdes avec un refond postérieur	1	72
Taux d'incidence en pourcentage	1.38 %	100 %
-Pseudarthroses aseptiques armées sur plaques vissées	2	72
Taux d'incidence en pourcentage	2.77 %	100 %
-Fractures complexes tibiales avec 3 ^e fragment	2	72
Taux d'incidence en pourcentage	2.77 %	100 %
-Fracture tibiales diaphysaire sous plaques vissées	2	72
Taux d'incidence en pourcentage	2.77 %	100 %
-Fractures transversales de la diaphyse tibiale sous plâtre	2	72
Taux d'incidence en pourcentage	2.77 %	100 %
-Fractures sur osteome ostoïde	1	72
Taux d'incidence en pourcentage	1.38 %	100 %
Total en pourcentage	16.66 %	100 %

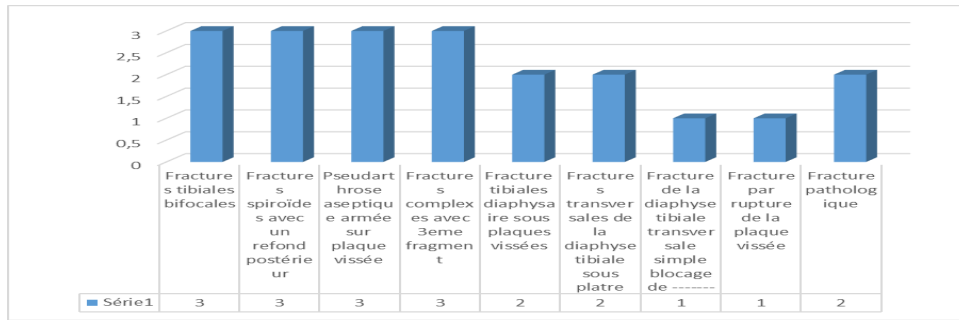


Figure n°60- Figure représentative des cas d'enclouage tibial alésé et verrouillé à foyer ouvert

Le tableau-ici montre qu'à 12 reprises (16.66 %) le foyer de fracture tibial a été abordé pour plusieurs raisons dans un but de rétablir une bonne réduction du segment osseux. La figure ci-dessus illustre les cas nécessitant une réduction sanglante.

1-2- Complications liées à l'alésage :

1-2-1- Effraction du foyer de fracture tibial et blocage du clou :

Tableau n°57- Répartition des cas d'effraction du foyer de fracture tibial (patients de la série n°2)

Effectif	Effraction du foyer des fractures tibial	Nombre total de clous tibiaux
Nombre de cas	2	72
Taux d'incidence en pourcentage	2.77 %	100 %

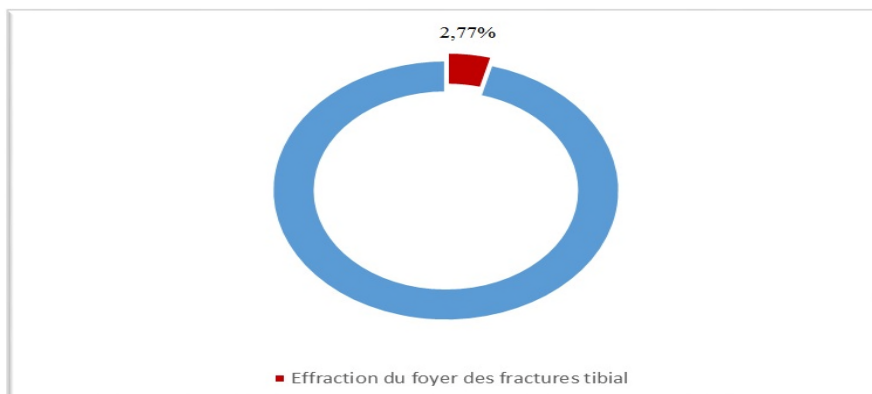


Figure n°61- Figure représentative du taux d'incidence des cas d'effraction du foyer de fracture tibial

Nous déplorons un seul cas d'effraction du foyer de fracture le plus souvent secondaire à un défaut de réduction pendant l'acte opératoire.

B-Complications post-opératoires observées chez les patients de la série n°2 de l'étude :

1- Complications précoces :

1-1- Syndrome des loges (syndrome compartimental) des fractures enclouées de jambes :

Tableau n°59- Syndrome des loges post-enclouage alésé et verrouillé des fractures de jambes

Effectif	Syndrome des loges post-opératoire	Nombre total de patients de la série n° 2
Nombre de cas	1	70
Taux d'incidence en pourcentage	1.38 %	100 %

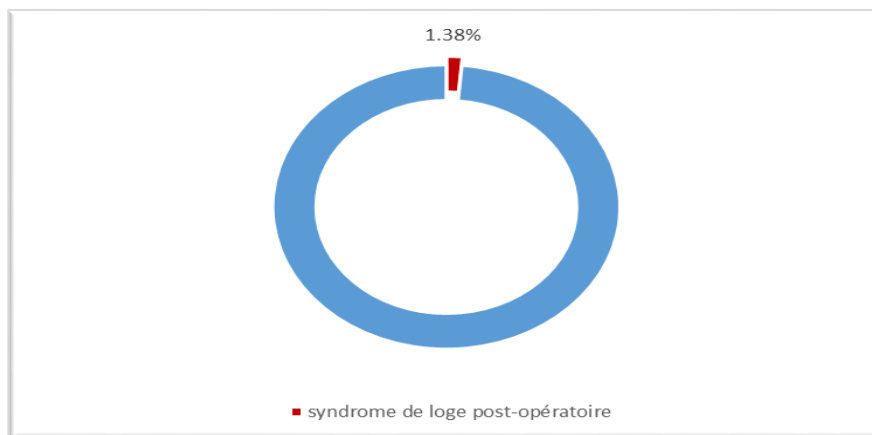


Figure n°63- Figure représentative du taux d'incidence du syndrome des loges post-enclouage alésé et verrouillé d'une fracture des deux os de la jambe

- Un syndrome des loges a été diagnostiqué chez un jeune malade âgé de 18 ans qui fut encloué de façon statique pour une fracture fermée de la diaphyse tibiale transversale simple siégeant au niveau du tiers moyen apparaissant quelques heures après l'intervention. Une aponevrotomie fut nécessaire, et l'évolution était favorable sans séquelles.

1-2- Atteinte du nerf sciatique poplité externe (SPE) :

Tableau n°60- Répartition des patients atteints d'une lésion du SPE post-enclouage verrouillé en statique de la jambe (patients de la série n°2 de l'étude)

Effectif	Atteinte du SPE	Nombre total de patients de la série n° 2
Nombre de cas	3	70
Taux d'incidence en pourcentage	4.28 %	100 %

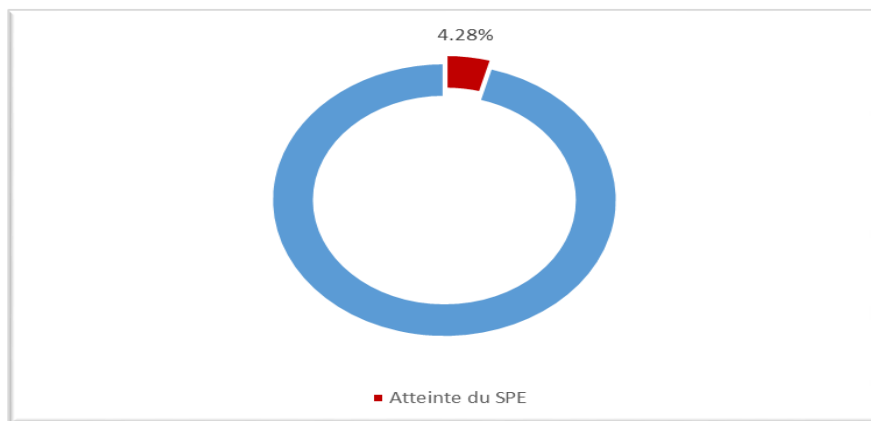


Figure n°64- Figure représentative du taux d'incidence des lésions nerveuses post-enclouage des fractures de jambes

Parmi ces complications une lésion du nerf fibulaire commun soit, une proportion statistique de 4.28 % des cas se manifestant par un déficit moteur de la loge postéro-externe de la jambe qui s'est traduit par une impossibilité d'exécution du mouvement d'extension de l'hallux.

Nous supposons que ces signes sont en rapport avec des incidents techniques qui se sont déroulés pendant l'intervention chirurgicale tel une rupture de la mèche qui s'est brisée dans l'orifice de verrouillage proximal du clou, dont l'extraction fut difficile.

1-3- Sepsis post-opératoire précoce :

Tableau n°61- Sepsis post-enclouage des fractures de jambes (patients de la série n°2)

Effectif	Sepsis post opératoire	Nombre total de patients de la série n°2
Nombre de cas	3	70
Taux d'incidence en pourcentage	4.28 %	100 %

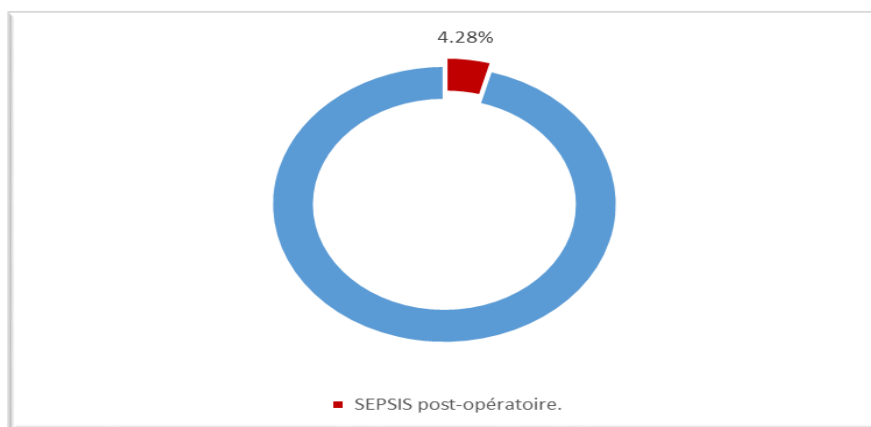


Figure n°65- Figure représentative du taux d'incidence du sepsis post-opératoire.

Nous comptons aussi une autre complication post-opératoire telle que le sepsis aigu du site opératoire qui s'est manifesté au 20^e jour après un enclouage tibial de première intention. La proportion statistique des malades est de 4.28 %.

2- Complications post-opératoires tardives :

2-1-Retards de la consolidation des fractures de jambes enclouées et verrouillé en statique :

Tableau n°63- Répartition des patients de la série n°2 avec des retards de consolidation des fractures de jambes enclouées

Effectif	Patients présentant un retard de consolidation osseuse	Nombre total de patients de la série n°2
Nombre de cas	6	70
Taux d'incidence en pourcentage	8.57 %	100 %

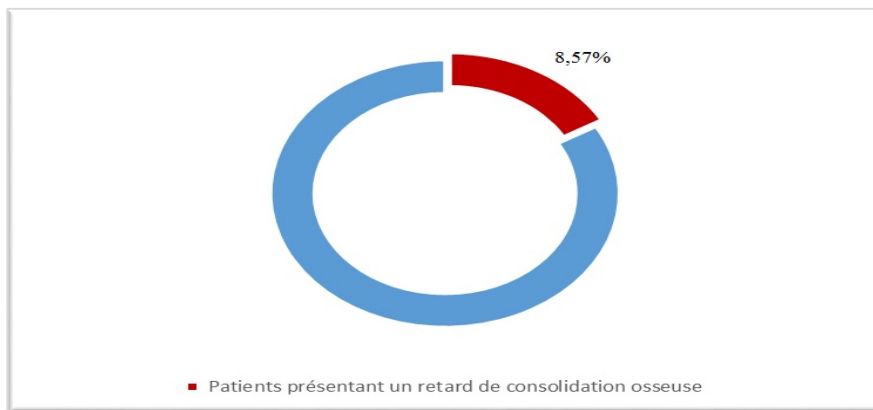


Figure n°67- Figure représentative du taux d'incidence des retards de consolidation des foyers de fractures tibiales

Dans ce tableau on retrouve les patients chez qui un retard du processus de la consolidation représentant une proportion statistique de 8.57 % des cas sur l'ensemble des patients encloués pour des fractures tibiales.

Ils ont évolué favorablement 8 semaines après avoir procédé à une dynamisation des clous à la 16^e semaine post-enclouage, et à une autorisation d'appuyer complètement sur le membre.

2-2- Pseudarthrose septique des fractures de jambes enclouées :

Tableau n°64- Répartition des patients de la série n°2 atteints de pseudarthrose septique

Effectif	Nombre de cas de pseudarthrose septique post-enclouage	Nombre total de patients de la série n°2
Nombre de cas	2	70
Taux d'incidence en pourcentage	2.85 %	100 %

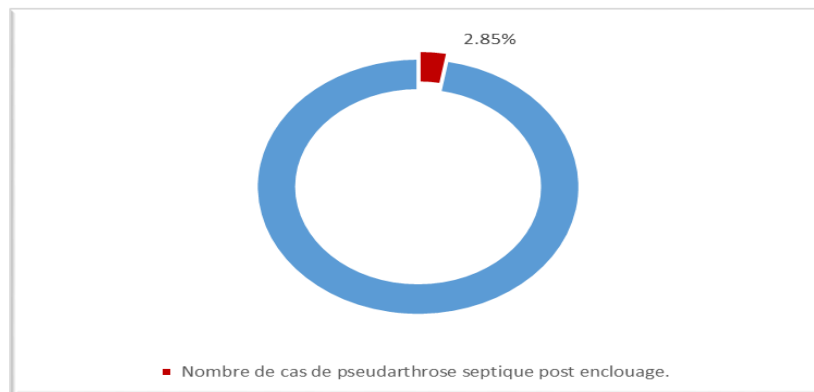


Figure n°68- Figure représentative du taux d'incidence de la pseudarthrose septique post- enclouage de la jambe

Nous constatons à partir de ce tableau que le sepsis post-opératoire décrit plus haut a provoqué un arrêt du processus de consolidation aboutissant à une pseudarthrose tibiale septique chez 2 patients, soit 2.85 % des cas. Comme nous l'avons signalé plus haut, ces deux patients ont été réopérés bénéficiant d'une ostéosynthèse par un fixateur externe. L'évolution clinique fut favorable pour le premier cas, en raison de l'obtention d'une consolidation osseuse après 6 mois de l'enclouage de première intention. En revanche, nous avons posé pour le second patient l'indication de la technique séquentielle de Masquelet ^[279, 280] car le foyer de pseudarthrose septique a persisté au-delà du 12^e mois de l'enclouage de première intention.

Malheureusement, comme signalé plus haut, après plusieurs interventions chirurgicales, nous avons déploré un échec aussi bien infectieux que mécanique au bout de 18 mois, marqués par une absence totale de la consolidation du foyer de fracture infecté. Cette faillite nous a conduits à prendre la lourde décision d'amputer la jambe après avoir été contraint de répondre concrètement aux doléances du patient.

2-3- Déplacements secondaires après fracture des implants tibiaux (clous et vis distaux):

Tableau n° 62- Déplacements secondaires après fracture des implants tibiaux

Effectif	Nombre de fracture tibiales déplacées après enclouage verrouillé	Nombre total de patients de la série n°2
Nombre de cas	1	70
Taux d'incidence en pourcentage	1.38 %	100 %

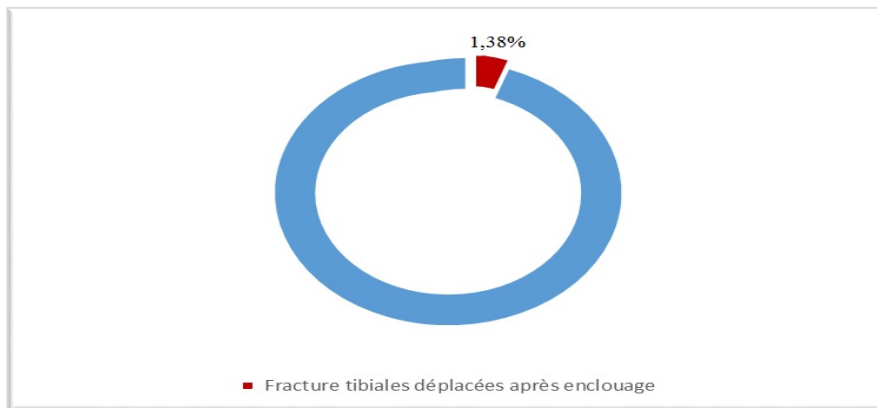


Figure n°69 - Figure représentative du taux d'incidence des déplacements secondaires après fracture des implants tibiaux

Le tableau ci-dessus étale les cas de patients qui ont présenté des déplacements secondaires du foyer de fracture en valgus après une rupture des implants tibiaux posés, soit par des fractures des vis du verrouillage distal ou carrément du clou à sa partie distale, et ce après avoir autorisé un appui total. La répartition statistique des malades victimes de fractures des implants tibiaux est de 1.38 % des cas. Nous avons constaté que ce déplacement du tibia et de la fibula était en valgus dans le plan frontal, et en flession dans le plan sagittal malgré la fixation de la fibula par une plaque vissée.

2-4- Cals vicieux post-enclouage des fractures de jambes :

Tableau n°65- Répartition des patients de la série n°2 atteints de cals vicieux post-enclouage des fractures de jambes

Effectif	Cals vicieux tibiaux post-opératoire	Nombre total de patients de la série n°2
Nombre de cas	3	70
Taux d'incidence en pourcentage	4.16 %	100 %

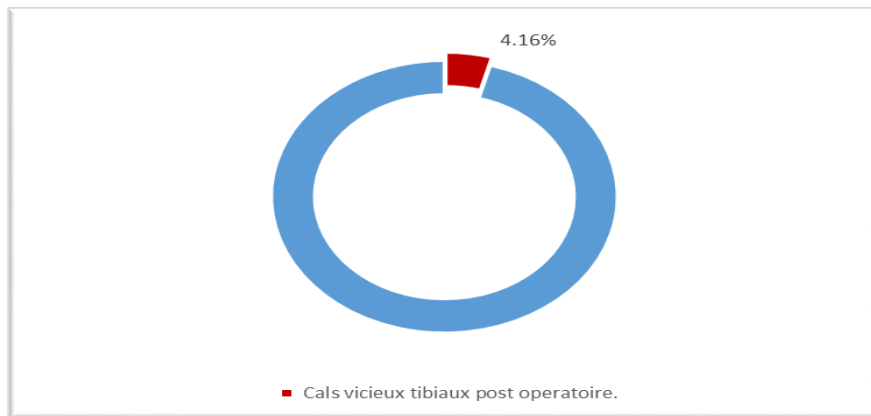


Figure n°69 bis - Figure représentative du taux d'incidence des cals vicieux post - enclouage des fractures de jambes

Nous avons relevé 3 cas de cals vicieux représentant ainsi une proportion de 4.16% des cas. Ces troubles rotatoires post-enclouage se localisaient uniquement au niveau du tiers ou du quart inférieur de la jambe. Tous ces troubles rotationnels étaient en dessous de 10°, par conséquent, ils n'ont occasionné aucune gêne sur la locomotion mis à part le cas de raccourcissement du membre qui a été compensé par une talonnette.

2-5- Douleurs du genou post-enclouage des fractures de jambes :

Tableau n°66- Répartition des patients de la série n°2 souffrants de douleurs du genou post-enclouage

Effectif	Douleurs de genou post-enclouage	Nombre total de patients de la série n°2
Nombre de cas	12	70
Taux d'incidence en pourcentage	12.85 %	100 %

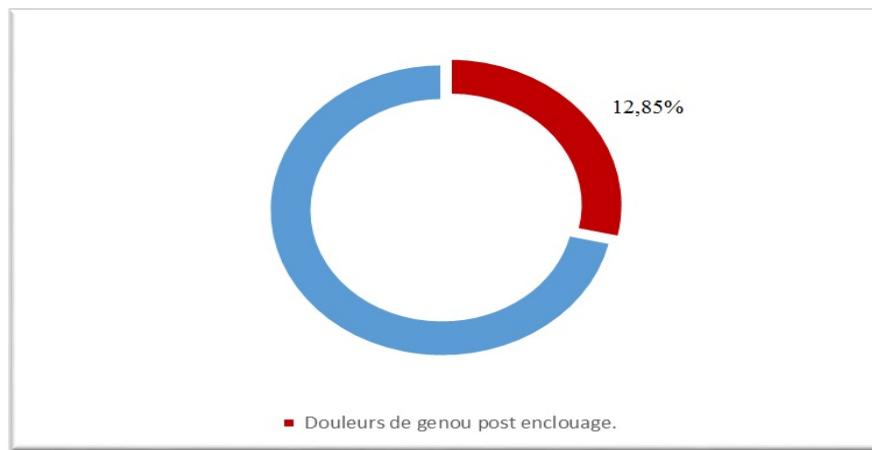


Figure n°70- Figure représentative du taux d'incidence des douleurs du genou post-enclouage verrouillé de jambes

La proportion statistique des patients souffrant de douleurs antérieures du genou post-enclouage de la jambe est de l'ordre de 12.85 %. Si nous n'avons pas d'explication pour ces douleurs, toutefois, il faut reconnaître que nous avons observé pour certains patients une remonté de quelques clous initialement dynamisés et ou dont les vis distales ont été fracturées ou déviées en dehors des orifices de verrouillage distaux.

2-6- Algodystrophie ou syndrome douloureux régional complexe (SDRC) :

Tableau n°67- Répartition des patients de la série n°2 souffrants d'algodystrophie

Effectif	Nombre total des fractures distales	Nombre total des cas d'algodystrophie	Nombre total de cas de fractures de jambes enclouées
Nombre de cas	33	5	72

Taux d'incidence en pourcentage	45.83 %	6.94 %	100 %
---------------------------------	---------	--------	-------

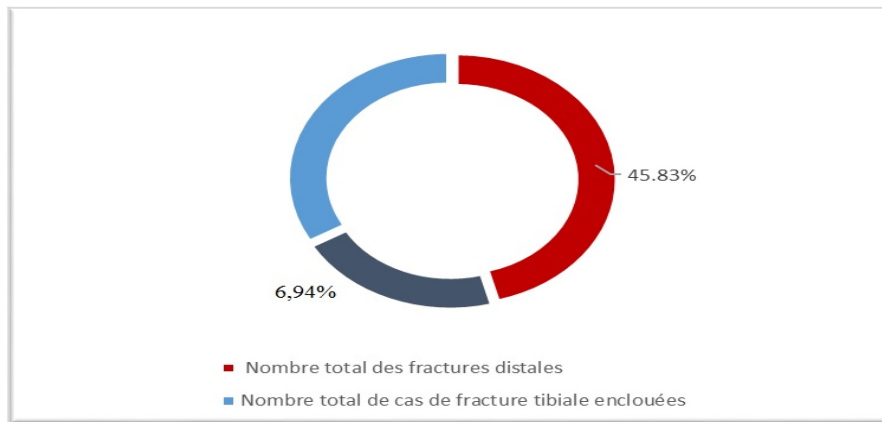


Figure n°71- Figure représentative du taux d'incidence du syndrome d'algodystrophie post- enclouage verrouillé de la jambe

Enfin, nous terminons ce chapitre pour mettre en relief les signes cliniques et radiologiques du syndrome algodystrophie post-opératoire qui se sont manifestés à la 8^e semaine post-enclouage des fractures distales de jambes chez 5 malades, représentant une proportion statistique de 6.94 % des cas. L'évolution fut favorable vers la 16^e semaine après avoir autorisé un appui total.

III
DISCUSSION

III- Discussion :

Dans ce chapitre nous examinerons séparément les données cliniques et radiologiques d'une part, et d'autre part, les complications survenues pour chaque série de patients en tentons de les comparer à la littérature. Notre objectif est d'aboutir à des conclusions qui permettront de faire la concordance entre l'objectif thérapeutique recherché et l'originalité de la technique chirurgicale indiquée.

A- Données épidémiologiques :

1- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon le sexe :

Tableau n°1- Taux d'incidence des patients souffrants de fractures des os longs du membre inférieur selon le sexe (patients des 2 séries de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Hommes	Femmes
Alhot [291]	USA	1991	55 %	45 %
Cambuzat [297]	France	1994	70 %	30%
Court-Brown [294]	USA	1998	90 %	10 %
Tesson [22]	France	2004	55 %	45 %
Botchu [292]	India	2006	87 %	13 %
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	80.9 %	19.1 %
Chen-Yu [293]	Taiwan	2011	75 %	25 %
Shamsudden [289]	Nigeria	2017	86.4 %	13.6 %
Sahi [298]	Algérie	2017	63 %	37 %
Hajar [290]	Maroc	2019	90 %	10 %
Notre étude	Algérie	2021	81 %	19 %

Nous constatons que les patients du premier groupe de notre étude sont principalement des hommes avec un rapport de 3 hommes pour une femme. Cette observation corrobore les différentes données de la littérature mentionnées dans le tableau ci-dessus [291,297,22,294, 292,285,293,289,298,290].

2- Répartition des patients de la première série de l'étude selon la moyenne d'âge :

Tableau n°2- Moyenne d'âge des patients souffrants de fractures de la diaphyse fémorale (patients de la série n°1 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Moyenne d'âge	Nombre de malades étudiés
Borel [282]	USA	1993	29	68
Bonnevial [283]	USA	1993	31.4	39
Cambuzat [297]	France	1994	27.2	60
Tesson [22]	France	2004	48.6	169
Bashir [284]	Pakistan	2007	27	30
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	31.86	204
Enninghorst[286]	USA	2013	40	100
El Moumni [287]	Pays -Bas	2016	39	139
Abraham [288]	Philippine	2017	35.8	79
Shamsudden [289]	Nigeria	2017	29.5	92
Hajar [290]	Maroc	2019	30	33
Notre étude	Algérie	2021	42.7	37

Les études ci-dessus mentionnées [282,283,22,297,284,285,286,287,288,289,290] dont la nôtre, nous conduisent à conclure que les fractures de la diaphyse fémorale touchent particulièrement une population jeune plus vulnérable aux différents traumatismes physiques auxquels ils font face, qu'ils soient de basse ou de haute énergie (traumatisme minime ou violent).

3- Répartition des patients de la seconde série de l'étude selon la moyenne d'âge :

Tableau n°3- Moyenne d'âge des patients souffrants de fractures de jambes (patients de la série n°2 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Moyenne d'âge	Nombre de malades étudiés
Girard [408]	France	2003	38.2	106
Tesson [22]	France	2004	40	228
Lafforgue [409]	France	2005	39.1	100
Mainard [410]	France	2005	42	102
Dubrana [203]	France	2007	31	104
Manon[411]	Belgique	2018	39	171
Notre étude	Algérie	2021	31.6	70

Autant pour les fractures de la diaphyse fémorales que pour les fractures de jambes, ce sont les sujets jeunes qui en sont le plus victimes car comme mentionné ci-dessus, c'est la frange de la société qui est la plus exposées aux accidents de la route. La littérature médicale consultée [408,22,409,410,203,411] a démontré un taux d'incidence moyen de patients âgés de 38.2 ans alors que dans notre série nos malades étaient encore plus jeunes avec un taux d'incidence de 31.6 ans.

4- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon le côté du membre atteint :

Tableau n°4- Taux d'incidence des fractures des os longs du membre inférieur selon le côté du membre atteint (patients des 2 séries de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Côté atteint		
			Droit	Gauche	bilateral
Borel [282]	USA	1993	36.76 %	63.24 %	-
Cambuzat [297]	France	1994	50 %	31.66 %	18.33 %
Tesson [22]	France	2004	43.79 %	56.21 %	15.55 %
Bashir [284]	Pakistan	2007	50%	50 %	-
Traoré [296]	Mali	2014	45.46 %	54.54 %	-
Sahi [298]	Algérie	2016	47 %	52 %	1 %
Shamsudden [289]	Nigeria	2017	61 %	39 %	-
Hajar [290]	Maroc	2019	49 %	51 %	-
Notre etude	Algérie	2021	40 %	54,54 %	2.7 %

A regarder de près la littérature médicale, nous observons que le fémur gauche et la jambe gauche sont régulièrement les plus atteints à l'occasion des différents traumatismes étudiés [282,297,22,284,296,298,289,290]. En revanche, l'étude réalisée en 2017 par Shamsudden [289] a pu démontrer le contraire, puisque cet auteur considère que ce sont les fractures des os longs du membre inférieur droit qui prédominent le plus souvent. Bien que nous n'ayant pas d'explication définitive au caractère contradictoire de ces résultats, nous formulons cependant l'hypothèse que dans le cas des accidents de la route, le sens dans lequel évolue le véhicule pourrait jouer un rôle prédestinant dans la localisation des traumatismes des membres inférieurs. Par contre une collision avec un engin ou une personne sur la voie publique ne produisant pas forcément les mêmes traumatismes.

5- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon les circonstances de survenue (mécanisme lésionnel) :

Tableau n°5- Répartition des patients des deux groupes selon le mécanisme lésionnel

Etudes	Origine	Année de publication	Étiologies			
			AVP	AC	AD	AS+AT
Alhot [291]	USA	1991	66.6%	-	-	-
Borel [282]	USA	1993	85.3%	-	-	-
Cambuzat [297]	France	1994	83 %	63 %	6.66 %	8.33 %
Al Mohredj [303]	Arabie Saoudite	2001	70 %	-	-	-
Kara [83]	Algérie	2004	82 %	-	-	-
Mcharo [302]	Tanzanie	2005	72.8%	-	-	-
Dieu- Donnée [285]	Rwanda	2008	66,7%	22.5 %	9.3 %	-
Razzouki [300]	Maroc	2011	82.3%	-	-	-
Sahi [298]	Algérie	2016	75.3%	-	13.8 %	10.9%
Madani [88]	Algérie	2019	96 %	-	-	-
Hajar [290]	Maroc	2019	97 %	-	3 %	-
Notre étude	Algérie	2021	66 %	20 %	11 %	3 %

Les cas étudiés dans notre échantillon ont clairement établi que ces patients souffrant de fractures d'origine traumatique du fémur et de la jambe étaient le plus souvent des piétons victimes d'accidents sur la voie publique. On voit à présent que ces résultats corroborent ceux des nombreuses recherches antérieures [291,282,297,303,83,302,285,300,298,88,290] à la nôtre qui confirment toutes que les accidents survenus sur les routes surviennent principalement entre des machines roulantes (voitures, motos, vélos) et des personnes fixes ou mobiles. Et cela semble t-il est dû à plusieurs raisons telles que l'état vétuste de la chaussée ou de l'état général au moment de l'accident [370]. Par la suite, surviennent d'autres causes de fractures des os longs du membre inférieur tels que les accidents sportifs ou de travail.

6- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon leurs antécédents pathologiques :

Tableau n°6- Répartition des patients des deux groupes de l'étude selon la présence de facteurs de comorbidité

Études	Origine	Année de publication	Taux d'incidence selon les pathologies associées
Kempf [338]	France	2000	85 %
Forthome [370]	Belgique	2009	73 %
Bojan [371]	USA	2010	73.7 %
Medjani [89]	Algérie	2013	63 %
Notre étude	Algérie	2021	57.12 %

Les proportions statistiques des études citées plus haut^[338,370,371,89] sont relativement élevées. Elles concernent les antécédents pathologiques des patients opérés pour les fractures des os longs du membre inférieur regroupant les fractures des diaphyses fémorales et tibiales. Ces pathologies pré existantes constituent par ailleurs, un risque accru de morbidité particulièrement pour les patients polytraumatisés dont le pronostic de vie reste réservé. L'existence de facteurs de comorbidité permet d'ailleurs aux médecins-anesthésistes et aux chirurgiens de classer ces malades selon la classification ASA^[258] et d'évaluer par la suite, les risques encourus à l'encontre de l'anesthésie et ceux relatifs aux complications pendant et après l'intervention pouvant mettre en péril la vie du patient^[267].

7- Répartition des patients des deux séries de l'étude selon les lésions associées aux fractures des os longs des membres inférieurs (polytraumatisés) :

Tableau n°7- Taux d'incidence des polytraumatisés des deux séries de l'étude (polytraumatisés)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des polytraumatisés
Alho [291]	USA	1991	30 %
Cambuzat [297]	France	1994	18 %

Tesson [22]	France	2004	18.6 %
Shamsudden [289]	Nigéria	2007	6.8 %
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	14.7 %
Razzouki [300]	Maroc	2001	20 %
Hajar [290]	Maroc	2019	12 %
Notre étude	Algérie	2021	16.05%

En comparant les statistiques des polytraumatisés de notre échantillonnage avec un certain nombre de données recueillies dans d'autres recherches ^[291,297,22,289,285,300,290] nous constatons une variabilité manifeste. Cependant, les résultats de notre étude se rapprochent sensiblement des études suscitées ^[291] ($p=0.19$). En revanche, l'étude américaine montre que le taux d'incidence des lésions associées aux fractures des os longs du membre inférieur est nettement plus important que celui signalé par exemple dans l'étude réalisée au Nigeria ^[289] ($p<0.05$). En partant de cette observation, nous pouvons présumer que ces données sont en lien avec les nombreux traumatismes physiques qui ont tendance à augmenter avec les accidents de la route. A titre de comparaison et en se fondant sur les publications de l'OMS en 2019 ^[379], on peut lire que le taux de mortalité dû aux accidents de la route aux USA est de 26.6 décès par 100.000 habitants en raison du nombre important d'habitants ainsi que du vaste réseau routier américain.

B- Données anatomo-radiologiques des patients du premier groupe de l'étude :

1- Étude anatomopathologique des fractures de la diaphyse fémorale selon la classification de l'AO ^[192,193]:

1-1- Classification en fonction du siège des fractures de la diaphyse fémorale :

Tableau n°8- incidence en fonction du siège des fractures de la diaphyse fémorale (patients de la série n°1 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du siège du trait de fracture de la diaphyse femorale		
			1/3 supérieur	1/3 moyen	1/3 inférieur
Groh [305]	USA	1991	27.2 %	42.8 %	30 %
Cambuzat [297]	France	1994	41.66 %	55 %	3.33 %
Al Mohridj [303]	Arabie Saoudite	2001	30 %	65 %	5 %
Botchu [292]	Inde	2006	12 %	83 %	5 %
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	14 %	26 %	30 %
El Moumni [392]	Pays-Bas	2012	40.06 %	52.94 %	8 %
Hajar [290]	Maroc	2019	12 %	58 %	30 %
Notre étude	Algérie	2021	24.3 %	64.86 %	10.8 %

Nous avons déjà pu établir tout au long de nos investigations que le 1/3 moyen de la diaphyse fémorale représente le siège le plus fréquent. Ces résultats corroborent ceux de la littérature [305,297,303,292,285,384,290] qui précisent que la diaphyse fémorale présente des particularités anatomiques conférant à sa partie moyenne une résistance en flexion et en torsion mais, à l'inverse, une grande faiblesse par écrasement. C'est le cas lors d'un choc direct par écrasement survenant à la partie médio-diaphysaire du fémur lors des accidents de la route dont les jeunes sont le plus souvent les grandes victimes.

1-2- Classification en fonction de l'aspect du trait des fractures au niveau de la diaphyse fémorale :

Tableau n°9- Incidence en fonction de l'aspect du trait des fractures fémorales (patients de la série n°1 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Fractures transversales	Fractures spiroïdes	Fractures obliques longues
Tesson [22]	France	2004	46.74 %	24.26 %	6.5 %

Dieu-Donnée [285]	Rwanda	2008	69.6 %	6.85 %	6.85 %
Mcharo [302]	Tanzani	2005	92.2 %	4 %	3.8 %
Talibi [301]	Maroc	2017	25 %	25%	50 %
Notre étude	Algérie	2021	32.40 %	21.62 %	16.21 %

Notons que l'incidence des fractures transversales de la diaphyse fémorale est la plus importante dans notre série ainsi que dans la plupart des autres études publiées de la littérature [22,285,302]. La raison en est que ces fractures surviennent après un choc direct violent sur les membres lors des accidents sur la voie publique. En revanche, l'étude [301] réalisée au Maroc en 2017 a montré que les fractures obliques longues étaient les plus fréquentes, car les patients opérés étaient victimes essentiellement de chocs indirects provoqués par des chutes sportives chez les jeunes ou même domestiques chez les personnes âgées.

1-3- Classification en fonction du type anatomopathologique des fractures fémorales

selon la classification de l'AO [192,193]:

Tableau n°10- Incidence en fonction du types anatomopathologiques des fractures fémorales (patients de la série n°1 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Fractures simples	Fractures complexes de la diaphyse fémorale	Fractures comminutives de la diaphyse fémorale
				(Fractures fémorale avec 3 ^e fragment en aile de papillon)	
Cambuzat [297]	France	1994	59.56 %	15 %	23.33 %
Tesson [22]	France	2004	77.5 %	20.11 %	2.6 %
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	78.8 %	15 %	4 %
Sahi [298]	Algérie	2017	44 %	12 %	20 %
Koné [299]	Mali	2008	78.8 %	13 %	0 %
Talibi [301]	Maroc	2017	80 %	20 %	0 %
Hajer [290]	Maroc	2019	60 %	13 %	27 %

Notre etude	Algérie	2021	78.28 %	16.21 %	0 %
--------------------	---------	------	---------	---------	-----

Les résultats obtenus montrent bien que, selon la classification de l'AO Muller [192,193], la proportion des fractures simples de la diaphyse fémorale est plus importante que celle des fractures complexes telle que mentionnée dans la littérature correspondante [297,22,285,298,299,301,290]. Dans notre échantillon, les fractures complexes fémorales opérées sont représentées particulièrement par les fractures détachant un 3^e fragment dont le taux d'incidence ressemble à ceux des séries étrangères. Par contre, nos patients ne souffraient pas de fractures comminutives au moment de leur admission, et leur fréquence semblait être faible selon certaines études [22,285] ou quasiment nulle [299,301].

2- Répartition des patients polytraumatisés de la première série de l'étude atteints de fractures étagées du membre inférieur :

Tableau n°11- Taux d'incidence des polytraumatisés de la première série de l'étude

Études	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des fractures fémorales associées à des lésions osseuses (polytraumatisés)		
			Fractures bilatérales de la diaphyse fémorale	Genoux flottants (fracture diaphysaire fémorale + fracture diaphysaire tibiale)	Fractures de la diaphyse fémorale + fracture du col fémoral
O'Brien [304]	USA	1991	18 %	25 %	-
Groh [305]	USA	1992	-	-	27.2 %
Cambuzat [297]	France	1994	18.33 %	16.66 %	25 %
El Mohridj [303]	Arabie Saoudite	2001	-	-	30 %
Tesson [22]	France	2004	4.14 %	1.2	-
Tornetta [306]	USA	2007	-	-	40 %
Dieu-Donné [285]	Mali	2008	-	6.2	29.9 %

Razzouki [300]	Maroc	2011	-	0	20 %
Talibi [301]	Maroc	2017	10 %	0	-
Shamsudden [289]	Nigéria	2017	-	3.4 %	-
Notre étude	Algérie	2021	2.7 %	5.4 %	13.51 %

Les auteurs cités dans ce tableau ^[304,305,297] ont bien montré que plus le traumatisme était violent plus existait la possibilité de voir la survenue d'autres fractures associées aux fractures de la diaphyse fémorale. Ce qui explique semble-t-il, les différences que nos résultats peuvent suggérer avec ceux de la littérature ^[303,22,306,285,300,301,289] correspondant à l'étude de ces différents traumatismes.

3- Répartition des patients de la première série de l'étude encloués pour une pseudarthrose de la diaphyse fémorale armée sur des plaques vissées :

Tableau n°12- Taux d'incidence de la pseudarthrose fémorale sur plaque vissée (patients de la série n°1°)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence de de la pseudarthrose fémorale sur plaque vissée
Saragagalie [367]	France	1980	5.5 %
Johnson [317]	USA	1986	21.7 %
Braun [332]	Allemagne	1991	15.7 %
Wu [327]	Chine	1993	22.2 %
Mac Laren [326]	USA	1999	10.5 %
Pessutti [328]	France	2004	3 %
Notre étude	Algérie	2021	10.81 %

Observons de près ces différentes proportions statistiques concernant la pseudarthrose (PSD) diaphysaire fémorale aseptique et armée sur plaque vissée. Il a été constaté dans notre étude que le nombre de patients qui ont développé une PSD aseptique concordait avec certaines études telles que celles qui ont été réalisées en 1991 en Allemagne et en 1999 aux USA ^[332,326]. En revanche, on voit que ce taux est nettement supérieur selon l'étude chinoise ^[327], et plutôt bas selon les études françaises ^[367,328]. Bien qu'il n'existe pas d'étiologies

spécifiques, nous rappelons ici certains éléments responsables en outre de la survenue des PSD aseptiques, comme le siège diaphysaire, la complexité des fractures, l'âge des patients et la nature du mécanisme de survenue. Dans une autre étude marocaine réalisée en 2020 par Sidibé [380], il a été constaté que des patients de sexe masculin âgés de moins de 60 ans victimes d'accidents à haute énergie, avaient développé des pseudarthroses fémorales aseptiques dont le taux d'incidence est pratiquement identique au nôtre.

4- Fractures fémorales d'origine tumorale ou fractures fémorales sur métastases osseuses recensées chez les patients de la première série de l'étude :

Les métastases osseuses sont la première cause des fractures pathologiques et le 3^e site des localisations secondaires des tumeurs primitives [361]. D'après les recherches de Mustaki publiées en 2019 [356], les femmes âgées de plus de 50 ans sont les plus touchées, en raison de la forte incidence des cancers gynécologiques en particulier celui du sein [363]. La mise en œuvre d'un traitement qu'il soit à titre curatif ou prophylactique nécessite le concours d'une équipe pluridisciplinaire (RCP) ayant pour objectif d'apporter au malade un état de bien être physique et de permettre d'accroître son espérance de vie [357,362]. La symptomatologie clinique se traduit par des fractures pathologiques [13]. Les examens complémentaires permettent de confirmer le diagnostic. Toutefois, en plus des images radiologiques standards, le recours à la scintigraphie osseuse est systématique, voire d'un scanner et même d'une IRM pour asseoir le diagnostic d'une tumeur osseuse qui peut être soit primitive ou secondaire [47]. Quant à la biopsie chirurgicale à ciel ouvert, Confavreux [358] a indiqué en 2021 que son caractère précieux permet de reconnaître la nature pathologique et étiologique des tumeurs osseuses dans le cas d'une fracture pathologique suspecte [369]. En revanche, son indication devient facultative dans le cas d'une maladie métastatique ou de localisations osseuses connues [369,408]. La majorité des auteurs tels que Moon en 2014 [407] se sont posés la question de savoir faut-il prévenir une fracture pathologique en fixant systématiquement le segment opposé ou seulement le coté atteint par les métastases osseuses et donc de traiter seulement la fracture pathologique ? Les études consultées [364,365] ont montré que le recours systématique à l'enclouage fémoral dépend particulièrement des scores de Mirels [48] et de Tokuhashi [368].

Enfin, Kara et Harrar [361] ont indiqué en 2021 lors d'un symposium sur la prévention des complications thromboemboliques après ostéosynthèse des fractures pathologiques notamment tumorales constitue une priorité majeure pour parfaire les conditions optimales en post-opératoire. D'ailleurs, les recommandations internationales de la SFAR en 2018 [236].

préconisent systématiquement le recours à l'héparine à bas poids moléculaire (HBPM) ainsi que l'antibiothérapie prophylactique pour prévenir également les infections.

4-1- Répartition des patients atteints de fractures fémorales pathologiques d'origine métastatique selon le sexe :

Tableau n°13- Taux d'incidence des patients de la série n°1 de l'étude atteints de fractures fémorales pathologiques selon le sexe

Auteurs	Origine	Année de publication	Nombre de patients	Incidence chez les hommes	Incidence chez les femmes
Gimenez [15,252]	France	1992	7	57.14 %	42.86 %
Lin [357]	États-Unis	1998	12	40 %	60 %
Obert [13]	France	2005	24	33.33 %	66.66 %
Djeddi [364]	Maroc	2016	25	48 %	52 %
Boussaidane [365]	Maroc	2020	38	57 %	43 %
Notre étude	Algérie	2021	3	33.33 %	66.66 %

Dans notre étude le taux d'incidence des fractures fémorales d'origine tumorale est plus important chez les femmes que chez les hommes dont l'incidence dépasse les 65 % des cas. Cette proportion observée auprès de nos malades a été rapportée dans certaines série internationales consultées [15,252,13,357,361,364,358].

4-2- Répartition des patients souffrants de fractures fémorales pathologiques d'origine métastatique selon l'âge :

Tableau n°14- Répartition des patients de la série n°1 de l'étude atteints de fractures fémorales métastatiques selon l'âge

Etudes	Origine	Année de publications	Nombre de patients	Moyenne d'âge par année
Gimenez [252]	France	1992	7	64

Obert [361]	France	2005	24	71
Jiddi [364]	Maroc	2016	25	57
Mustaki [356]	Suisse	2019	28	52
Meares [362]	Royaume-Unis	2019	19	67
Siegel [363]	Royaume-Unis	2019	-	69
Boussaidane [365]	Maroc	2020	38	62
Notre étude	Algérie	2021	3	68.33

Les tumeurs osseuses d'origine métastatique représentent la première cause des fractures pathologiques chez l'adulte âgé. D'ailleurs, la majorité des auteurs étudiés [15,252,361,364,356,362,363,365] s'accordent sur le fait que l'âge de prédilection dans la survenue des fractures des os longs du membre inférieur d'origine métastatiques est supérieur à 55 ans, corroborant ainsi les résultats de notre étude.

4-3- Répartition des patients selon le siège des localisations osseuses secondaires :

Tableaux n°15- Taux d'incidence selon le siège des localisations osseuses secondaires (métastases)

Études	Origine	Année de publication	Tumeurs primitives	Siège des localisations secondaires		
				Bassin	Membre inférieur	Localisations
Lin [357]	USA	2007	Rein- Poumon	20 %	75 %	Massif trochanterien
Dabak [369]	Turkish	2012	Prostate	18.70 %	50.3 %	Diaphyse fémorale
Moon [349]	USA	2014	Col uterin	20 %	60 %	Col du fémur
Mustaki [356]	Suisse	2019	Sein	15 %	60 %	Diaphyse fémorale

Notre étude	Algérie	2021	Sein- prostate	-	100 %	Région trochantero-diaphysaire
--------------------	---------	------	----------------	---	-------	--------------------------------

Toutes ces études ^[357,369,349,356] démontrent que le taux d'incidence des fractures métastatiques fémorales se situe entre 15 et 75 % des cas. Cette localisation particulière s'explique par le fait que cette région soit richement vascularisée ^[358]. Dans notre série, ces fractures ont été fixées et stabilisées par des clous fémoraux que nous avons verrouillés de façon statique. Quant à l'alésage, nous avons préféré le pratiquer manuellement pour empêcher une probable dissémination.

5- Répartition des patients de la première série de l'étude atteints de fractures bifocales du fémur (fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures du col du fémur) :

Tableau n°16- Taux d'incidence des fractures bifocales du fémur des patients de la série n°1 de l'étude

Etudes	Origine	Année de publication	Temps d'incidence
Groh [305]	USA	1992	27.2 %
Cambuzat [297]	France	1994	41.66 %
El Mohridj [303]	Arabie Saoudite	2001	30 %
Tornetta [306]	USA	2007	40 %
Dieu Donné [285]	Rwanda	2008	29.9 %
Sahi [298]	Algérie	2017	24 %
Talibi [301]	Maroc	2017	20 %
Hajer [290]	Maroc	2019	12%
Notre étude	Algérie	2021	13.5 %

On se souvient avoir recensé parmi les patients du premier groupe un taux d'incidence de 13.51 % de cas de fractures bifocales du fémur (fractures de la diaphyse fémorale associées

à des fractures cervico-trochantériennes). Notre résultat correspond à certaines études citées dans ce tableau [301,290], alors même que cette proportion est nettement plus importante dans les autres séries [305,297,303,306,285,298]. C'est sans doute pour cette raison que Cambuzat [297] dans son étude réalisée en 1994 avait tenu à rappeler que Kumpf [364] recommandait de procéder avant tout enclouage fémoral, à la prise de clichés radiographiques de la hanche de face et en rotation médiale. La raison invoquée est qu'il était à craindre que le trait de fracture cervical soit très fin risquant d'être masqué par une rotation latérale du membre atteint.

En revanche, Il semble exister selon l'étude de Medjani [88] réalisée en 2016 une corrélation étroite entre la survenue des fractures de la diaphyse fémorale associées aux fractures du col, avec l'âge avancé de certains patients ostéoporotiques [260]. Nous avons préféré poser l'indication d'une ostéosynthèse par un clou gamma long au lieu d'un enclouage centromédullaire associé à un vissage cervico-céphalique.

A- Données thérapeutiques des patients de la première série de l'étude :

1-Bilan d'opérabilité :

On se souvient que durant notre recherche, nous avons reparti les patients des deux groupes candidats à l'intervention chirurgicale selon la classification ASA (American society of anesthesiologists) [258] qui elle même dépend en grande partie de la présence ou non de facteurs de comorbidité. Aussi, (1-1) l'anamnèse des patients, (1-2) le bilan clinique, ainsi que (1-3) les examens cliniques ont toujours constitué une étape importante pour nos investigations.

1-4- Répartition des patients du premier groupe de l'étude selon la classification

ASA [258]

Tableau n°17- Répartition des patients de la série n°1 selon la classification ASA [258]

Études	Origine	Année de publication	Nombre de cas	Taux d'incidence du score ASA			
				ASA1	ASA2	ASA3	ASA4
Forthome [370]	Belgique	2009	90	25 %	21 %	34 %	20 %
Tesson [22]	France	2004	392	43.19 %	31.95 %	23.07 %	1.18 %
Medjani [88]	Algérie	2013	150	16.66 %	53.4 %	20 %	10 %

Notre étude	Algérie	2021	37	67.6 %	24.3%	8.1 %	0 %
--------------------	---------	------	----	--------	-------	-------	-----

Nous rappelons que une partie des patients appartenant aux deux groupes de l'étude dont le bilan pré-anesthésique se situait entre ASA 2 et ASA 3 présentaient au moins une pathologie sous-jacente [258] avec respectivement des proportions statistiques de l'ordre de 8.1 % et de 24.3 %. En revanche, les autres patients dont la proportion était un peu moins de 70 % étaient classés ASA 1 car ils ne présentaient aucune maladie sous-jacente [258]. Ces différents taux d'incidence ressemblent à ceux qui sont mentionnées dans les autres séries [370,22,88].

2- Objectifs thérapeutiques :

Il va sans dire que le traitement des fractures des os longs du membre inférieur par enclouage intra médullaire alésé et verrouillé reste le traitement de choix [343] pour assurer une bonne stabilité qui permettra un retour rapide à la fonction et à la mobilité. L'autorisation d'appuyer précocement sur le membre opéré va favoriser la guérison de ces fractures en améliorant la vascularisation et en empêchant l'atrophie musculaire [130,131,284,288,311,316,329].

1-5- Délai moyen entre la survenue de jambes et l'intervention chirurgicale :

Tableau n°18- Délai moyen entre la survenue des fractures fémorales et l'intervention chirurgicale

Auteurs	Origine	Année de publication	Incidence des patients opérés entre 6-12h	Incidence des patients opérés entre 24-48h	Incidence des patients opérés à 72h
Cambuzat [297]	France	1994	-	35.5 %	64.5 %
Tesson [22]	France	2004	34 %	66 %	-
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	-	80.4 %	19.6 %
Medjani [88]	Algérie	2013	-	100 %	-
Kimmaklar [311]	Inde	2017	10 %	85.6 %	4.4 %
Notre étude	Algérie	2021	24.32 %	67.56%	8.1 %

Les statistiques des études mentionnées dans ce tableau [297,22 , 285,88] et celles de notre étude démontrent bien que les délais moyens entre la survenue des fractures des os longs du

membre inférieur et le début de la prise en charge chirurgicale oscillent le plus souvent entre la 24^e et la 48^e heure après le traumatisme.

Cependant, nous savons qu'un grand nombre d'auteurs ^[22,311] préconisent la nécessité absolue de la précocité du traitement chirurgical entre la 6^e et la 12^e heure notamment pour les fractures de la diaphyse fémorale et les fractures ouvertes de jambes, et ce malgré les contraintes de la charge de travail observées dans les services de chirurgie orthopédique.

1-6-Type d'anesthésie employée :

Le choix du type de l'anesthésie par les médecins-anesthésistes dépend de l'évaluation du risque de complications que peut présenter tout patient durant l'acte opératoire [405] depuis la consultation d'anesthésie et ne cesse jusqu'à la fin des soins post-opératoire dans le domaine de sa compétence [406]. Il existe donc deux façons de procéder à une anesthésie avant tout acte chirurgical :

1-6-1- Anesthésie locorégionale :

Permet d'éviter l'apparition de certaines complications pouvant être responsables d'une morbidité et d'une mortalité en péri et post-opératoire ^[373]. Il existe deux modalités d'anesthésie locorégionale :

- L'anesthésie rachidienne ou rachianesthésie (RA) ^[373].
- Et l'anesthésie régionale par bloc nerveux fémoral ^[522].

1-6-2- Anesthésie générale :

Elle assure une meilleure gestion de l'hypovolémie particulièrement lors des hémorragiques aiguës provoquées par certaines fractures comme celles du fémur pouvant engendrer un état de choc hypovolémique ^[374]. Cependant, les risques de survenue d'un choc anaphylactique augmentant ainsi les risques de létalité ^[373].

Tableau n°19- Taux d'incidence du type de l'analgésie employée

Études	Origine	Année de publication	Taux d'incidence de l'analgésie employée	
			Anesthésie locorégionale (RA) ou (Bloc scalénique)	Anesthésie générale
Kumpf [372]	France	1993	79.4 %	20.6 %
Bonnevialle [283]	France	1993	100 %	nul
Bashir [284]	Pakistan	2007	80 %	20 %

Forthome [370]	Belgique	2009	90 %	10 %
Medjani [88]	Algérie	2013	96 %	4 %
Notre étude	Algérie	2019	91.9 %	8.1 %

En ce qui concerne la chirurgie du membre inférieur, nous observons que les études ci-dessus mentionnées ^[372,283,284,370,88] sont toutes en faveur de l'anesthésie locorégionale dont les avantages sont nombreux ^[404,405].

1-6-3- Type d'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé pour les fractures du fémur et de la jambe :

Tableau n°20- Fréquence des enclouages à foyer fermé et à foyer ouvert chez les patients de deux séries de l'étude

Études	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du verrouillage des clous fémoraux	
			à foyer fermé	à foyer ouvert
Pintore [309]	USA	1978	90 %	10 %
Traoré [296]	Rwanda	1978	90 %	10 %
EL Moumni [312]	Pays-Bas	2009	30.9 %	40.44%
Rezzouki [300]	Maroc	2011	23.9 %	10 %
Enninghost [286]	USA	2013	93.5%	6.5 %
Hajer[290]	Maroc	2019	90 %	10 %
Notre étude	Algérie	2021	83.5%	16.5%

L'enclouage à foyer fermé est manifestement le plus indiqué selon les études citées dans la littérature notamment celles qui sont mentionnées dans le tableau ci-dessus ^[309,296,312,300,286,290]. Il est considéré comme étant le traitement gold standard qui permettra une ostéosynthèse stable et solide des fractures de la diaphyse fémorale favorisant une consolidation rapide ^[286, 310, 316,297].

De plus, il respecte l'hématome fracturaire et réduit significativement le risque de survenue de sepsis dont le taux d'incidence est de moins de 1% contre 3% et plus pour l'enclouage à foyer ouvert selon Kempf en 1990 [318] et Jenny en 1994 [359]. Par ailleurs, le temps de l'intervention à foyer ouvert est particulièrement court et pour de nombreux auteurs tels que Jenny en 1994 [359] le risque septique peut être compensé par ce gain. Mais le risque d'un retard de la consolidation voir d'une pseudarthrose est probant à cause du déperistage [312].

Enfin, certains auteurs tels que Chiron [387] dans son étude réalisée en 2009 sur l'enclouage des fractures fémorales évoque la probabilité d'un risque de formation cal vicieux en varus, de rotation interne, et de recurvatum de l'extrémité inférieure du fémur ainsi qu'un raccourcissement du membre atteint car l'ouverture du foyer de fracture nécessite une installation du patient en décubitus latéral.

1-6-4- Installation des patients de la première série de l'étude :

Ils ont été installés pour la plupart en décubitus dorsal. Le membre atteint était tracté dans l'axe anatomique, en adduction et en rotation neutre. Quant à la rotule, nous nous sommes assurés qu'elle fut orientée vers le zénith avec un pied maintenu dans une bottine. Le thorax était basculé du côté sain maintenu par un support pour dégager le point d'entrée.

Nous avons placé l'amplificateur de brillance du côté opposé au niveau de la hanche saine qui était en position gynécologique en flexion maximale, en abduction et en rotation externe. Une radiographie de contrôle de face et de profil était effectuée en exerçant des manipulations en rotation du cerceau de l'amplificateur champé [130,131,284,288,311,316,329,375,376,377,378]. En revanche, pour ceux qui souffraient de fractures pathologiques ou des fractures sur des pseudarthroses armées ou encore certaines fractures complexes, l'enclouage à foyer ouvert était nécessaire pour aborder le foyer de fracture. Aussi avons nous installé ces malades en position de décubitus latéral avec un bassin perpendiculaire à la table orthopédique [297,313, 321].

1-6-5- Réduction du foyer de fracture fémoral lors du passage du clou :

Pour les patients installés sur la table orthopédique en position de décubitus dorsal, cette étape apparaît comme fondamentale avant l'incision. Elle est d'ailleurs réalisée sous le contrôle de l'amplificateur de brillance.

Tableau n°21- Qualité de réduction du foyer de fracture fémoral après enclouage centromédullaire verrouillé des patients de la série n°1 de l'étude

Etudes	Origine	Année de publication	Réduction anatomique	Réduction satisfaisante	Réduction acceptable
Kempf [372]	France	1993	-	72 %	28 %
Cambuzat [297]	France	1994	68.8 %	20 %	11.2 %
Rezzouki [300]	Maroc	2011	69.7 %	36.9 %	3.4 %
Madjani [88]	Algerie	2013	-	78 %	22 %
Traoré [296]	Mali	2014	51.15 %	39.9 %	12.14 %
Hadjer [290]	Maroc	2019	85 %	10 %	5 %
Notre étude	Algérie	2021	56.75 %	35.13 %	8.1 %

Nos résultats montrent que la qualité de la réduction des foyers de fractures fémorales est très satisfaisante pour la majorité des patients, avec un taux d'incidence relativement faible concernant les fractures complexes moins bien réduites mais sans conséquence sur le pronostic fonctionnelle. Dans les études examinées ^[372,297,300,88,296,290] dont la nôtre, on voit bien que la réduction anatomique domine les statistiques ce qui nous laisse supposer qu'une table orthopédique récente et en bon état joue un rôle prépondérant dans la qualité de réduction des segments fracturés. En comparant nos résultats statistiques, nous constatons qu'il y a bien une différence significative avec les données étudiées étant donné que la valeur de probabilité $p < 0.05$.

1-7- Incision pratiquée :

Nous tenons à préciser, comme l'avait rappelé Devilliers ^[21] dans son étude réalisée en 2004, que le Stéridrap constitue un risque de migration des fragments de plastique pendant l'alésage ou durant l'introduction du clou dans le canal médullaire. L'incision pratiquée est courte de 2 à 5 cm en regard du sommet du grand trochanter. Incurvée en arrière vers la fesse et étendue vers le bas pour ne pas provoquer de butée sur le porte clou. La palpation du bord inférieur selon Vichard en 1996 ^[383] et Laroche en 2011 ^[386] permet de déterminer la situation anatomique du grand trochanter. L'ouverture du fascia-lata doit être courte pour permettre une bonne hémostase.

1-8- Introduction du clou fémoral :

L'introduction du clou fémoral se fait au sommet du grand trochanter à son bord le plus externe. La majorité des auteurs [297,383,384,385,386] recommandent d'éviter la fossette digitale en raison du risque de fractures iatrogènes de fractures du col fémoral ainsi que des lésions vasculaires.

Il est alors préférable d'utiliser une broche montée sur un poignet américain qui sera introduite dans l'os sous le contrôle radiologique pour éviter que cette dernière ne bute contre la corticale interne et ne se dirige pas correctement sur le plan frontal [136]. Mais elle doit être médiane dans le sens antéro-postérieur pour éviter les cas de *flessum* et de *recurvatum* [146].

La palpation du centre de la diaphyse est souhaitable afin de s'assurer de la bonne position centromédullaire de la broche qui devra par la suite, être remplacée par le guide-clou. Sa progression se fera progressivement particulièrement lors du passage à travers le foyer de fracture jusqu'à son arrivée au niveau de l'épiphyse distale [383,386].

1-9- Alésage du canal médullaire des patients des deux séries de l'étude :

A son tour l'alésage est réalisé dans le but bien compris d'adapter le canal médullaire au calibre de l'implant avant son introduction, augmentant ainsi la stabilité de la fracture. Les alésoirs sont introduits dans le guide clou qui est centré dans la médullaire, en s'assurant radiologiquement qu'il ne soit pas en position distale excentrée [383,386]. Les alésoirs sont montés au préalable sur un moteur pneumatique à l'arrêt pour éviter de provoquer selon Kumpf (2000) [384], des lésions inopportunes de la corticale externe du grand trochanter.

En revanche, pour d'autres auteurs tels que Ertuer (2005) [373] et Kastouli (2006) [353], l'alésage intra médullaire devrait se faire à la main afin d'éviter la survenue de la nécrose thermique de l'os qui peut être à l'origine d'un ralentissement du processus de la consolidation osseuse et même d'une pseudarthrose (PSD) par rupture de la continuité vasculaire endostale. L'alésage fémorale commence à 9 mm et devra être progressif par demi-millimètre pour éviter le blocage des têtes d'alésoirs [383,385,386].

Tableau n°22- Taux d'incidence de l'alésage intra-médullaire pour les patients des deux séries de l'étude

Etudes	Origine	Années de publication	Taux d'incidence d'alésage avant l'enclouage
Winqvist [340]	USA	1984	100 %
Alho [291]	USA	1991	100 %

Wolinsky [339]	USA	1999	100 %
Clatworthy [341]	USA	1998	100 %
Kempf [338]	France	2000	100 %
Tornetta [342]	USA	2002	100 %
Tesson [22]	France	2004	100 %
El Moumni [392]	Pays-Bas	2012	100 %
Enninghost [286]	USA	2013	100 %
Notre étude	Algérie	2021	100 %

Ce tableau montre clairement que la majorité des auteurs prône l'alésage intra-médullaire pour accélérer la consolidation osseuse [340,291,339,341,338,342,22,392,286]. Pour ces auteurs l'alésage intra médullaire joue le rôle de greffon dans le site de fracture. De plus, il accélère l'ostéogenèse périostée en générant des réactions hyperémiques formant un callus réduisant significativement le taux de survenue d'une pseudarthrose.

Toutefois, il existe aussi de nombreux détracteurs de l'alésage qui ne recommandent pas cette technique tels que Ricci (2001) [374] et Kastouli (2006) [353] indiquant que l'alésage du canal médullaire peut être à l'origine d'une perturbation du flux sanguin cortical et d'une nécrose thermique de l'os à l'origine d'une pseudarthrose. Alors que Pella [376] évoquait en 1993 l'augmentation de la pression intra médullaire et une probable dissémination de matières grasses et de moelle osseuse dans le système veineux sanguin.

Enfin, Pape [375] (1994) parle d'altération du système immunitaire et une consommation accrue des facteurs de la coagulation à la suite d'un alésage du canal médullaire.

1-10- Choix et pose des clous médullaires :

Selon les auteurs examinés [383, 385, 386,387] le choix des clous médullaires repose sur plusieurs éléments :

- La longueur des membres inférieurs est mesurée sur les clichés radiologiques, et ce après avoir réduit le foyer de fracture par traction.
- La longueur du clou est mesurée par amplificateur de brillance mais peut être approximative en prenant comme référence la longueur du segment.
- Le diamètre du clou est mesuré sur les clichés radiologiques lorsqu'il est monté sur le gabarit de l'ancillaire.

L'introduction du clou dans le canal médullaire doit être progressive sous contrôle fluoroscopique en exerçant une pression avec la main sur le porte clou par des mouvements de rotation jusqu'à son ancrage dans la métaphyse distale. Comme cela a été décrit par Alettaz en 2012 ^[349], nous tenons à rappeler que les coups de marteau sur le gabarit de l'ancillaire sont proscrits pour éviter la survenue de refends osseux très dommageable à la consolidation osseuse.

Tableau n°23- Diamètres des clous fémoraux posés (patients de la série n°1 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Taille des clous fémoraux	Taux d'incidence en pourcentage
Cambuzat [297]	France	1994	11 mn	31.66 %
			12 mn	48.33 %
			13 mn	11.66 %
			14 mn	8.3 %
Tesson [22]	France	2004	13 mn	60 %
			14 mn	40 %
Bashir [284]	Pakistan	2007	13 mn	55 %
			14 mn	45 %
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	10 mn	23.50 %
			11 mn	44.44 %
			12 mn	37.04 %
			13mm	20.1 %
Samsudden [289]	Nigéria	2017	9 mn	16 %
			10 mn	41 %
			11 mn	53 %
Notre étude	Algérie	2021	10 mm	52.63 %
			11mm	36.84 %
			12mm	7.89 %

Concernant maintenant les malades du premier groupe de l'échantillon, nous rappelons que le diamètre des clous posés oscille entre 10 mm et 12 mm. En revanche, pour les autres études citées ^[297, 22, 284, 289,285] les clous les plus utilisés ont des diamètres compris entre 12 et 14 mm. Pour tenter d'expliquer ces faits, certains auteurs tels que Azari (2001) ^[307] et Brumback (1996) ^[308] supposent que les différences ethniques des populations concernant les dimensions anatomiques du fémur peuvent en être la cause. L'hypothèse ethnique pourrait

paraître trop spéculaire pour faire l’objet d’un constat scientifique, il n’en demeure pas moins qu’elle est sérieusement posée par les deux auteurs précédents ^[307,308] auxquels il aura tout de même manqué une enquête rigoureuse sur la pertinence du facteur ethnique concernant les différences anatomiques de sujets évoluant dans différentes parties du monde.

1-11- Mode de verrouillage des clous fémoraux :

Tableau n°24- Taux d’incidence en fonction du mode de verrouillage des clous fémoraux (patients de la série n°1 de l’étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d’incidence de l’enclouage verrouillé en statique	
			Verrouillage statique	Verrouillage dynamique
Vichard [383]	France	1991	100 %	0 %
Anastropoulos [350]		1994	96 %	4 %
Tesson [22]	France	2004	97 %	3 %
Bong matheur [351]	USA	2007	93 %	7 %
Stannard [352]	USA	2011	98 %	2 %
Arlettaz [349]	Suisse	2012	96 %	4 %
Shamsudden [289]	Nigéria	2017	97.7 %	2.3 %
Brumbak [330]	USA	1996	99 %	1%
Notre etude	Algérie	2021	100 %	0 %

Faut-il rappeler que tous les patients de ce groupe ont été traités avec un clou fémoral verrouillé de façon statique et parfois dynamique en seconde intention pour assurer une stabilité en longueur et en rotation ^[385]. Ce mode de verrouillage permet surtout d’étendre les indications aux fractures comminutives et aux fractures de l’extrémité distale ^[308,309]. La plupart des auteurs mentionnés ci-dessus ^[383,350,22,351,352,349,289,330] optent pour un verrouillage statique en première intention quelque soit le type de fracture dont le rôle est d’assurer une consolidation osseuse dans un peu plus de 95 % des cas. D’ailleurs, Vichard ^[383] le recommandait en 1996, alors que Taglang ^[385] en 2018 préconisait vivement le montage des deux vis du verrouillage distal car en leur absence, cette partie du clou fémoral risque de se diriger vers l’un des deux condyles fémoraux entraînant une angulation du fragment distal

dans le plan fémoral. Par contre, pour les fractures simples et stables, Stannard ^[352] recommandait en 2011 de dynamiser les clous quelques semaines après le montage seulement dans le cas de fractures très stables.

1-12- Technique de verrouillage :

Qu'est-ce qu'un verrouillage proximal ? Celui-ci s'effectue à partir d'un ancillaire de visée ^[383,385,386] dans laquelle passe la mèche d'un diamètre de 4.5 mm. On réalise ainsi le forage cortical du dehors vers le dedans à travers la douille de visée située au niveau de l'orifice de verrouillage proximal. La vis proximale est auto-taraudeuse à long filetage et doit se diriger en avant du petit trochanter après avoir été au préalable mesurée. Quant au verrouillage distal, la majorité des auteurs tels que Shamsudden ^[289] ont fait en 2017 la promotion du verrouillage distal à main levée car l'étape du verrouillage distal du clou reste laborieuse pour introduire avec précision des vis dans les orifices distaux. D'une part, en raison de la déformation distale du clou et d'autre part, dans la majorité des cas le gabarit de l'ancillaire n'est pas parallèle à l'axe central de l'implant ^[383,385,386,387,389]. C'est pour cette raison que ces auteurs préconisent l'utilisation d'une broche de Steinman dont la pointe repose sur le relief de l'orifice distal en regard de la peau après avoir fait une incision. Le contrôle par amplificateur de brillance devient alors indispensable afin de permettre à la broche d'être à la bonne hauteur dans le sens antéro-postérieur du membre. Pour certains auteurs tels que Laroche en 2011 ^[386], Arelettaz en 2013 ^[57] et Ehlinger en 2014 ^[26] recommandaient d'introduire un clou de Steinman à travers une grosse seringue qu'on perfore perpendiculairement maintenue par le piston pour pouvoir la manipuler au contact de l'os à travers l'orifice de verrouillage. Par la suite, elle sera enfoncée manuellement préparant ainsi le trajet de la vis avant le méchage des corticales.

1-13- Fermeture :

Une fois le viseur de l'implant retiré, on procède enfin à la fermeture des orifices de verrouillage et de la voie au moyen d'un drain de Redon aspiratif ^[265].

2- Modèles d'implants utilisés selon le type anatomopathologique des fractures fémorales enclouées :

Tableau n°25- Nombre de clous de Grosse et Kumpf et de clous Gamma long posés pour les patients de la série n°1 de l'étude

Etudes	Origine	Année de publication	Fractures isolées de la diaphyse fémorale	Fractures fémorales bifocales (Fr de la diaphyse fémorale associée à une fracture cervico-trochanterienne)
Groh [305]	USA	1992	72.8 %	27.2 %
Cambuzat [297]	France	1994	59.33 %	41.66 %
El Mohridj [303]	Arabie Saoudite	2001	70 %	30 %
Dieu-Donné [285]	Rwanda	2008	47.1 %	52.9 %
Rezzouki [300]	Maroc	2011	80 %	20 %
Hajer [290]	Maroc	2019	67 %	33 %
Notre étude	Algérie	2021	86.49 %	13.51 %

Nous même avons opté pour des clous gamma longs concernant les malades atteints de fractures bifocales du fémur associant une fracture de la diaphyse fémorale et une fracture basse du col fémoral ou plus exactement une fracture cervico-trochantérienne. Il en est de même pour les études citées dans la littérature médicale [305,297,303,285,300,290]. D'ailleurs, on voit bien que les indications de poser des implants fémoraux dépendent du siège mais aussi du caractère isolé ou associé du trait de fracture au niveau du fémur. Depuis une vingtaine d'années, ce clou est le plus utilisé pour ce type de fracture car la partie céphalique de l'implant est proche de l'os sous chondrale de la tête fémorale, ce qui le rend de facto mécaniquement plus résistant aux forces de compression qui y sont appliquées [107,141,385].

Dans son étude, Medjani [89] avait expliqué en 2016 que le choix porté sur le clou gamma long avait pour objectif de répondre aux exigences des fractures cervico-céphalique dont la réduction n'est pas aisée. A son tour, Forthome en 2010 [370] cité cet auteur [89] indiquait que la réduction doit être appréciée par la correction des fragments déplacés mais aussi par la mesure de l'angle cervico-diaphysaire, et l'appréciation de l'antéversion du col fémoral sur le cliché radiologique de profil.

Concernant enfin la partie diaphysaire de l'os, ces implants ont la particularité d'être des clous anatomiques avec une géométrie hélicoïdale imitant les dimensions du canal fémoral [385].

3- Transfusion iso-groupe /iso-rhésus durant l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures du fémur :

Tableau n°26- Quantité moyenne de sang transfusée durant l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures du fémur

Etudes	Origine	Année de publication	Quantité en millilitres de sang transfusé durant l'enclouage centro-médullaire
Johnson [317]	UK	1986	485 ml
Wiss [334]	UK	1996	450 ml
Zucherman [316]	USA	1997	500 ml
Hanks [315]	USA	1998	556 ml
Notre étude	Algérie	2021	300 ml

Le saignement péri fracturaire reste un facteur de risque qui peut entraîner une hypovolémie importante augmentant le taux de morbidité [334,382]. C'est pour cette raison que tous nos patients opérés pour des fractures du fémur et de fractures ouvertes de jambes, ont été transfusés à raison de 300 ml en moyenne en culots globulaires afin de préserver le capital sanguin. Ces quantités de sang transfusées semblent être comparables avec les différentes données de la littérature [317, 334, 316,315,394].

4- Durée moyenne de l'intervention pour les patients de la première série de l'étude (mise en place d'un clou fémoral antérograde statique) :

Tableau n°27- Durée moyenne d'un enclouage fémoral antérograde et d'un clou de jambe verrouillés en statique

Etudes	Origine	Année de publication	Durée moyenne de l'intervention chirurgicale en minutes
HANKS [315]	USA	1988	181 mn
Blumberg [323]	UK	1990	150 mn

Alhot [291]	USA	1991	80 mn
Borel [282]	France	1994	165 mn
CAMBUZAT [297]	France	1994	112 mn
Medjani [88]	Algérie	2013	50 mn
Notre étude	Algérie	2021	111 mn

La durée moyenne de l'enclouage centromédullaire concernant les malades du premier groupe avoisine les deux heures d'intervention, cette durée opératoire se rapproche sensiblement avec celles habituellement admises par l'ensemble des recherches consultées [315,323,291,282,297,88].

Nous devons cependant avouer qu'au début de cette recherche, ce temps opératoire nous était apparu bien plus long. Le fait est que c'est bien l'expérience du chirurgien maîtrisant la technique opératoire qui joue un rôle considérable dans la réduction du temps opératoire contrairement au jeune opérateur en début d'expérience ^[71]. D'autant plus que la durée d'un enclouage verrouillé à foyer fermé des os longs est plus longue que l'enclouage à foyer ouvert ^[289,311], nonobstant la manœuvre du verrouillage distal qui prend, en l'occurrence, un temps opératoire supplémentaire d'au moins de 10 à 20 minutes ^[297, 312,314,332,389].

5- Durée moyenne d'exposition aux rayonnements ionisants pour les patients de la première série de l'étude :

Tableau n°28- Durée moyenne d'exposition aux rayons X durant un enclouage du fémur verrouillé en statique

Etudes	Origine	Année de publication	Temps d'exposition aux irradiations
Levin [319]	UK	1987	12 s
Kumpf [318]	France	1990	4 s
Cortezee [320]	France	1992	14 s
Forthome [370]	Belgique	2009	18 s
Madjani [88]	Algérie	2013	55 s
Notre étude	Algérie	2021	30 S

La durée durant laquelle nous avons été exposés aux rayons X tout le long de ce travail de recherche reste en principe tolérable si nous comparons ce temps d'exposition aux données de la littérature [319,318,320,370,88].

Par ailleurs, nous rappelons qu'il a été démontré par certains auteurs [58,59,60, 263] que certaines situations favorisent l'absorption des rayons tels que les fractures de l'extrémité supérieure du fémur, les patients en surcharge pondérale, la présence de matériels d'ostéosynthèse sur les champs opératoires, etc.. [60].

Le port du tablier plombé, et le protège thyroïde ainsi que le dosimètre sont des instruments de protection obligatoires, même si Jousselin [385] indiquait en 2018 que la diminution de la limitation de l'exposition du patient aux rayons X contribue aussi à diminuer la diminution de l'exposition des opérateurs car pense-t-elle le rayonnement primaire qui provient du malade est bien plus important que celui qui résulte de l'amplificateur de brillance, ce qui a pour effet d'augmenter le niveau d'irradiation de l'opérateur. Toutefois, les instruments de visées optiques et de lasers permettront de simplifier la technique d'enclouage verrouillé et, par conséquent, éviteraient les risques encourus sur la santé aussi bien des patients que celle du chirurgien et des ses auxiliaires [23,26,57,389].

D- Evolution post-opératoire des patients de la première série de l'étude :

1- Prophylaxie antibiotique et thromboembolique :

Conformément aux recommandations générales des théories opératoires et des auteurs étudiés [333, 344,351], tous les patients de notre étude soit 100 % des cas, ont reçu systématiquement et à titre prophylactique des antibiotiques.

On est parti donc du principe général que la prophylaxie antibiotique permet de prévenir une contamination de la plaie ou une infection du site opératoire. A cet effet des Beta-lactamines ont été prescrits par voie intraveineuse en préopératoire à raison 3 g par jour, soit 1g toutes les 8 heures, et ce durant tout le séjour hospitalier du patient. Il nous arrivait même de prescrire de la Vancomycine injectable à raison de 30mg/24 h, voir même du Tienam à raison de 2 g/24 h repartis en 4 perfusions en cas d'ouverture du foyer de fracture afin de prévenir ou de traiter la survenue d'une éventuelle infection ou ses complications.

A la sortie du patient, le plus souvent, la prescription d'une céphalosporine telle le Keforal à 3 g/l pendant 10 jours était recommandée [236]. L'administration des antalgiques et

d'AINS (anti-inflammatoires non stéroïdiens) était également indiquée pour assurer l'indolence et lutter contre les phénomènes inflammatoires.

Enfin, dans le cas de la prévention de la maladie thromboembolique, ces mêmes patients ont reçu en même temps et systématiquement en post-opératoire immédiat des anticoagulants à bas poids moléculaire (HBPM), et ce pour prévenir la survenue des thromboses veineuses profondes (TVP) le tout pendant une durée de 28 jours conformément aux recommandations internationale [264]. Une contention veineuse fut indiquée pour certains patients considérés à risque notamment ceux souffrant de cardiopathies ou classés ASA 2 et ASA 3 [258].

2- Reprise précoce de l'appui :

Le but est de faciliter une mise en charge précoce du patient afin de prévenir les complications du décubitus en particulier chez les personnes souffrant de pathologies sous-jacentes [131, 286, 316, 336, 359, 364, 375,377].

2-1- Reprise partielle de l'appui (marche avec une béquille) :

Tableau n°29- Durée moyenne de la reprise partielle de l'appui

Études	Origine	Années de publication	Moyenne de semaines post-enclouage pour la reprise partielle de l'appui
Tesson [22]	France	2004	6,6 s
El Moumni [392]	Pays-Bas	2012	2 s
Notre etude	Algérie	2021	6.91 s

La mise en charge fut autorisée dès le lendemain de l'intervention [402]. La durée moyenne de la reprise partielle de l'appui concernant nos malades était d'environ de 6 semaines. Elle fut préconisée dès la 2^e semaine pour les patients opérés pour des fractures simples avec un maximum de 8 semaines pour les polytraumatisés. Cette reprise de la marche avec des béquilles n'était pas uniforme. Elle différait d'un patient à un autre en fonction des différents types anatomopathologiques des fractures opérées [340,386].

Ce fut naturellement le cas pour les études publiées en 2004 par Tesson ^[22] et en 2012 par El Moumni ^[392] qui précisait que l'appui partiel après enclouage centromédullaire verrouillé en statique était autorisé progressivement à partir du 10^e jour de l'intervention.

2-2- Reprise totale de l'appui (marche sans béquilles) après enclouage des fractures fémorales:

Tableau n°30- Durée moyenne de la reprise total de l'appui pour les patients de la première série de l'étude

Études	Origine	Année de publication	Moyenne des semaines Post-enclouage pour une reprise totale de l'appui en semaines
Bonneviale [283]	France	1993	13 s
Cambuzat [297]	France	1994	11.52 s
Grover [310]	UK	1995	11 s
Tesson [22]	France	2004	10 s
El Moumni [392]	Pays-Bas	2012	10 s
Notre étude	Algérie	2021	10.91 S

Les résultats qui sont conformes aux données de la littérature ^[283,297,310,22,392] dont nous disposons concluent que la reprise totale de l'appui entre la 10^e et la 12^e semaine de l'intervention favorise la guérison des fractures en améliorant sensiblement la vascularisation empêchant l'atrophie musculaire. Dans son étude, El Moumni ^[392] indiquait en 2012 que tous ses patients encloués pour des fractures fémorales furent autorisés à marcher sans tuteur externe après 6 semaines de l'enclouage intra médullaire à condition que l'implant posé ne présente aucune défaillance mécanique sur les clichés radiologiques. En revanche, Laroche ^[386] avait pour sa part révélé en 2011 que la décision d'autoriser un appui total du membre opéré d'une fracture fémorale varie d'un malade à un autre en fonction de la réussite du montage, du type anatomopathologique et du siège de la fracture, de la qualité de l'os et de l'état des tissus mous.

3- Durée moyenne du séjour hospitalier (DMS) ^[266] des patients de la première série de l'étude :

Tableau n°31- Durée moyenne d'hospitalisation des patients de la première série de l'étude

Etudes	Origine	Année de publication	Durée D'hospitalisation	
			Intervalle en jours	Moyenne en jours
Boereboom [321]	Pays-Bas	1991	3-15 j	6.5 j
Cambuzat [297]	France	1994	6-20 j	6.8 j
Grouver [310]	USA	1995	4-8 j	6 j
Tesson [22]	France	2004	2-20 j	11 j
Albert [322]	Canada	2007	3-8 j	3.9 j
Kimmaklar [311]	Inde	2008	5-34 j	12.16 j
Hajer [290]	Maroc	2019	3-12 j	6 j
Notre Série	Algérie	2021	5-10	7.33 j

L'indicateur (DMS) ou durée moyenne du séjour hospitalier ^[266] permet de mesurer la durée d'hospitalisation de chaque patient. La durée moyenne d'hospitalisation des malades du premier groupe que nous avons opérés dans le cadre de notre recherche fut en général de 7 jours, ce qui a été rapporté dans la plupart des séries internationales ^[321,297,22,290].

4- Durée moyenne de la consolidation osseuse après enclouage centromédullaire antérograde alésé et verrouillé du fémur et de jambes :

Tableau n°32- Durée moyenne de la consolidation osseuse

Etudes	Origine	Année de publication	Durée moyenne de la consolidation osseuse (en semaines)		
			Fractures simples	Fractures bilatérales	Fractures complexes
Zuckerman [316]	USA	1987	13.5 s	16.7 s	27 s
Brumback [330]	UK	1988	11 s	16 s	25 s
Wiss [334]	UK	1990	8 s	26 s	30 s

Bonneviale [283]	France	1993	13 s	16.9 s	30 s
Wu [327]	Chine	1993	14 s	26 s	30 s
Cambuzat [297]	France	1994	15 s	26 s	26 s
Tesson [22]	France	2004	10 s	20 s	22 s
Bashir [284]	Pakistan	2007	6 s	10 s	20 s
Notre étude	Algérie	2021	16 s	20 s	24 s

Nous avons pu observer tout au long de ce travail, que les fractures simples et isolées des os longs du membre inférieur ont une durée de consolidation plus courte que les fractures bilatérales ou bifocales ainsi que les fractures complexes dont le délai d'union est nettement plus long, d'où la nécessité parfois selon les auteurs ^[316,330,334,283,327,297,22,284] examinés de pratiquer une dynamisation secondaire. Selon Cambuzat en 1994 ^[297] par exemple, la remise en charge précoce après enclouage des fractures simples et isolées favoriserait plus rapidement la formation du cal osseux. Pour Bashir ^[284], la durée de consolidation osseuse pour les fractures fémorales et tibiales simples et isolées pouvait être de 12 à 14 semaines dans 82 % des cas, de 11 semaines dans 10 % et de 10 semaines dans 9 % des cas.

5- Réinsertion socioprofessionnelle des patients opérés des deux groupes étudiés :

Tableau 33° - Durée moyenne de la reprise du travail

Etudes	Origine	Année de publication	Nombre de semaine Post-enclouage pour la reprise de travail
Sanders [324]	USA	1993	20 s
Scholl [325]	USA	2002	24 s
Tesson [22]	France	2004	32 s
Notre étude	Algérie	2021	22 s

Selon nos résultats, la durée moyenne de la convalescence de nos patients encloués pour des fractures des os longs du membre inférieur fut en moyenne de 22 semaines dont l'activité professionnelle ne nécessitait pas forcément d'efforts physiques. Par ailleurs, cette durée

pouvait aller jusqu'à 30 semaines ou un peu plus pour les polytraumatisés ou pour les patients exerçant une activité physique. Cette durée est pratiquement semblable à celles qui ont été citées dans la littérature [324,325,22]. Pour Sanders par exemple [324], il indiquait en 2008 que le retour à une activité professionnelle normale après enclouage des fractures fémorales ou tibiales est conditionné par une indolence totale de la hanche et du genou. Le même auteur a pu montrer dans une autre étude réalisée en 2003, que la présence de plusieurs fractures, notamment dans le cas des polytraumatismes, pouvait rendre jusqu'à 50 % les patients incapables de retourner à leur travail avant 6 mois.

E- Complications liées à la technique d'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures fémorales (patients de la première série) :

Tableau n°34- Fréquence des complications post-enclouage centromédullaire alésé et verrouillé du fémur

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des complications des fractures fémorales enclouées
Cambuzat [297]	France	1994	35 %
Tesson [22]	France	2004	33.7 %
Traoré [296]	Mali	2008	39.39 %
EL Moumni [312]	Pays-Bas	2009	30.9 %
Rezzouki [300]	Maroc	2011	23.9 %
Enninghost [286]	USA	2013	13.1 %
Hajer [290]	Maroc	2019	15.15 %
Notre étude	Algérie	2021	28.05 %

Nos résultats (28.05 %) rejoignent sensiblement ceux qui ont été rapporté par les auteurs examinés [297,22,296,312,300,286,290]. Bien que précieuse au plan chirurgical, il faut bien se rendre compte, que les innovations techniques apportées ces dernières années [38, 57, 131, 385,386] à l'enclouage centromédullaire des fractures des os longs du membre inférieur ne peuvent faire l'économie d'une attention soutenue dans la réalisation de l'acte chirurgical lui-même qui doit rester, en tout point, performant.

1- Complications liées à la technique d'enclouage fémoral :

1-1- Complications per opératoires :

1-1-1- Blocage des clous fémoraux :

Nous n'avons pu éviter l'apparition d'une proportion de 7.8 % des cas de blocage intra-médullaire concernant les clous de gros diamètre (13mm) de telle sorte que nous avons conclu que cette complication n'était pas statistiquement significative avec les données de la littérature médicale (p-value=0.4672). Malgré un alésage intra-médullaire progressif par demi-millimètre, et un contrôle radiologique scrupuleux, c'est ce qui nous a conduit, faute de mieux, à aborder le foyer de fracture en considérant que c'était là un artifice de sauvetage pour nous tirer d'une situation devenue complexe. Nous avons dû admettre que l'entrée optimale pour le placement de l'implant était fautive. A ce sujet, Enninghost^[286] indiquait en 2013 qu'un point d'entrée au niveau de l'extrémité supérieure du massif trochantérien mal situé par exemple ou chez les patients en surpoids. Et d'ajouter que ce blocage était sans doute dû à une mauvaise direction du guide clou dans le plan sagittal telle que mentionnée par Laroche^[386] en 2011 et ce, même si radiologiquement la direction semblait être normale sur le plan frontal.

1-2- Complications liées au verrouillage distal :

1-2-1- Fausses routes des vis déviées en dehors des orifices distaux :

Tableau n°35- Taux d'incidence des fausses routes des vis distales

Etudes	Origine	Années de publications	Taux d'incidence des fausses routes pour le verrouillage distal
Tesson [22]	France	2004	1.78 %
Bashir [284]	Pakistan	2007	13.3 %
El Moumni [287]	Pays-Bas	2016	5.74 %
Shamsudden [289]	Nigeria	2017	8%
Notre étude	Algérie	2021	7.6 %

Parmi les vis posées dans la partie distale des clous, nous avons recensé au tout début de la recherche, un taux de 7.6 % des cas qui se trouvaient en dehors des orifices distaux de verrouillage. Ces défaillances d'ordre technique ont régulièrement été signalées dans la littérature [22,284,287,289] avec un taux d'incidence relativement semblable pour nos cas. L'étape du verrouillage distal en particulier au niveau du fémur est complexe pour le chirurgien rendant difficile l'orientation précise des vis de verrouillage distal pour stabiliser les fragments métaphysaires en raison de la déformation distale du clou [383,385]. C'est d'ailleurs, l'une des raisons pour laquelle plusieurs auteurs font la promotion du verrouillage distal à main libre où le taux de réussite peut dépasser les 95 % [287,289,295], et ce quelque soit l'artifice utilisé [289,385]. Mais il faut tout de même rappeler, que malgré ce verrouillage à main levée, le risque de retrouver au premier contrôle radiologique en post- opératoire des vis en dehors des orifices, reste pour le moins avéré. Nous rappelons que l'arrivée, ces dernières années, d'une nouvelle génération d'implants possédant des systèmes de visée spécifique destinée à stabiliser les fragments très distaux ont pour avantage de réduire les cas de survenue de ce type de complication mécanique [35,131,385]. Ici, la différence n'étant pas significative avec $p=0.7509$.

1-3- Complications post-opératoires précoces :

1-3-1- Embolie graisseuse et facteurs de survenue :

Le taux d'incidence de l'embolie graisseuse chez les polytraumatisés de notre série est comparable avec la plupart des études internationales [323,283,297,355,300,286,287]. Le syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA) et l'embolie graisseuse constituent comme on sait, des facteurs de morbidité pulmonaire et par conséquent, de mortalité. Il semble que la survenue de plusieurs fractures des os longs du membre inférieur constitue un risque accru de survenue d'une embolie graisseuse particulièrement lorsqu'elles sont associées à des traumatismes pulmonaires et crâniens. Par ailleurs et de l'avis même de plusieurs auteurs il se trouve que la manœuvre de l'alsage intra médullaire pour ces fractures constitue un facteur prépondérant dans la survenue de l'embolie graisseuse. En effet, il semble bien que celle-ci advient par augmentation de la pression intra- médullaire ou par une nécrose thermique de la corticale.

Contrairement à la majorité des auteurs qui préfèrent aléser le canal médullaire avant la pose de l'implant, bien d'autres spécialistes réfutent ce geste considéré comme particulièrement invasif. Papé ^[375] recommandait en 1994 d'éviter l'alésage intra médullaire par exemple pour les polytraumatisés souffrant de fractures étagées du membre inférieur. Son objectif déclaré était de chercher à réduire le risque de survenue d'un syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA) dont le taux d'incidence pouvait même dépasser les 15 % des cas. Dans une autre étude réalisée en 1998 par Buckley ^[377] qui indiquait que l'alésage du canal médullaire pouvait être une source de gravité pour les patients qui présentent une fracture du fémur associée à une lésion pulmonaire ou à un traumatisme crânien.

Tableau n°36- Taux d'incidence de l'embolie graisseuse

Etudes	Origine	Année de Publication	Facteurs favorisants	Taux d'incidence de survenue de l'embolie graisseuse
Blumberg [323]	UK	1990	Alésage des fractures fémorales bilatérales	3.84 %
Bonneviale [283]	France	1993	Alésage des fractures fémorales complexe avec atteinte pulmonaire	15.38 %
Cambuzat [297]	France	1994	Fractures fémorales bifocales (Col+ diaphyse)	11.66 %
Boss [355]	UK	1997	Alésage en cas de poly traumatisme avec atteinte crânienne	16 %
Rezzouki [300]	Maroc	2011	Alésage en cas de poly traumatisme	2.22 %
Enninghost [286]	USA	2013	Alésage des fractures étagées (fémur+tibia)	9.3 %
El Moumni [287]	Pays-Bas	2016	Alésage en cas de poly traumatisme	0 %
Notre étude	Algérie	2021	Genoux flottants et fractures fémorales bilatérales	5.4 %

Nous rappelons aussi que l'étude réalisée en 1993 par Pella ^[376] démontrait que l'alésage était à l'origine de changements systémiques pouvant contribuer à la morbidité pulmonaire jusqu'à conduire vers une mort subite chez les polytraumatisés instables sur le plan hémodynamique. En revanche, El Moumni ^[287] dans son étude comparative sur l'enclouage centromédullaire des fractures fémorales et tibiales par des clous alésés et non alésés réalisée en 2016 rapporte des résultats contradictoires attestant qu'il n'y avait aucune différence significative dans la survenue de complications pulmonaires entre les clous alésés et les non alésés. Enfin, Foster ^[343] était arrivé en 2005 aux mêmes conclusions dans son étude mais recommandait tout de même d'éviter l'alésage du fût médullaire pour cette catégorie de patients instables sur le plan général.

On voit bien que cette question complexe de l'alésage suscite de nombreuses controverses sans jamais aboutir à un consensus thérapeutique.

1-3-2- Sepsis précoce post-enclouage à foyer fermé du fémur :

Tableau n°37- Taux d'incidence des infections survenant en après enclouage du fémur

Études	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du sepsis du clou alésé
Alhot [291]	USA	1991	0 - 3.3 %
Jenny [359]	Scandinavia	1994	1 %
Cambuzat [297]	France	1994	1 %
Wolinsky [339]	USA	1999	0 - 3.3 %
Malik [360]	UK	2004	3.2 %
Bashir [284]	Nigéria	2007	3.33 %
Hajer [290]	Maroc	2019	0 %
Notre étude	Algérie	2021	2,7 %

Le taux d'incidence du sepsis précoce du fémur calculé dans notre série est pratiquement semblable à celui qui a été décrit dans les études internationales recherchées [291, 359, 297, 339, 360, 284,290]. On remarquera donc que nos résultats statistiquement ne sont pas significatifs avec les données ci-dessus en raison d'une valeur de probabilité (p-value=0.999).

Certains auteurs tel que Cambuzat [297] en 1994 ont par exemple démontré que le potentiel septique post-enclouage dépend de plusieurs facteurs, il peut se rencontrer dans les fractures fémorales simples et isolées dont le taux d'incidence du sepsis post-opératoire est de l'ordre de 1 % contre une proportion de 10 % pour les fractures complexes bifocales ou bilatérales. Selon cet auteur, d'autres études [315, 316, 317, 335,360] ont démontré que c'est la manœuvre de l'alésage qui en est responsable, car elle provoque des lésions du périoste ainsi que des tissus avoisinants par dissémination septique. Dans une étude comparative réalisée en 2012 sur 139 fractures du fémur dont la moitié a été alésée et l'autre non alésée, El Moumni [392] n'a pas retrouvé de différence significative dans la survenue du sepsis précoce. En revanche, Jenny [359] dans une autre étude antérieure à la précédente réalisée en 2009 démontrait que la pose d'un clou non alésé permet de conserver la vascularisation endostale et empêche la dissémination de l'infection. Par conséquent, les infections en post-opératoire étaient plus faibles. Le même auteur a comparé aussi le taux d'infection qui était de l'ordre de 1 % après un enclouage à foyer fermé contre une proportion de 3 % pour un enclouage à foyer ouvert (p<0.001). Il a pu ainsi démontrer que le taux d'incidence des infections après un enclouage à foyer fermé était de l'ordre de 5 % des cas avant 1984, ce n'est que bien après que l'apport systématique des antibiotiques fut indiqué pour réduire aussitôt le taux d'incidence des infections post-enclouage à 1% des cas seulement.

1-3-3- Protrusion ou dépassement des implants fémoraux :

En nous référant aux auteurs qui se sont préoccupées de cette question [310, 335,343], il en résulte que la migration des implants intra-médullaires advient dans certaines situations particulières et en l'absence de toute défaillance technique. Concernant nos patients, elle a été observée juste après avoir autorisé une reprise de l'appui total suite à une dynamisation de seconde intention mais aussi due semble t-il à un défaut d'introduction du clou dans l'orifice d'entrée. Elle est de l'ordre de 5.2 % des cas (pas de différence statistique avec les données de la littérature). Nous verrons plus loin, que cette dernière est réalisée parfois, dans le but d'accélérer la consolidation retardée du foyer de fracture ou bien pour une cure chirurgicale

d'une pseudarthrose. La migration des clous en dehors de l'orifice d'entrée que ce soit au niveau du fémur ou du tibia peut également s'observer en cas de fractures des vis de verrouillage distal. Enfin, nous rappelons que la majorité des auteurs consultés ^[127,338] ont insisté sur la nécessité de bien introduire les implants fémoraux par le sommet du grand trochanter au niveau de son bord le plus externe loin de la fossette digitale afin d'éviter leur protrusion, d'une part, mais aussi pour prévenir le risque d'une fracture du col fémoral et de lésions vasculaires, d'autre part.

1-4- Complications post-opératoires tardives :

1-4-1- Douleurs de la hanche après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé du fémur :

Tableau n°38- Taux d'incidence des douleurs de la hanche post-enclouage du fémur

Etudes	Origine	Année de publications	Taux d'incidence des douleurs de la hanche post-enclouage du fémur
SwiontKowski [344]	UK	1984	24 %
Ostrum [348]	USA	2000	21 %
Ansari [346]	USA	2005	19 %
Orsay [347]	USA	2007	17 %
Sanders [324]	USA	2008	15 %
Daglar [345]	USA	2009	23 %
Notre étude	Algérie	2021	8.91 %

Dans ce chapitre, nous allons tenter d'expliquer la survenue des douleurs post-opératoires de la hanche chez les patients qui ont présenté une migration des clous fémoraux ou une protrusion. Toutefois, Ansari ^[346] indiquait d'après ses recherches publiées en 2005 que cette corrélation entre les douleurs de la hanche et la protrusion des implants reste une question non tranchée et encore en débat.

Le taux de recensement des patients de la première série de l'étude se plaignant de douleurs de la hanche est légèrement plus faible par rapport à celui cité dans certaines études décrites dans la littérature spécialisée [344,348,346,347,324,345] mais la différence statistique de nos résultats reste non significative en la comparant avec celle des différentes études suscitées car la valeur de probabilité $p=0.567$.

On peut à titre d'exemple citer le cas de l'alésage intra médullaire mais aussi les situations dont nous avons parlé plus haut impliquant la remontée des implants en dehors de l'orifice d'entrée, ou alors la saillie des vis de verrouillage dans les parties molles.

Nous présumons pour notre part, que ces douleurs étaient en rapport avec la protrusion du clou fémoral en dehors du point d'entrée trochantérien après dynamisation secondaire et une autorisation d'appuyer sur le membre opéré. Cette migration des clous avait entraîné une ossification observée radiologiquement autour de la hanche corroborant les observations de certains auteurs [346, 347,348]. Par contre, dans cette première série de malades que nous avons encloués, le taux d'incidence des douleurs du genou après enclouage des fractures fémorales semble nul contrairement à ce qui a été rapporté par de nombreux auteurs [348,354,353,289] (tableau n°39), ce qui nous amène à dire que la différence statistique fut significative avec un $p<0.05$. Ces douleurs quant à elles peuvent être plus simplement en rapport avec la diffusion de la douleur fémorale dans tout le canal médullaire jusqu'au genou. Elles peuvent être également provoquées par la proéminence ou la saillie des vis distales qui empiètent sur les tissus mous et la bandelette ilio-tibiale [393].

Tableau n°39- Fréquence des gonalgies post-enclouage antérograde verrouillé du fémur

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des gonalgies post-enclouage antérograde du fémur
Ostrum [348]	USA	2000	8.7 %
Tom [354]	UK	2002	3.7 %
Katsouli [353]	UK	2006	12 %
Shamsudden [289]	Nigéria	2017	3 %
Notre étude	Algérie	2021	0 %

1-4-2- Retard de consolidation après enclouage fémoral à foyer ouvert :
Tableau n°40- Comparaison des taux d'incidence entre les retards de la consolidation
et la pseudarthrose post-enclouage verrouillé du fémur (patients de la série n°1 de
l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du retard de consolidation et de la pseudarthrose post-enclouage	
			Retards de consolidation	Pseudarthrose
Johson [317]	USA	1984	-	0 %
Hooper [336]	UK	1988	-	0 %
Cambuzat [297]	France	1994	6.25 %	1.92 %
Tesson [22]	France	2004	7.7 %	0 %
El-Moumni [287]	Pays-Bas	2016	-	1.9 %
Notre étude	Algérie	2021	5.2 %	0 %

Parmi les patients qui avaient été encloués à foyer ouvert, nous signalons des observations épisodiques des troubles du processus de la consolidation. Ces patients souffraient de fractures complexes et de fractures sur des pseudarthroses qui ont été enclouées à foyer ouvert mais marquées par des retards de la consolidation avec un taux d'incidence pratiquement similaire par rapport à celui qui a été cité dans les études internationales [297,22,287] (p-value=0.4234).

Mais à l'inverse de ce qui a été signalé en 1994 par Cambuzat [297] et en 2016 par El Moumni [287] nous n'avons observé aucun cas de pseudarthrose parmi les patients encloués à foyer ouvert. Par contre, c'est bien pour pallier à ces retards observés dans le processus de la consolidation, que nous avons songé à pratiquer une dynamisation de seconde attention et préconisé immédiatement un appui total. Selon bien des auteurs [289, 328, 329, 336,392], plusieurs facteurs semblent être responsables de ce retard de la consolidation osseuse, tel que le délai opératoire prolongé, ou le type de fracture et de sa localisation. Même si que d'autres auteurs tels que Nast-Kolb [395] les contredisaient en 1990.

1-4-3- Cals vicieux post-enclouage verrouillé du fémur :

Tableau n°41- Taux d'incidence des cals vicieux post-enclouage verrouillé du fémur (patients de la série n°1 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des cals vicieux fémoraux post enclouage
Kempf [318]	France	1990	8-15 %
Cambuzat [297]	France	1994	13-20 %
Hajer [290]	Maroc	2019	9 %
Notre étude	Algérie	2021	5.2 %

Le taux d'incidence ici est plus ou moins faible, dépassant de peu les 5%. Ce taux en revanche est un peu plus élevé dans les études étrangères [318, 297,290], toutefois, la différence statistique de nos résultats n'étant pas significative avec ces études (p-value=0.999).

Ces auteurs s'expliquent par le fait que les cals vicieux peuvent survenir autant après enclouage à foyer fermé que lorsque celui-ci se pratique à foyer ouvert, alors que Bonneviale [283] dans sa série d'enclouage de 39 fractures comminutives du fémur réalisée en 1993, un taux important de l'incidence des cals vicieux d'au moins 20 % car il est particulièrement dû à la pratique de l'enclouage à foyer ouvert mais aussi lorsque le nombre de ces fractures comminutives est important.

Tableau n°42- Taux d'incidence des cals vicieux en rotation externe dans l'enclouage verrouillé à foyer ouvert des fractures fémorales

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des cals vicieux fémoraux rotationnels post-enclouage à foyer ouvert
Kempf [318]	France	1990	0 %
Braun [332]	Germany	1991	3.84 %
Bonneviale [283]	France	1993	20.4 %
Borel [282]	France	1993	5.6 %
Cambuzat [297]	France	1994	3.84 %
Notre étude	Algérie	2021	5.2 %

On se souvient que nos résultats avaient permis d'identifier 5.2 % de cas de cals vicieux rotationnels externes du fémur chez deux patients encloués à foyer ouvert pour une fracture fémorale complexe avec un 3^e fragment et une fracture fémorale sur pseudarthrose. Les

angles de rotation mesurés radiologiquement se situaient en dessous des 15 degrés. Selon la littérature [318, 332, 283, 282,297], ces anomalies de torsion peuvent être en rapport soit, avec un implant court dont la longueur dépasse légèrement le foyer de fracture, ou bien un mauvais contact entre l'implant et l'os. D'ailleurs, il a été recommandé par Laroche en 2011 [386] que le clou qui est introduit dans le canal médullaire doit dépasser le foyer de fracture d'au moins 3 cm pour bien s'imbriquer dans la métaphyse. Enfin, à l'instar de Bonneville [283], Borel [282] à son tour démontré en 1993 que l'enclouage à foyer ouvert était la cause la plus fréquente dans la survenue des cals vicieux rotationnels mais les cals vicieux dont le degré de rotation est inférieur à 15 ° sont considérés comme asymptomatiques, car ils n'entraînaient pas de retentissement fonctionnel sur la locomotion.

1-4-4- Mortalité :

La mortalité était liée à deux facteurs principaux qui sont le polytraumatisme et la présence de métastases osseuses secondaires associées à une atteinte multi viscérale.

Le polytraumatisme représente, selon l'OMS [88,261] la première cause de mortalité des jeunes de moins de 40 ans et la 4^e cause de cette mortalité pour tous les autres âges confondus. Ces décès surviennent 24 heures après une intervention chirurgicales par défaillance multi viscérale [394]. C'est du reste pour cette raison que Nast-Kolb en 1990 [395], n'était pas favorable à une intervention chirurgicale précoce sur un polytraumatisé qui constitue selon lui une agression supplémentaire augmentant ainsi le risque de compromettre le pronostic vital qui reste toujours réservé.

Cet auteur [395] suggère alors de temporiser de 4 à 5 jours avant l'ostéosynthèse. Et à l'inverse de ce qui est pratiqué habituellement durant cette période d'attente, il recommande vivement d'éviter la mise en traction du membre fracturé en direction de son axe. Celle-ci précise encore l'auteur augmente le risque de complications respiratoires et de mortalité. Contrairement à la majorité des auteurs tels que Dieu-donnée [285] et El Mohridj [303] qui réfutent ces hypothèses, et préconisent la traction du membre fracturé pour prévenir le risque de survenue d'une embolie graisseuse.

Concernant, pour terminer, les fractures pathologiques du fémur, l'un des objectifs principaux de l'enclouage est évidemment l'obtention de l'indolence et la prévention éventuelle de la survenue d'autres fractures. Et dans le cas où l'évolution thérapeutique de la tumeur primitive soit marquée par l'association de métastases multi-viscérales aux métastases osseuses qui sont à l'origine de la fracture, l'issue létale semble prévisible à plus ou moins long terme.

E- Résultats fonctionnels observés chez les patients de la première série de l'étude:

L'objectif principal de notre recherche est d'apporter la preuve méthodologique que l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures des os longs du membre inférieur constitue le traitement de référence pour assurer une ostéosynthèse stable et solide [352,385]. C'est dans cet objectif que nous nous sommes efforcés d'évaluer les paramètres suivants :

- 1- La durée et le taux de consolidation osseuse.
- 2- Les critères d'évaluation de la fonction locomotrice et de sa réhabilitation en post-opératoire.

Il s'agit donc à présent, de rappeler, à grand traits, les résultats obtenus de cette première série de patients étudiés à l'effet bien compris de les consigner.

1- Durée et taux de consolidation des fractures du fémur :

Comme il a été décrit plus haut, la durée moyenne de la consolidation osseuse pour les patients du premier groupe de notre série est de 14 semaines avec un minimum de 12 semaines pour les patients encloués pour des fractures simples et un maximum de 20 semaines pour les patients polytraumatisés. En ce qui concerne le taux d'incidence de la consolidation, il fut de l'ordre de 96.5 % au 4^e mois de l'intervention ainsi il est comparable à celui qui est décrit dans la plupart des séries internationales consultées [289, 328, 329, 336,392]. On peut supposer que c'est l'alésage intra médullaire que nous avons pratiqué systématiquement tel que recommandé par la plupart des auteurs [22, 291, 305, 339, 340, 341,342] en est la cause mais surtout l'autorisation d'appuyer sur le membre opéré dès les première semaines.

2- Evaluation de la fonction locomotrice :

Les amplitudes de la hanche et du genou ont été évalués à 6 mois et à 12 mois de l'intervention avec une moyenne de 9 mois selon l'échelle de Katz [397]. Nous rappelons ici que l'appui total fut autorisé pour l'ensemble de nos malades à 11 semaines en moyenne avec un maximum de 14 semaines pour les patients opérés pour les deux fémurs et pour ceux atteints de genoux flottants.

En ce qui concerne la stabilité du membre inférieur, l'ensemble des malades de la première série de notre étude manifestaient une démarche relativement stable au bout de 6 mois même si certains d'entre eux se plaignaient encore de douleurs ressenties au niveau de la hanche.

Tableau n°43- Evaluation des résultats fonctionnels entre 6 et 12 mois post-opératoire selon le score de Parker ^[396] et l'échelle de Katz ^[397]

Etudes	Origine	Année de publication	Très bons résultats	Bons résultats	Moyens résultats
Scholl [325]	USA	2002	61.3 %	27.34 %	11.36 %
Archidiacre [329]	USA	2008	73 %	15.9 %	13.1 %
Sanders [324]	USA	2008	78.4 %	10.8 %	10.8 %
Mobiot [399]	Côte d'ivoire	2016	81.08 %	13.51%	5.4 %
Notre étude	Algérie	2021	75.67 %	13.1 %	10.8 %

On peut lire dans ce tableau qui concerne le premier groupe de malades encloués, que les résultats fonctionnels obtenus entre 6 et 12 mois après l'enclouage fémoral sont en faveur d'une bonne évolution clinique pour la majorité des patients de la première série de notre recherche. En cela, ces résultats se confondent largement avec ceux des séries étrangères consultées ^[325,329,324,399] avec une valeur de probabilité $p=0.19$ (pas de différence statistique). Cela explique que les résultats cliniques et radiologiques post-opératoires de notre échantillon aient été aussi satisfaisants qu'ils aient permis de réhabiliter la fonction de locomotion et mis un terme à la douleur. Nous avons tenu à évaluer durant le suivi de nos malades, la qualité de la marche et l'intensité de la douleur pendant les 6 premiers mois voire jusqu'à 12 mois après l'intervention chirurgicale, en nous référant aux scores de Parker ^[396] et à l'échelle de Katz ^[397].

Il en résulte les constats suivants concernant donc les 37 patients de la première série de notre série :

- 28 patients parvenaient à se mouvoir seuls sans tuteurs externes et sans aucune douleur, soit une proportion 75.67 % des cas représentant ainsi de très bons résultats fonctionnels.

- 2 patients se déplaçaient sans tuteurs externes présentant cependant des cals vicieux rotationnels inférieurs à 15° sans conséquences fonctionnelles sur la locomotion, soit une proportion de 5.2 % des cas de bons résultats fonctionnels.
- 1 patient, soit 2.7 % des cas présentait une latéralisation des clous fémoraux par rapport à la fossette digitale due initialement à une mauvaise introduction du clou dans le canal médullaire mais sans pour autant provoquant des conséquences fonctionnelles sur la marche.
- 2 autres malades, soit une proportion de 5.2 % des cas présentaient une protrusion des implants fémoraux dans la fesse, dépassant ainsi la fossette digitale de 5 mm sur la radiographie de face et de 7 mm le grand trochanter sur le profil en rapport avec les déviations des vis en dehors des orifices de verrouillage distaux.
- 1 patient polytraumatisé, soit 2.7% des cas atteint de fractures des deux diaphyses fémorales développant par la suite, une tendinopathie calcifiante du tendon du muscle moyen fessier se manifestant cliniquement par des douleurs de la hanche, se déplaçant au moyen d'un tuteur externe, et ce malgré l'extraction de l'implant au 9^e mois de l'intervention soit un un taux d'incidence de 2.7 % de cas.
Nous avons considéré que ce patient faisait partie des patients dont les résultats fonctionnels sont moyens.
- 3 patients sont décédés, soit 8.1 % de mauvais résultats, car deux des patients sont décédés pour des polytraumatismes et une patiente pour une fracture pathologique sur métastases fémorales.

Nous avons évoqué plus haut l'étude de Scholl réalisée en 2002 ^[325], montrant que 19 % des patients polytraumatisés se plaignaient durant les 6 premiers mois de restrictions dans leurs activités quotidiennes. Par contre dans la série établie par Sanders ^[324] et réalisée en 2008, ce taux atteint une proportion de 50 % de malades polytraumatisés qui étaient incapables de retourner à leur activités durant les 6 premiers mois de l'intervention chirurgicale.

Dans une autre recherche réalisée en 2016 par Mobiot ^[399], le taux particulièrement faible de mauvais résultats post-enclouage obtenus, semble en rapport avec des malades qui manifestaient des inégalités de longueur du membre opérés par rapport au membre controlatéral.

Nous avons nous-mêmes après avoir autorisé un appui total, fait la corrélation entre la douleur du bassin ainsi que la gêne fonctionnelle dont se plaignaient ces patients et la remontée des implants au niveau de la hanche dépassant de quelque millimètre l'orifice d'entrée.

Il faut savoir que pour certains auteurs tels que Sala en 1998 ^[404] et Toivaneux en 2002 ^[393] indiquaient pour leur part, que la douleur ressentie au niveau de la hanche ou du genou peut sensiblement diminuer, ou paradoxalement, augmentée en intensité après ablation des implants. Nous constatons, enfin, que Medjani ^[89] en 2016 avait émis pour sa part, l'hypothèse que ces résultats antinomiques ne se basent pas exclusivement sur les cas de complications survenues en post-opératoire. L'auteur ^[89] considère, en complément, que des facteurs psychologiques peuvent exercer un rôle important dans l'apparition des troubles fonctionnels chez certains patients. D'ailleurs, il n'aura pas été le seul à évoquer ce facteur psychosomatique.

D'autres auteurs, tels que Pfitzenmeyer en 2001 ^[400] et Orri en 2015 ^[401] ont démontré à leur tour l'existence d'une altération cognitive post opératoire chez le sujet plus ou moins âgé survenant entre 3 et 12 mois après l'intervention chirurgicale.

F- Données anatomo-radiologiques des patients de la seconde série de l'étude :

1- Etude anatomopathologiques des fractures de jambes en fonction de la classification de Muller AO [168, 192, 193,213] :

1-1- Classification en fonction du siège des fractures des 2 os de la jambe :

Tableau n°44- Classification en fonction de l'incidence des fractures tibiales selon le siège des traits de fractures (patients de la série n°1 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du siège du trait de fracture de la diaphyse tibiale		
			1/3 supérieur	1/3 moyen	1/3 et ¼ inférieur
Robinson [412]	UK	1995	10 %	33 %	57 %
Traversari [184]	France	2000	5 %	42 %	53 %
Tesson [22]	France	2004	7 %	23 %	66 %
Fan [413]	Chine	2005	8 %	42 %	50 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	5 %	47 %	48 %
Notre étude	Algérie	2021	11.2 %	44.3 %	44.44 %

Les études ci-dessus mentionnées [412, 184, 22, 413,414] dont la nôtre, nous conduisent à conclure que les traits de fracture au niveau de la jambe peuvent se localiser sur les quatre segments anatomiques du tibia comme cela a été décrit en 1996 par la classification de l'Association internationale d'Orthopédie et de Traumatologie (AO)^[416].

Toutefois, à regarder de près la littérature médicale, nous observons que ces traits de fractures se localisent fréquemment au niveau du 1/3 moyen de la jambe, et dans une moindre proportion au niveau du tiers proximal. Quant à la partie distale de la jambe, il semble qu'elle constitue selon la plupart des auteurs tels que Bonneville en 1996 ^[255] et Clement en 1998 ^[190] une localisation anatomique particulière dont certains traumatismes joueraient un rôle prédestinant. Cette partie est dominée par les fractures du tiers et du quart distal de la jambe et nous l'avons bien compris, elle sort du cadre conventionnel de la région diaphysaire tibiale proprement dite. Pour Zuckman en 1972 ^[419] ces fractures se situent entre la jonction du tiers moyen et du tiers inférieur de la jambe. Tandis que pour d'autres auteurs tels que Dubrana en 2007 ^[420] et Boyer en 2014 ^[421] les fractures de la partie distale de la jambe sont des fractures

diaphysaires basses intéressant toute la partie diaphyso-métaphysaire limitée en dessous par le carré épiphysaire de Muller ^[193,213] qui mesure 52.6 millimètres ^[255].

Enfin, pour d'autres auteurs ^[190,422,423] cette partie se situe entre 4 et 11 cm de l'articulation tibio-talienne, alors que dans la série de Rehbi réalisée en 2004^[415] les fractures du quart inférieur de la jambe se situaient entre 2 et 9 cm du pilon tibial avec ou sans refend articulaire. On observant de près les proportions statistiques ci-dessus mentionnées, il en résulte que la fréquence des fractures de la partie distale de la jambe est plus importante que celle des fractures du tiers moyen.

Néanmoins, les fractures du quart distal étudiées représentaient une proportion de pas moins de 10 % des cas. Ce taux d'incidence a été rapporté par nombre d'auteurs tels que Robinson en 1995 ^[412] et Fan en 2005 ^[413], alors que pour Court-Brown en 1996 ce taux est de moins de 1% ^[188].

1-2- Classification en fonction du niveau et du siège du trait de fracture fibulaire selon la classification de l'AO ^[213] et de Robinson ^[492]:

Tableau n°45- Classification en fonction de l'incidence du niveau du trait de fracture fibulaire (patients de la série n°2 de l'étude)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du niveau du trait de fractures de la fibula			
			Fractures du col de la Fibula	Fractures de la diaphyse de la Fibula	Fractures sus tuberculaires	Fractures inter-tuberculaires
Robinson [492]	UK	1995	25 %	23 %	35 %	9 %
Bonnevialle [199]	France	2003	20 %	15 %	31 %	15 %
Rehbi [415]	France	2004	21 %	20.34 %	32 %	22.06 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	24 %	10 %	33 %	14 %
Notre étude	Algérie	2021	55.55%	18.05%	23.61%	2.7%

En observant les proportions statistiques des différentes recherches ci-dessus mentionnées [492,199,415,414], il a été établi que les fractures de jambes sont très souvent associées à une fracture de la fibula. Dans une étude réalisée en 2010, Bonneville [429] a démontré qu'il n'y avait forcément pas de corrélation sur le plan statistique entre le type anatomique et le siège du trait de fracture fibulaire par rapport à ceux du tibia.

Toutefois, hormis Bonneville [199,429] les bienfaits de l'ostéosynthèse systématique du foyer fibulaire dans la réduction des fractures métaphysaires tibiales enclouées particulièrement lorsque celui-ci se trouve au même niveau de la fracture tibiale, d'autres auteurs tels que Sarmiento en 2004 [427] et Ehlinger ou bien Adam en 2010 [38] l'ont aussi recommandé. En revanche, faut-il rappeler que d'autres auteurs tels que Strauss [428] dans sa série de 450 fractures distales de jambes publiée en 2007 étaient en faveur d'une attitude abstentionniste.

Les différentes études ci-dessus mentionnées [415,414] (tableau n°46) ont montré que la fracture fibulaire pouvait être située à différents niveaux par rapport au trait de fracture tibial, et même lorsqu'elle se localisait au même niveau, elle ne fut pas fixée. Selon des études réalisées en 2004 par Obremsky [432] et Nork en 2005 [431] qui avaient démontré que l'ostéosynthèse de la fibula après enclouage des fractures tibiales distales n'influeait pas les résultats fonctionnels obtenus en post-opératoire. Quant à l'étude comparative publiée en 2020 par Boucekroun [426] sur l'ostéosynthèse de la fibula et portant sur 46 fractures dont la moitié a été fixée après enclouage du tibia a pu démontrer qu'il n'y avait pas de différence significative entre les fractures fixées et non fixées de la fibula dans la prévalence des complications invoquées par les partisans de l'ostéosynthèse de la fibula.

Rappelons-nous, que ces auteurs [428] avaient démontré que la fixation systématique de la fibula ne permettant pas d'éviter l'apparition de certaines complications des fractures distales de la jambe telles que les troubles rotationnels, ou les sepsis ou encore les nécroses cutanées de jambes. Bien que Boucekroun [426] n'ayant pas eu d'explication définitive au caractère contradictoire de ces résultats, il a formulé plusieurs hypothèses en se basant sur les données de la littérature médicale qui par exemple recommandent d'éviter tout acte opératoire au niveau de la fibula qui risque de détériorer d'avantage les tissus mous déjà traumatisés.

D'autant plus, que l'absence de l'ostéosynthèse de la fibula joue un rôle dans l'accélération du processus de l'ostéogénèse du foyer de fracture tibial par mécanisme de

compression. Mais, cette ostéosynthèse suscite encore de nombreuses controverses sans avoir abouti à un consensus thérapeutique.

Tableau n°46- Classification en fonction de l'incidence du siège des traits de fractures fibulaires

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du siège des traits de fractures fibulaires par rapport au trait de fracture tibial			
			Plus haut	Même niveau	Plus bas	Plurifocal
Rehbi [415]	France	2004	39.65 %	31.06 %	8.6 %	15.5 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	30.43 %	39.13%	21.73 %	1 %
Notre étude	Algérie	2021	55.55 %	18.05 %	23.05%	3.35%

1-3- Classification en fonction de l'aspect du trait des fractures tibiales fibulaires selon la classification de l'AO [168, 192, 193,213] :

Tableau n°47- Classification en fonction de l'incidence des traits de fractures tibiales et fibulaires

Etudes	Origine	Année de publication	Aspect des traits de fractures tibiales et fibulaires			
			Transversal simple (A1)	Oblique simple long ou court (A2)	Spiroïde simple long ou court (A3)	Complexe avec 3 ^e fragment
Traversari [184]	France	2000	26 %	21 %	42 %	9.5 %
Tesson [22]	France	2004	48.73%	6.5 %	44.67 %	8 %
Rehbi [415]	France	2004	6.8 %	21.8 %	56.89 %	12.8 %
Lawson [418]	Bénin	2014	3.43 %	12.44 %	29.18 %	30.85 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	48.5 %	18.18 %	36.36 %	10 %
Notre étude	Algérie	2021	15.27 %	20.83 %	41.66 %	15.27 %

La fréquence des fractures spiroïdes est de loin la plus importante. Pratiquement, les données de la littérature ^[184, 22, 415, 418,414] dont nous disposons ont montré qu'un mécanisme de torsion ou de compression des deux os de la jambe en est responsable. A son tour, Margad en 2017 ^[425] a expliqué que les patients qui souffraient de ces fractures étaient victimes d'un choc direct sur la jambe par un mécanisme de torsion survenant particulièrement lors des accidents de la voie publique ou de chutes.

1-4- Classification en fonction du type anatomopathologique des fractures tibiales selon la classification de l'AO ^[168, 192, 193,213] :

Tableau n°48- Classification en fonction de l'incidence des fractures tibiales simples, complexes et comminutives

Etudes	Origine	Année de publication	Fractures tibiales simples	Fractures tibiales complexes	Fractures comminutives de la diaphyse tibiale
Traversari [184]	France	2000	83.5 %	16.5 %	0 %
Bonnevialle [199]	France	2003	68 %	13 %	19 %
Rehbi [415]	France	2004	84.5 %	14.5 %	1 %
Tesson [22]	France	2004	76 %	14.1 %	9.9 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	84 %	16 %	0 %
Notre étude	Algérie	2021	84.73 %	15.27 %	0 %

En nous référant aux auteurs ci-dessus mentionnés ^[184,199,415,22,414], on constate bien que nos résultats rejoignent ceux rapportés dans leurs études. Nous devons admettre que la fréquence des fractures simples de jambes est nettement plus élevée par rapport aux fractures complexes. Il n'en demeure pas moins, qu'on dénombre aussi bien dans notre étude que dans les séries étrangères concernées un taux de moins de 20 %.

1-5- Classification en fonction de la localisation des traits des fractures au niveau de la diaphyse tibiale selon la classification de l'AO ^[168, 192, 193,213] :

Tableau n°49- Classification en fonction de l'incidence des fractures tibiales uni et bifocales

Auteurs	Origine	Année de publication	Fractures tibiales diaphysaires uni- focales	Fractures tibiales diaphyso-diaphysaires (bifocales)
Clement [190]	France	1998	95.3 %	4.7 %
Traversari [184]	France	2000	93 %	7 %
Keating [417]	UK	2002	94 %	6 %
Bonneviale [199]	France	2003	95 %	5 %
Rehbi [415]	France	2004	94 %	6 %
Tesson [22]	France	2004	93.1%	6.1 %
Zizah [63]	Maroc	2017	95 %	5 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	94 %	6%
Notre étude	Algérie	2021	95.84 %	4.16 %

On voit bien ici que le taux d'incidence des fractures bifocales de jambes recensées dans notre série rejoint sensiblement les proportions rapportées par les auteurs qui se sont intéressés à cette question ^[190,184,417,199,415,22,63,414] ($p=0.999$). Ce sont des fractures inhabituelles qui surviennent selon une étude publiée en 2017 par Zizah ^[63] à raison de 3 fois par an en moyenne. Le même auteur a recensé parmi ces fractures bifocales, un taux de 37.5% d'ouverture cutané, alors que dans notre échantillon, ce taux avoisinait les 17% de fractures ouvertes (différence statistique $p<0.05$).

Toutefois, ces proportions statistiques peuvent être plus élevées, et atteindre les 75% ^[63,433]. Malgré les différents moyens thérapeutiques déployés pour assurer l'ostéosynthèse des fractures tibiales telle que l'enclouage centromédullaire, il n'en demeure pas moins que leur

ostéosynthèse demeure complexe. D'ailleurs, il a été signalé dans les séries étrangères consultées ^[190,184,417,199,415,22,63,414] que l'évolution post-chirurgicale des fractures bifocales qui sont pour le moins inhabituelles et graves ^[199] sont émaillées souvent de complications telles que le syndrome des loges et les retards du processus de consolidation ou de pseudarthrose.

L'enclouage centromédullaire alésé nous a semblé le moyen thérapeutique le plus indiqué pour ces fractures bifocales. Nous rappelons ici que le foyer intermédiaire fut abordé et maintenu par des daviers pour éviter sa rotation pendant la manœuvre d'alésage et donc nous avons dû pratiquer un enclouage à foyer ouvert. En ce qui concerne cette manœuvre qui fut pour nous en grande partie une étape importante dans le processus de l'ostéogénèse, il est en effet établi que l'alésage du foyer de fracture intermédiaire n'est pas consensuel car n'étant pas dénué de complications. Pour la simple raison que pour de nombreux auteurs la vascularisation du segment cortical intermédiaire est précaire risquant de retarder voir d'arrêter le processus de consolidation.

C'est du reste pour cette raison que Kessler en 1986 ^[434] avait contre-indiqué l'alésage car il pouvait être à l'origine d'une dévascularisation du foyer de fracture intermédiaire. En revanche, pour un grand nombre d'auteurs, l'alésage intra médullaire accélère la consolidation osseuse rétablit le flux vasculaire endostal ^[340, 291, 339, 341, 338, 342, 392,286].

On se souvient que pour ces auteurs tels que Emninghost ^[286], qui indiquait en 2013 que l'alésage intra médullaire joue le rôle de greffon dans le site de fracture. De plus, il accélère l'ostéogénèse périostée en générant des réactions hyperémiques formant un callus réduisant significativement le taux de survenue d'une pseudarthrose. Dans son étude comparative entre les fractures bifocales alésées et non alésées, Zizah ^[63] a montré en 2017 que les fractures bifocales enclouées et non alésées ont été certes, mieux réduites mais la consolidation ne se déroulait pas forcément de la même manière. L'un des deux foyers de fracture avait consolidé plus rapidement, tandis que pour le second, elle fut nettement retardée.

Tandis, que pour les fractures alésées, la consolidation était obtenue dans des délais plus courts. C'est du reste pour cette raison, que l'alésage des fractures bifocales avant d'être enclouées est donc une question non tranchée et toujours en débat.

1-6- Classification en fonction des fractures isolées de la diaphyse tibiale (fractures de jambes avec intégrité de la fibula) :

Tableau n°50- Classification en fonction de l'incidence des fractures isolées de la diaphyse tibiale sans atteinte de la Fibula

Auteurs	Origine	Année de publication	Fractures des deux os de la jambe	Fractures tibiales sans atteinte de la Fibula
Robinson [412]	UK	1995	92 %	9 %
Traversari [184]	France	2000	95 %	5 %
Bonnevialle [199]	France	2003	95 %	5 %
Rehbi [415]	France	2004	95 %	5 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	94 %	6 %
Notre étude	Algérie	2021	86.12 %	13.88 %

En principe, le taux d'incidence des fractures de jambes à fibula saine ne dépasse pas les 10% si nous comparons ce taux aux données ci-dessus de certaines séries étrangères [412, 184, 199, 415, 414].

En revanche, on voit bien dans notre série que cette proportion dépasse de peu les 13 % (différence statistique $p < 0.05$). Les études réalisées en 2011 et en 2015 par Zizah [435] et Abouchene [436] ont pu démontrer que l'incidence des fractures du tibia sans atteinte de la fibula peut atteindre des taux oscillant entre 15 % et 25 % des cas.

Faut-il rappeler que nos patients souffrants de ces fractures tibiales sans aucune atteinte de la fibula étaient victimes particulièrement d'accidents sportifs mais aussi d'accident de travail. Parmi ces fractures, nous avons dénombré des fractures fraîches, traitées orthopédiquement une dizaine de jours auparavant qui se sont caractérisées par la suite, par des déplacements secondaires corroborant ainsi les données d'Abouchane [436]. Cela ne nous a pas empêché cependant d'opter après ablation du plâtre pour un traitement chirurgical par enclouage centromédullaire dynamique de première intention. D'ailleurs, il faut bien savoir que le traitement de choix pour ce type de fractures selon Bonnevialle en 2000 [437] est l'enclouage centromédullaire verrouillé dynamique. Bien qu'il s'agisse en général de fractures

de bon pronostic, nous devons admettre comme pour toute fracture, qu'elles peuvent par ailleurs occasionner pendant l'intervention des difficultés réductionnelles du foyer de fracture. Quant à l'évolution post-opératoire, elle peut être émaillée de complications telles que les cals vicieux ou les retards du processus de la consolidation voire une pseudarthrose ou encore un syndrome des loges ^[435] malgré le bon déroulement de l'acte opératoire.

A titre de comparaison et en nous fondant sur les publications des différentes études internationales, telles que l'étude de Bonneville réalisée en 2000 ^[437] indiquant que l'absence de lésions au niveau de la fibula jouerait un rôle majeur dans la conservation de la stabilité de la jambe favorisant la consolidation dans les délais prédéfinis. A l'opposé, Sarmiento ^[438] et bien d'autres auteurs indiquaient qu'une fracture associée de la fibula permet d'assurer après enclouage de la jambe une compression axiale et une dynamisation du foyer de fracture tibial lorsque l'appui total est autorisé.

Bien que nous n'ayons pas d'explication au caractère contradictoire à ces résultats, nous considérons que tous nos patients souffrant de ce type de fracture n'ont présenté aucune des complications suscitées en post-opératoire malgré que nous étions contraint d'aborder dans les cas de fractures déplacées sous plâtre le foyer de fracture. En l'occurrence pour exercer une réduction sanglante qui ne fut pas pour autant aisée mais faut-il le préciser sans que nous ayons eu recours à la fibulotomie telle que recommandée dans ces cas complexes par certains auteurs^[435].

1-7- Classification des fractures de jambes en fonction de l'atteinte du revêtement cutané :

Tableau n°51- Classification en fonction de l'incidence des fractures fermées et ouvertes de jambes selon les classification de Tscherne , Gustillo et Anderson ^[200,205]

Auteurs	Origine	Année de publication	Fractures fermées la jambe	Fractures ouvertes de la jambe
Robinson [412]	UK	1995	74 %	26%
Clement (SOO) [190]	France	1998	74 %	26 %
Traversari [184]	France	2000	69 %	31 %
Bonnevialle [199]	France	2003	74 %	26 %
Tesson [22]	France	2004	66.67%	33.33 %
Rehbi [415]	France	2004	74 %	26 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	72.73 %	27.27 %
Bouhekroun [426]	Maroc	2020	69.57 %	30.43 %
Notre étude	Algérie	2021	83.34 %	16.66 %

En comparant les statistiques se rapportant aux fractures ouvertes de jambes dont souffraient les patients du seconde groupe de notre étude avec un certain nombre de données recueillies, nous constatons que leur nombre est nettement inférieur à celui rapporté dans les recherches ci-dessus mentionnées [412, 190, 184, 199, 22, 415, 414, 426]. Si les différentes statistiques concernant les fractures de jambes en général sont forcément variables d'une étude à une autre, nous sommes forcés de constater selon les auteurs consultés ici que les taux d'incidence de ces fractures sont pratiquement identiques. Selon Dubrana en 2007 [203], les fractures ouvertes de jambes sont fréquentes reflétant la nature violente du traumatisme, alors qu'en 2014 Lawson [418] indiquait qu'elles représentent au moins une proportion de 30 % de la totalité des fractures de jambes.

La raison qui fut donnée par les deux auteurs [203,214] résulte d'une part, comme mentionné plus haut dans le traumatisme à haute énergie que subit en général la jambe lors des accidents de la voie publique, et d'autre part, sur la vulnérabilité du revêtement cutané de la face antéro-interne de la jambe exposant ainsi le foyer de fracture tibial d'une manière temporaire ou permanente à l'environnement extérieur. Enfin, faut-il rappeler que l'ouverture

du foyer de fracture par atteinte de la peau et des parties molles rend le risque de survenue quasi-permanente d'une infection par contamination de la plaie ^[441].

1-8- Classification des fractures ouvertes de jambes en fonction de la classification de Gustillo et Anderson ^[205] :

Tableau n°52- Classification en fonction de l'incidence des fractures ouvertes de jambes selon Gustillo et Anderson ^[205]

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des fractures ouvertes de jambes		
			Fractures ouvertes de type 1	Fractures ouvertes de type 2	Fractures ouvertes de type 3a
Robinson [412]	UK	1995	15 %	29 %	0 %
Traversari [184]	France	2000	24.4 %	7 %	0 %
Tesson [22]	France	2004	20.61 %	10.91 %	1.75 %
Rehbi [415]	France	2004	12.06 %	13.79 %	0 %
Tounsi [414]	Maroc	2018	13.04 %	8.6 %	17.39 %
Notre étude	Algérie	2021	13.88 %	2.7 %	0 %

Nous rappelons encore une fois que la classification anatomopathologique de Gustillo et Anderson ^[205] a un double intérêt thérapeutique et pronostic. D'une part, elle permet d'adapter une stratégie thérapeutique consistant à obtenir la consolidation et d'autre part, prévenir la survenue des complications les plus fréquentes notamment l'infection ^[46,207] et le syndrome des loges ^[222].

A regarder de près la littérature médicale ^[412, 184, 22, 415, 414], il semble bien que l'incidence des fractures ouvertes de jambes de type 1 de Gustillo ^[205] est significative. Mais on peut lire dans ce tableau que la survenue des fractures ouvertes du type 2 de Gustillo ^[205] est pour le moins aussi fréquente. Nos résultats sont finalement comparables avec la plupart des données recueillies car nous avons eu à observer que les fractures fermée ou ouverte de type 1 surviennent suite à des traumatismes de basse énergie, et les fractures ouvertes de type 2 après

des traumatismes de haute énergie ^[439]. Si les fractures ouvertes de jambes suscitent de nombreuses controverses en raison de leur potentiel infectieux, leur ostéosynthèse reste une question encore en débat ^[439,440]. Mais la plupart des auteurs ^[166,212,439,440] semblent avoir tranché quant au choix de la technique d'enclouage centromédullaire. Toutefois, cette dernière dépendra de l'état du revêtement cutané ^[205] et de la classification anatomopathologie AO de la fracture ^[213].

G- Données thérapeutiques des patients de la seconde série de l'étude :

1- Examen clinique général :

Nous rappelons que l'examen clinique des patients de la seconde série de notre étude a constitué une étape importante pour mener nos investigations. Il va sans dire que cet examen clinique doit être complet en particulier pour les patients victimes de traumatisme violent.

Enfin, Schubert en 2013 ^[457] insistait en grande partie sur l'importance de l'examen clinique du segment fracturé au niveau du tiers inférieur de la jambe ainsi que l'état du revêtement cutané et les tissus mous. Car cette partie de la jambe est dépourvue de couverture musculaire et l'os devient ainsi vulnérable. Même si la fracture du tiers inférieur de la jambe n'est pas ouverte et demeure fermée après un traumatisme de haute énergie, mais le risque d'y avoir selon l'auteur ^[457] des lésions des tissus mous est majeur.

A partir de ces réflexions, nous nous sommes attelés à explorer systématiquement le revêtement cutané en nous référions à la classification anatomopathologique de Tscherne ^[200] en cas de fractures fermées et à la classification anatomopathologique de Gustillo ^[205] en cas de fractures ouvertes.

2- Bilan d'opérabilité :

Nous rappelons ici qu'avant toute intervention chirurgicale, les résultats des bilans pré-opératoires étaient scrupuleusement évalués par les médecins-anesthésistes conformément aux recommandations générales de la société française d'anesthésie-réanimation ^[SFAR] qui ont pour effet d'augmenter la qualité des soins prodigués pour chaque patient, particulièrement dans un contexte pandémique de la Covid-19 ^[442].

2-1- Répartition des patients de la seconde série de l'étude selon la classification ASA (American Society of Anesthesiologists) [258] :

Tableau n°53- Répartition des patients (série n°2) opérés selon la classification ASA [258]

Études	Origine	Année de publication	Nombre de cas	Taux d'incidence d'ASA			
				ASA1	ASA2	ASA3	ASA4
Forthome [370]	Belgique	2009	90	25 %	21 %	34 %	20 %
Tesson [22]	France	2004	392	43.19 %	31.95 %	23.07 %	1.18 %
Notre étude	Algérie	2021	70	81.42 %	18.57 %	0 %	0 %

Nous avons déjà démontré que parmi ces patients, la majorité d'entre eux était classés ASA1^[258] car ils étaient jeunes et dépourvus de facteurs de comorbidité.

En revanche, la proportion pour les patients classés ASA 2^[258] était de moins de 20%. En comparant les statistiques se rapportant aux données recueillies dans les recherches ci-dessus mentionnées, nous constatons une variabilité de ces proportions statistiques ($p < 0.05$).

3- Objectifs du traitement :

3-1- Délai moyen entre la survenue des fractures de jambes et l'intervention chirurgicale pour les patients de la seconde série de l'étude :

Les statistiques des études mentionnées dans ce tableau^[443,44,22,446,447,448] et celles de notre étude démontrent bien que les délais moyens entre la survenue des fractures de jambes et le début de l'acte opératoire sont variables en fonction de l'état du revêtement cutané. Certains auteurs, tels que Babin en 1981^[443] et Brumback en 1989^[444] recommandaient de pratiquer pour les fractures ouvertes une traction temporaire de la jambe après le parage chirurgical.

Celle-ci ne sera alignée et fixée qu'après une période de latence d'au moins de 48 heures afin de garantir une bonne irrigation de la plaie et de diminuer la charge bactérienne. Car pour ces auteurs, il semble qu'il n'y a pas vraiment de différenciation dans le risque de survenue d'une infection entre une ostéosynthèse pratiquée en urgence ou bien en différée. En revanche, d'autres auteurs ^[311, 420, 439] préconisent la nécessité absolue de stabiliser précocement les fractures de jambes qu'elles soient fermées ou ouvertes car pouvant se compliquer d'un syndrome des loges (syndrome compartimental) quelques heures ou quelques jours après le traumatisme.

Pour Dubrana ^[420], la fracture ouverte de jambes est contaminée d'emblée en raison de la présence des germes provenant de la flore cutanée, il a alors indiqué qu'une stabilisation en urgence de la fracture est impérative après le parage.

Tableau n°54- Programmation de l'intervention chirurgicale (patients de la série n°2)

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence Des patients opérés entre 6-12h	Taux d'incidence des patients opérés entre 24-48 h
Babin [443]	France	1981	24.5 %	75.5 %
Brumback[444]	USA	1989	20 %	80 %
Tesson[22]	France	2004	34 %	66%
Giannoudis [446]	UK	2006	25 %	75 %
Cross [447]	Inde	2008	14 %	86 %
Melvin [448]	USA	2010	23 %	77 %
Notre étude	Algérie	2021	14.28 %	85.71 %

Si la classification anatomopathologique de Gustillo et Anderson ^[205] permet de différencier les fractures ouvertes de jambes dans le choix du mode d'ostéosynthèse, cependant, la majorité des auteurs s'accordent actuellement sur le fait que l'enclouage centromédullaire constitue le traitement de choix dans les fractures ouvertes de jambes de type 1 et 2 a et b ^[205].

Toutefois, des auteurs tels que Matsouki en 1991^[445] et Roberts en 2005 ^[449] préconisaient la pose temporaire d'un fixateur externe pour les fractures ouvertes de type 2a et 2b avant de recourir à l'enclouage, et ce dans le but de favoriser une bonne cicatrisation des tissus mous et du revêtement cutané. Enfin, dans tous les cas, l'enclouage de première intention des fractures de jambes qu'elles soient fermées ou ouvertes est tout indiqué car il permet de réduire considérablement le risque de survenue des complications thromboemboliques par une reprise précoce de l'appui ^[439].

Selon l'étude de Morgan ^[450] portant sur une série de 85 fractures ouvertes de jambes publiée en 2019 démontre bien à partir des résultats obtenus qu'il est tout à fait réalisable de stabiliser par enclouage de première intention ces fractures quel que soit le degré d'ouverture cutanée (type 1, 2 et 3a). En cela, l'auteur ^[450] a constaté d'une part, que l'enclouage a permis une déambulation précoce après avoir stabilisé efficacement le foyer de fracture en assurant une bonne couverture cutanée.

3-2- Installation des patients du second groupe de l'étude :

Nous rappelons que les patients du second groupe de l'étude ont été installés sur une table ordinaire, la jambe pendante reposant sur une barre à genou, en veillant scrupuleusement de l'éloigner du creux poplité pour permettre une flexion de la jambe d'au moins 100° et surtout pour ne pas comprimer selon Taglang et Lefevre en ²⁰¹⁸ ^[385] le paquet vasculaire. Par ailleurs, selon les recommandations de Laroche en 2011^[386], la jambe fléchie devait être dans le même plan sagittal que la cuisse. Enfin, même si la réduction semblait correcte au contrôle radiographique, il fallait constamment s'assurer qu'il n'y avait pas de rotation inadéquate du membre pendant l'introduction du clou. Quant au membre sain, il reposait sur la table en étant en extension ^[385].

Toutefois, il convient de rappeler ici que nous nous sommes retrouvés dans des situations complexes lors de l'enclouage de certaines fractures de jambe. Cela nous a contraints à aborder le foyer de fracture et donc d'utiliser nécessairement le garrot pneumatique à 19 reprises, soit dans 25 % de cas pendant une durée moyenne de 83 minutes.

Tableau n°55- Taux d'incidence du garrot pneumatique lors de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence d'utilisation du garrot pneumatique
Patterson [451]	Suède	1981	17 %
Greene [452]	UK	1983	23 %
Mc Queen [453]	Uk	1996	19 %
Tesson [22]	France	2004	33 %
Notre etude	Algérie	2021	16.66 %

Le taux d'incidence concernant l'utilisation du garrot pneumatique dans les fractures de jambes que nous avons eu à traiter en abordant le foyer de fracture est comparable avec celui des études étrangères [451, 452, 453,22]. Il convient de rappeler que l'utilisation d'un garrot pneumatique risque d'accroître la probabilité de la survenue d'un syndrome des loges [453,454]. Car pour certains auteurs tels que Ristiniemi [455] en 2009, le garrot pneumatique a une influence négative sur l'effet de refroidissement du flux sanguin dans le canal médullaire tibial augmentant ainsi la pression dans les loges de la jambe.

Toutefois, nous avons bien que le syndrome des loges peut survenir avant et après l'intervention chirurgicale même si celle-ci fut sans garrot, car toute fracture de la jambe qu'elle soit fermée ou ouverte survenant après un traumatisme violent est susceptible de provoquer cette complication neuro-vasculaire [222].

3-3- Réduction des fractures de jambes :

Tableau n°56-Taux d'incidence de la qualité de la réduction des fractures de jambes après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé

Etudes	Origine	Année de publication	Réduction anatomique	Réduction satisfaisante	Réduction acceptable
Robinson [412]	USA	1995	59 %	23 %	17 %
Tesson [22]	France	2004	70 %	20%	10 %
Laffargue [409]	France	2005	59 %	31 %	10 %
Laroche [386]	France	2011	70 %	28 %	12 %
Taglang [385]	France	2018	90 %	6 %	4%
Notre étude	Algérie	2021	76.38 %	13.88 %	9.72 %

Si toutes les fractures de jambes devaient être réduites pratiquement d'une manière anatomique en réalisant des manœuvres spécifiques telles qu'une traction manuelle douce, une adduction et abduction, et enfin une rotation ^[384, 385,409], il n'en demeure pas moins que les résultats obtenus des différentes réductions pratiquées des fractures de jambes ne sont pas tous identiques. Cependant, en nous référant à nombre de données de la littérature médicale ^[212, 385, 386, 412, 429,437], il en résulte, qu'en dehors de quelques complications mécaniques apparues en post-opératoire dont certaines ont nécessité une reprise chirurgicale, il a été constaté que la qualité de la réduction des fractures de jambes obtenue dans notre série concordait avec la plupart des recherches ci-dessus mentionnées. Et d'ailleurs, il n'y avait pas de différence significative dans les résultats statistiques avec les données susmentionnées avec une valeur de probabilité $p\text{-value}=0.19$.

Pour Taglang ^[385] la qualité de réduction des fractures de jambes peut atteindre des proportions de plus de 90 % si la jambe est réduite sur une table orthopédique avec une cheville maintenue par une traction tibio-talienne. Par ailleurs, nous savons pertinemment que les fractures proximales de jambes sont nettement plus difficiles à réduire, autant d'ailleurs pour les fractures distales telles que l'avait bien démontré en 2004 Rahbi ^[415]. D'ailleurs, les

complications mécaniques qui surviennent en post-opératoires peuvent être le résultat d'un défaut de réduction en per-opératoire ^[27] de ces fractures. Toutefois, même si nous arrivons à obtenir la réduction et à stabiliser la fracture, le risque de la perdre en post-opératoire n'est pas négligeable car le fragment proximal du tibia se déplace en général en valgus ou en flessum, ce qui entraînerait la survenue de cals vicieux autant dans le plan frontal, que dans les plans sagittal ou horizontal ^[27].

3-4- Incisions pratiquées :

Nous rappelons ici que tous nos patients pour qui nous avons posé des clous tibiaux étaient sous anesthésie locorégionale. Toutes les incisions étaient longitudinales verticales sous rotulienne allant de la pointe de la rotule au sommet de la tubérosité tibiale antérieure (TTA). La pose du champ adhésif pour protéger la zone incisée des germes commensaux de la peau est facultative selon Lefevre en 2018 ^[385] en revanche, l'expérience de Devilliers en 2004 ^[21] a montré qu'il n'était pas recommandé de s'en servir car il y a un risque important de migration des fragments plastiques pendant l'alésage du canal médullaire et l'introduction du clou. D'ailleurs, nous devons admettre que nous avons pu faire ce constat car on s'en est servi au début de notre expérience puis on a dû s'abstenir.

Nous tenons à préciser que nous avons préféré aborder l'os selon deux façons différentes ^[201], l'une à travers les fibres du tendon rotulien (TTA) (51.38 %) entre la jonction de son tiers médial et des deux tiers latéraux et la seconde en para patellaire du côté médial du tendon (PTA) (48.61 %) pour pouvoir atteindre la surface retro-spinale du tibia et réaliser la corticotomie. Pour justifier ce choix, nous nous sommes référés aux données de la littérature médicale concernant la survenue fréquente de douleurs du genou après enclouage de la jambe. D'ailleurs, beaucoup d'auteurs ont fait la corrélation avec la façon d'aborder l'os pour faire passer l'implant. Pour Keating en 1997 ^[458] la division longitudinale du tendon patellaire lors de l'ouverture trans-tendineuse (TTA) peut être à l'origine de la douleur du genou car il semble que malgré une incision verticale dans le sens des fibres du tendon patellaire, cela entraînerait forcément un traumatisme ^[460]. Ils considèrent par ailleurs, que l'introduction des implants à travers les fibres du tendon rotulien et l'utilisation des écarteurs de Faraboeuf pour introduire les implants peut entraîner des blessures du coussinet adipeux ou du ligament infra-patellaire connu par le nom de graisse de Hoffa ^[220] ainsi qu'une lésion des branches infra-patellaires du nerf saphène interne ^[459].

En revanche, d'autres auteurs tels que Sala en 1998 ^[404] Scholl en 2002 ^[325] et Vaisto en 2004 ^[390] prédisent le contraire, pour eux, le taux d'incidence des douleurs du genou post-enclouage est moins important lors d'une incision perpendiculaire para-tendineuse (PTA) pour la simple raison que la rétraction du tendon patellaire du côté latéral ou médial permet d'éloigner les branches infra patellaires perpendiculaires du nerf saphène . Enfin, Kastouli en 2006 ^[245] ainsi que El Moumni en 2010 ^[366] ont tenté de faire la corrélation avec l'une ou l'autre voie d'abord (TTA ou PTA) et n'ont forcément pas retrouvé de différence statistique dans la survenue de la douleur du genou après enclouage des fractures de jambes. Et c'est bien le cas pour les résultats obtenus dans notre série étant donné que la différence n'est pas significative avec p-value=0.999.

3-5- Introduction du clou tibial :

Tous les auteurs s'accordent à dire que l'introduction du guide-clou dans le canal médullaire du tibia au milieu de la zone des plateaux tibiaux doit s'effectuer nécessairement après avoir vérifié la réduction du foyer de fracture ^[385, 412, 415, 429,437]. Cependant, étant donné que la jambe n'étant pas retenue par une traction trans-calcanéenne, des auteurs tel que Laffargue en 2005 ^[409] ont recommandé d'éviter des manœuvres excessives de rotations inappropriées de la jambe car il y a un risque de ne plus parvenir à obtenir la bonne réduction du foyer de fracture par le détachement et l'incarcération d'un fragment osseux.

Des auteurs tels que Laroche en 2011 ^[386], Taglang et Lefevre en 2018 ^[385] insistent sur la palpation du centre de la diaphyse tibiale lors de l'introduction d'abord de la pointe carré pré-courbe puis du guide-clou. L'introduction de ce dernier doit être progressive et dirigée vers le milieu de la partie distale du tibia tout en prenant soins d'éviter d'aller vers la corticale postérieure et de provoquer sa fracture. Par ailleurs, ces auteurs ^[386,385] rappellent que si l'opérateur ressent le bon frottement des alésoirs ^[196,197] lors de leur progression vers le milieu de la métaphyse distale du tibia, ceci confirmera donc la bonne position centromédullaire de l'implant qui va être posé et permettra d'éviter l'utilisation excessive de la fluoroscopie.

3-6- Alésage :

La plupart des auteurs ^[185, 188, 225, 245, 289,462,463] ont évoqué l'influence positive de l'alésage intra- médullaire de la diaphyse dans la prévention du retard de la consolidation osseuse voir d'un arrêt de la consolidation. Selon Kessler ^[434] cette technique assure une meilleure stabilité du foyer de fracture garantissant ainsi un appui précoce et un retour rapide à une activité normale.

Des auteurs tels que Taglang et Lefevre ^[385] ont insisté en 2018 sur le caractère précieux de l'alésage graduel et manuel en utilisant des alésoirs profonds et tranchants qui permettent d'éviter le blocage des alésoirs et mais surtout la nécrose thermique qui reste nuisible à la consolidation osseuse pouvant provoquer une pseudarthrose ^[375,461,464].

3-7- Verrouillage distal :

Devions-nous avouer que cette étape du processus de verrouillage nous était apparue moins simple que pour le verrouillage proximal. Pour la simple raison que nous ne disposons pas de guide de visée spécifique et que les portes clous dont nous disposons n'étaient pas forcément en parallèle à l'axe central du clou. D'ailleurs, pour pallier à ces anomalies, nous avons alors dû admettre que la technique de verrouillage à main levée que prônent beaucoup d'auteurs tels qu'Ehlinger en 2014 ^[26], Genlot et Schilling en 2018 ^[385] permet de diminuer considérablement l'incidence des fausses routes des vis distales déviées en dehors des orifices de verrouillage distaux.

Il fallait donc tirer la leçon de ces possibles fausses routes en ayant recours à quelques artifices décrits par certains auteurs tels que Laroche en 2011 ^[386] et Arletaz en 2012 ^[349] qui préconisaient l'utilisation d'une seringue de 50cc par exemple, perforée perpendiculairement par une broche de Steinmann qui sera maintenue par le piston. Après avoir vérifié sa bonne position en regard l'orifice de verrouillage distal et sa bonne hauteur dans le sens antéro-postérieur par un seul contrôle fluoroscopique, la broche sera enfoncée par la suite, à l'aide d'un marteau pour préparer une fois le méchage effectué le trajet de la vis de verrouillage.

Bien qu'il soit recommandé actuellement et ce depuis le début des années 2000 de pratiquer systématiquement un verrouillage statique pour toutes les fractures de os longs des membres inférieurs ^[22]. Pour El Moumni en 2016 ^[287] et Taglang en 2018 ^[385] il se trouve que le verrouillage proximal combiné au verrouillage distal procure une meilleure stabilité du membre fracturé en longueur et en rotation évitant ainsi la survenue de cals vicieux ou encore des déplacements secondaires.

4- Durée moyenne de l'intervention pour les patients de la première série de l'étude (mise en place d'un clou tibial centromédullaire alésé et verrouillé en statique) :

Tableau n°57- Durée moyenne d'un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes

Etudes	Origine	Année de publication	Durée moyenne de l'acte opératoire en minutes
---------------	----------------	-----------------------------	--

Bonnevialle [437]	France	2000	65 mn
Rehbi [415]	France	2004	67 mn
Tesson [22]	France	2004	69 mn
Kastouli [245]	UK	2006	61 mn
Sanders [324]	USA	2008	66 mn
El Moumni [287]	Pays-Bas	2016	63 mn
Notre étude	Algérie	2021	82 mn

Observons de près ces différents temps opératoires pour réaliser un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé de la jambe. Nous constatons qu'en moyenne ce délai est pratiquement le même pour tous les auteurs ci-dessus mentionnés avec une durée minimale de 30 minutes et une maximale de 120 minutes. Tandis, qu'il fut un peu plus long durant notre expérience avec une durée minimale de 50 minutes et une maximale de 150 minutes. La raison qu'on peut invoquer pour expliquer cette différence de temps, rappelons-le est de n'avoir pas eu en notre disposition un plateau technique constitué d'un guide de visée spécifique pour faciliter le verrouillage notamment le verrouillage distal dont la complexité est avérée. De plus, les portes-clous dont nous disposions n'étaient pas forcément parallèle à l'axe central du clou tibial pour assurer une bonne adaptation du clou vis-à-vis du pointeau dans lequel passe la mèche pour amorcer la corticale de l'os. Même si nous obtenions une image arrondie des orifices de verrouillage sur l'écran de l'amplificateur de brillance, parfois, il n'était guère évident de réussir du premier coup le verrouillage.

En revanche pour d'autres ancillaires cette étape peut être plus simple si le plateau technique recommandé pour mener à bien cette étape précieuse de l'enclouage. A titre d'exemple l'ancillaire de Grosse et Kumpf de Howmedica ^[27] ou celui du clou tibial T2 de Stryker disposant d'un viseur adapté pour simplifier le verrouillage ^[385]. Ou encore une nouvelle génération d'implants destinée à l'enclouage des fractures de l'extrémité distales du tibia possédant un système de stabilité angulaire ASLS (Angle Stable Locking System) ^[35] qui facilitent le verrouillage distal et par conséquent réduire le temps opératoire.

5- Durée moyenne d'exposition aux rayonnements ionisants pour les patients de la seconde série de l'étude :

Tableau n°58- Durée moyenne d'exposition aux rayonnements ionisants durant un enclouage centromédullaire verrouillé en statique de jambes

Etudes	Origine	Année de publication	Temps d'irradiation en secondes
Levin [465]	Uk	1987	16 s
Gugala [466]	UK	2001	20 s
Madan [667]	USA	2002	22 s
Rehbi [415]	France	2004	25 s
Notre etude	Algérie	2021	32 s

La durée d'exposition aux rayons durant l'enclouage des fractures de jambes de notre série semble sensiblement plus importante à celle décrites dans les études consultées. Car nous devons admettre surtout en début d'expérience que le temps opératoire qui nous ait été imparti pour réaliser un enclouage était plus long et par conséquent, nous utilisons plus la fluoroscopie. En cela, s'ajoute le verrouillage distal qui allonge en outre le temps opératoire [289, 297, 312,314]. C'est entre autre la raison pour laquelle plusieurs auteurs notamment Shamsudden [289] avait fait la promotion du verrouillage distal à main levée pour diminuer le temps opératoire et par conséquent, la durée d'exposition aux rayons X. En revanche, Selon Rehbi en 2004 [415], d'autres auteurs tels que Levin [465] qui avait indiqué en 1987 que la dose de rayonnement reçue pendant le verrouillage distal est semblable à celle reçue pendant l'insertion du clou et son verrouillage proximal. Cependant, comme nous l'avons rappelé plus haut que c'est bien la dextérité du chirurgien maîtrisant la technique qui permet de réduire considérablement le taux de rayonnement [57].

H- Evolution post-opératoire des patients de la seconde série de l'étude :

Pour certaines fractures ouvertes enclouées, nous recommandions tel que cela a été décrit en 2013 par Shubert [457], la mise de la jambe à la fin de l'intervention dans une attelle pendant 48h jusqu'à la résorption de l'œdème et la diminution de la douleur. La déambulation fut préconisée pour la majorité des patients dès le lendemain de l'intervention chirurgicale, hormis pour les polytraumatisés dont de l'état général nécessitait de facto un report de quelques jours.

1- Prophylaxie antibiotique et thromboembolique :

Pour lutter contre l'infection, une prophylaxie antibiotique et antitétanique doit être envisagée le plus rapidement possible avant tout acte opératoire. Les fractures ouvertes

sources irréfragables de contamination de l'os dont l'évolution se fait inéluctablement vers la gangrène qui mènera à l'amputation du membre ou carrément la mort. Cependant le choix de l'administration d'antibiotiques n'est pas clarifié.

Certains auteurs préconisent une monothérapie à base de Céphalosporine 4^e génération [457] et d'autres lui préfèrent la prescription d'antibiotique à large spectre pour parvenir à des taux très bas d'infection telle que l'Amoxicilline-Acide Clavulanique et Gentamycine [440] dont la durée varie en fonction du type anatomopathologique des fractures ouvertes. Quant à la maladie thromboembolique qui est une complication fréquente survenant en post-opératoire, la littérature médicale a démontré que cette complication est une source majeure de morbidité et de mortalité [468]. Néanmoins, toute intervention sur une fracture de la jambe est censée réduire considérablement le risque de survenue d'une embolie veineuse mais ne l'élimine pas [469,470]. C'est pour cette raison que nous n'avons pas eu d'autre choix que de mettre systématiquement tous les patients du second groupe sous héparinothérapie à bas poids moléculaire (HBPM) a été assuré dès le lendemain de l'intervention, et ce pendant 4 semaines. Pour nombre d'auteurs tels que Rehbi [415] qui préconisait en 2004 la prise d'HBPM jusqu'à au moins la reprise de l'appui partiel pour prévenir tout risque de survenue d'une thrombose veineuse particulièrement pour les patients à risque.

2- Reprise précoce de l'appui :

2-1- Reprise de l'appui total de l'appui pour les patients de la seconde série de l'étude :

Tableau n°59- Durée moyenne de la reprise de l'appui total après enclouage alésé et verrouillé des fractures de jambes :

Etudes	Origine	Année de publication	Reprise de l'appui post-enclouage des fractures de jambes en nombre de semaines
Clement [190]	France	1999	12 semaines
Bonnevialle [437]	France	2000	8 semaines
Rehbi [415]	France	2004	9 semaines
Tesson [22]	France	2004	10 semaines
Notre étude	Algérie	2021	10.7 semaines

En ce qui concerne la reprise d'une mobilité normale après enclouage des fractures de jambes, nous observons que les études ci-dessus mentionnées [190,437,415,22] sont toutes en faveur d'une reprise d'un appui total sur le membre opéré en moyenne 8 semaines après

l'intervention chirurgicale en ayant autorisé un appui partiel dès la 3^e semaine. Car la déambulation permet une meilleure perfusion tissulaire accélérant la cicatrisation des tissus mous ainsi que la consolidation osseuse.

3- Durée moyenne du séjour hospitalier des patients de la seconde série de l'étude :

Il a été constaté selon des études françaises ^[474] qu'une courte hospitalisation ou une chirurgie ambulatoire réduisaient allègrement le taux d'infections contractées en milieu hospitalier (infections nosocomiales notamment) ainsi que le risque de phlébite des membres inférieurs malgré une déambulation précoce et un traitement anticoagulant.

Par contre, le dernier congrès du collège américain de chirurgie qui s'est déroulé en 2021 ^[475] où il a été constaté certes, cette tendance à la diminution de la durée des hospitalisations depuis 2014, mais cependant, des chercheurs américains ont démontré le contraire.

En effet, selon ces auteurs, les séjours hospitaliers de longue durée réduisent significativement le risque de complications tardives et graves survenant en post-opératoires.

4- Durée moyenne de la consolidation osseuse après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes :

Tableau n° 60- Durée moyenne de la consolidation après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes

Études	Origine	Année de publication	Durée moyenne de la consolidation des fractures de jambe enclouées en semaines
Robinson [412]	USA	1995	16 s
Konnarth [471]	USA	1997	17 s
Rehbi [415]	France	2004	30 s
Tesson [22]	France	2004	20 s
Zizah [63,435]	Maroc	2017	20 s
Notre étude	Algérie	2021	16.9 s

Les études ci-dessus mentionnées ^[412,471,415,22,63,435] dont la nôtre, nous conduisent à conclure que la durée moyenne nécessaire à la consolidation des fractures enclouées de

jambes est de 16.9 semaines varie généralement avec un minimum de 14 semaines et un maximum de 20 semaines, parfois plus surtout dans les cas de retards du processus de remodelage osseux observés pour certaines fractures comme les fractures du quart inférieur ou les fractures ouvertes de la jambe [414,415,419,420,421,422,423,425,426,440].

D'ailleurs, Zizah [63] l'avait rappelé en 2017 que la consolidation des fractures de jambes bifocales est de loin plus longue que les fractures simples car la précarité vasculaire du segment intermédiaire est susceptible de provoquer des retards voir un arrêt de la consolidation. A l'inverse, les fractures de jambes sans atteinte de la fibula consolident plus rapidement. Toutefois, certains auteurs tels que Rehbi [415] rappellent que le délai nécessaire à la consolidation des fractures de jambes peut être évalué différemment d'une étude à une autre. Pour cet auteur, ce délai a été évalué à partir du jour où la déambulation de ses patients se caractérisait par une absence totale de douleurs du membre opéré et par conséquent, il fut plus long. Pour d'autres auteurs tels que le Nen [207] concernant une série de 140 fractures de jambes ouvertes réalisée en 2007 et Laffargue [409] qui évoquent les complications post-opératoires des fractures de jambes dans son étude publiée deux ans plutôt en 2005 marquées par des complications à type de pseudarthrose et de cals vicieux nécessitant de fait une reprise chirurgicale.

I- Complications de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes :

1- Complications liées à la technique d'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes :

1-1- Complications peropératoires :

1-1-1- Complications liées au verrouillage distal du tibia et fausses routes des vis distale :

Les défaillances d'ordre technique lors de l'enclouage centromédullaire que nous avons cité ci-dessus notamment l'étape complexe du verrouillage distal ou encore la nécessité d'ouverture du foyer de fracture dans les cas de fractures complexes a tendance à provoquer des lésions cutanées superficielles selon les données de la littérature (Tableau n°61).

Dans le tableau ci-dessous nous verrons qu'un bon nombre d'études publiées ont révélé ces lésions au niveau du revêtement cutané, d'ailleurs, en comparant nos résultats statistiques

avec les leurs, nous ne retrouvons pas de différence statistique avec une valeur de probabilité ($p=0.7509$).

Tableau n°61- Taux d'incidence des lésions cutanées superficielles post-enclouage des fractures jambes

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des lésions cutanées post-enclouage
Minhas [488]	USA	2015	2 %
Lian [489]	China	2015	5 %
Bilgili [490]	Turkish	2016	4 %
Briere [20]	France	2016	7.4 %
Notre etude	Algérie	2021	4 %

Nous devons cependant admettre que nous avons eu quelques incidents techniques en per- opératoire qui pouvait léser la peau telle qu'une fracture de mèche lors de son introduction dans l'orifice distal ou de la vis. De la même manière, nous rappelons que nous avons aussi relevé chez quelques malades en post-opératoire des cas des fausses routes voire une migration ou une déviation des vis en dehors des orifices du verrouillage distal susceptibles d'engendrer des ulcérations du revêtement cutané ^[491].

1-2- Complications post-opératoires précoces :

1-2-1 Syndrome des loges :

Tableau n°62- Taux d'incidence du syndrome des loges post-enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence du syndrome des loges après enclouage des fractures de jambe en pourcentage
Tischenko [477]	UK	1990	3-17 %
Mc Queen [476]	UK	1996	1- 2.7 %
Traversri [184]	France	2000	6 %
Shephred [462]	USA	2001	3 %
Tesson [22]	France	2004	0.9 %
El Moumni [287]	Pays-Bas	2016	1 %
Gross [478]	France	2016	1 %
Notre etude	Algérie	2021	1.38 %

En regardant de près ces résultats, nous constatons que le taux d'incidence du syndrome des loges (1.38%) recensé dans notre étude se rapproche sensiblement des séries internationales ci-dessus consultées telles que celles de Gross ^[478] et d'El Moumni ^[287] (2016) et, antérieurement, de Tesson ^[22] (2004) qui ont systématiquement alésé toutes les fractures de jambes ($p > 0.999$).

Par ailleurs, la littérature médicale ^[462] indique que la survenue d'un syndrome des loges après une fracture de la jambe peut être due à plusieurs facteurs dont certains font encore l'objet de nombreuses controverses. Faut-il rappeler que selon les constats déjà établis par certains auteurs que l'alésage intra médullaire a été invoqué dans l'apparition de cette complication en particulier chez les polytraumatisés ^[353,375,376].

Ces auteurs restent convaincus que c'est bien ce geste qui en est le premier responsable ^[434,461] dans la survenue de cette complication. Pour d'autres, tels que Tischenko ^[477] (1990) et

Gugala^[466] (2001) estimaient que ce n'est pas l'alésage du canal médullaire qui est responsable de la survenue d'un syndrome compartimental mais c'est bien la réduction sur le foyer de fracture ainsi que la traction exercée et même l'introduction du clou dans le canal médullaire qui sont les premiers facteurs de risque de survenue de cette complication avec des taux d'incidence pouvant même atteindre des proportions statistique de 17 %^[477]. D'ailleurs El Moumni [287], dans son étude comparative entre les clous alésés et les clous non alésés réalisée en 2016, n'avait pas retrouvé de différence significative dans le taux d'incidence concernant la survenue du syndrome des loges qui fut relativement faible (1 %). En revanche, Girard^[408] indiquait en 2001 que le syndrome compartimental pouvait survenir en l'absence d'alésage et son taux d'incidence peut atteindre les 7 % des cas. Dans le même sillage, d'autres auteurs tels que Mc Queen^[476] (1996) et Shephred^[462] en 2001 ont conclu que c'est bien la nature violente du traumatisme subi par les tissus mous et les deux os de la jambe qui pouvait être à l'origine d'une augmentation des pressions dans une des loges de la jambe.

Force est donc de constater que cette complication neuro-vasculaire de la jambe peut finalement survenir autant pour les fractures fermées que pour les fractures ouvertes en pré ou en post-opératoire. D'ailleurs, Mc Queen^[453] (1996) et Kohlprath^[472] en 2011 indiquaient que la présence d'une plaie dans les fractures ouvertes de jambes n'entraîne pas forcément une diminution de l'hyperpression dans l'une des loges de la jambe et qu'il y avait même une probabilité de survenue du syndrome des loges malgré le fait qu'il s'agisse d'une fracture ouverte. Par ailleurs, Traversari^[189] dans son étude sur les atteintes nerveuses dans les fractures de jambes réalisée en 2000, n'avait pas retrouvé de corrélation statistique entre la survenue de cette complication et l'âge des patients, alors que Menetrey^[222] dans une autre étude antérieure datant de 1998 avait quant à lui démontré le contraire, la prédisposition des jeunes patients âgés de moins de 30 ans ou ceux qui ont un volume musculaire important à faire ce type de pathologie, soit un syndrome compartimental avant ou après un enclouage centromédullaire d'une fracture de la jambe.

On se rappelle par ailleurs que le garrot pneumatique peut à son tour constituer un élément pourvoyeur de cette complication neuro-vasculaire et même d'un syndrome neuro-algodystrophique et qu'il valait donc mieux s'abstenir de le poser^[451,452]. Si nous n'avions pas relevé des cas de phlébite parmi nos patients, il n'en demeure pas moins que cette complication peut survenir dans les fractures de jambes opérées. En effet, selon les études consultées^[415, 468,469,470] la proportion des cas de phlébite rapportée en post-opératoire oscille

entre 2 et 9 %. En revanche, l'étude de Clement ^[190] publiée en 1998 lors du congrès de la société orthopédique française de l'ouest ^(SOO) ne mentionne aucun cas de thrombose veineuse après enclouage des fractures de jambes.

Toutefois, plusieurs auteurs tels que Bonneville et Mansat ^[225] recommandent en 1996 d'arrêter la prophylaxie thromboembolique (traitement à base d'héparine à bas poids moléculaire HBPM) qu'une fois après avoir autorisé une reprise de l'appui sur le membre opéré. Car pour ces auteurs, le risque de survenue des cas de phlébite dans les fractures de jambes reste, néanmoins, une probabilité. De plus, ils préconisent systématiquement le port de bas de compression (contention) en post-opératoire pour les deux jambes, et ce pour une durée qui oscillent entre 3 et 6 semaines en moyenne après l'intervention

1-2-2 Atteintes nerveuses après enclouage centromédullaire alésé et verrouillé dans les fractures de jambes :

Les recherches de Traversari ^[184] en 2000 se basant sur les conclusions de plusieurs auteurs notamment Menetry ^[222] ⁽¹⁹⁹⁸⁾ et Tornetta ^[463] respectivement en 1998, ont démontré que les facteurs favorisant la survenue des lésions nerveuses au niveau du segment jambier sont différents de ceux qui sont responsables de la survenue d'un syndrome des loges. Il en déduit qu'il n'y avait pas de concordance entre la survenue du syndrome des loges et les lésions nerveuses de la jambe. On le voit bien, ce constat est contraire à de nombreux auteurs tels que Moed ^[480] (1995) indiquant que la présence de lésions nerveuses après une fracture de la jambe est probablement l'apanage d'une augmentation des pressions inter tissulaires au niveau de l'une des loges de la jambe.

Tableau n°62- Taux d'incidence des atteintes nerveuses dans l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des lésions nerveuses de la jambe post-enclouage
Moed [480]	UK	1993	15 %

Boulu [479]	USA	1997	13 %
Travesari [184]	France	2000	18 %
Tornetta [463]	USA	2000	15.4 %
Notre etude	Algérie	2021	4.18 %

Le taux d'incidence recensé dans notre échantillon (4.1 %) est de loin inférieur par rapport aux séries internationales mentionnées ci-dessus [480,479,184,463]. Les résultats statistiques révèlent une différence significative ($p\text{-value} < 0.05$).

Ces atteintes nerveuses dont souffraient nos malades corroborent les hypothèses de Traversari [184] (2000) étant donné qu'elles ne présentent aucun lien avec un probable syndrome compartimental, à moins qu'il fut passé inaperçu comme cela a été démontré dans l'étude de Mc Queen [476] (1996). Nous avons demandé par ailleurs des EMG tels qu'ils ont été recommandés en 1997 par Boulu [479] au 8^e et au 45^e jour de l'intervention. Ces examens électromyographiques s'étaient révélés en faveur de lésions nerveuses sensitives et motrices du nerf fibulaire commun ou sciatique poplitée externe (SPE) dont la vulnérabilité est manifeste dans les fractures du col de la fibula ou lors d'un verrouillage proximal abusif [489].

Il est, par ailleurs, fort heureux que nos patients qui souffraient de cette neurapraxie aient pu récupérer au bout de quelques semaines quand bien même certains d'entre eux aient présenté un syndrome neuro-algodystrophique de la jambe qui selon certaines données de la littérature médicale [184] pouvait être aussi la conséquence de ces lésions nerveuses.

D'ailleurs, l'étude de Bonneville [225] (1996), a démontré que ce syndrome pouvait survenir dans 9% des cas après enclouage des fractures distales de jambes, tandis que ce taux se réduisait à un peu moins de 4% pour Rehbi [190], alors qu'il est nul pour Clement [190] dans sa série publiée en 1998 lors du congrès de la société orthopédique française de l'ouest (SOO).

1-2-3 Sepsis précoce post-enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes :

Tableau n°63- Taux d'incidence du sepsis dans les fractures enclouées de jambes (patients de la série n°2)

Etudes	Origine	Année de publication	Temps d'incidence
Patzakis [513]	USA	1986	3 %
Court-Brown [514]	UK	1992	4 %
While [512]	USA	1992	2.9 %
Jenny [359]	France	1994	5 %
Sanders [515]	USA	1994	3.3 %
Tesson [22]	France	2004	1 %
Lazzarin [516]	France	2004	6 %
Cheng-Yu [293]	Taiwan	2011	3.3 %
Notre étude	Algérie	2021	4.28 %

En comparant le taux d'incidence se rapportant au sepsis des fractures de jambes de notre échantillonnage avec un certain nombre de données recueillies dans d'autres recherches, nous constatons que celui-ci rejoint sensiblement les proportions ci-dessus rapportées [513,514,512,359,515,22,516,293] ($p=0.999$, pas de différence significative).

D'ailleurs, les études de While [512] et de Sanders [515] réalisées entre 1992 et 1994, montrent des variabilités statistiques du sepsis après enclouage centromédullaire de jambes mais qui semblent similaires entre les clous alésés et les clous non alésés. Cependant, l'origine septique des fractures de jambes fut invoquée par plusieurs auteurs tels que Tesson [22] (2004) et Thein [504] (2013) indiquant que cette question, peut être à l'origine de la pseudarthrose même si celle-ci est le plus souvent aseptique. De l'avis de certains auteurs [417,509, 510], à l'instar de certains facteurs liés au traumatisme initial tels que la comminution du foyer de fracture, la perte de substance et les fractures bifocales et même étagées, la présence de facteurs de comorbidité constitue aussi l'un des facteurs de risque dans la survenue du sepsis voire de la pseudarthrose. On peut citer en outre le diabète non équilibré, les vasculopathies, l'insuffisance rénale et la prise de certains médicaments comme les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS).

Enfin, selon d'autres études en particulier celles de Schmitz ^[511] et de Hernigou ^[502] publiée en 1999 et en 2013, le tabagisme chronique constitue également un facteur de risque qui influe négativement sur le processus de consolidation osseuse.

1-3- Complications post-opératoires tardives :

1-3-1- Retards de consolidation et pseudarthrose septique dans l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes :

Tableau n°64- Taux d'incidence des retards de consolidation et de pseudarthrose septique dans l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes

Auteurs	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des retards de consolidation	Taux d'incidence des pseudarthroses septique
Brumback [444]	UK	1989	10 %	2 %
Court-Brown [430]	UK	1995	15 %	8 %
Bonnevialle [437]	France	2000	10 %	5.2 %
Tesson [22]	France	2004	13 %	8 %
Giamoudis [446]	USA	2006	10 %	1.9 %
Zizah [435]	Maroc	2011	10 %	3.8 %
Thein [504]	Suisse	2013	10 %	5 %
Notre étude	Algérie	2021	8.57 %	2.85 %

Les retards de consolidation et de la pseudarthrose survenue après que nous ayons encloué certaines fractures de jambes semblent être comparables avec les données de la littérature ^[444,430,437,22,446,435,504]. D'ailleurs, il faut préciser que ces fractures ont été reprises chirurgicalement jusqu'à nécessiter parfois plusieurs interventions chirurgicales telle que mentionnées dans la littérature ^[22,504] pour obtenir la consolidation osseuse ($p=0.4234$).

Selon la plupart des chercheurs qui se sont intéressés à ces complications, plusieurs facteurs de risque ont été différenciés dont certains sont liés à l'état général du patient, ses antécédents mais aussi au type anatomopathologique de la fracture et de son traitement ^[504,505].

Cependant, malgré un traitement par enclouage centromédullaire alésé et verrouillé en statique et qui reste actuellement le traitement « gold standard » pour prévenir les

pseudarthroses de jambes, il est admis que certaines fractures de jambes même en étant simples, seront caractérisées par un processus de consolidation plus long. C'est le cas, par exemple, des fractures de jambes sans atteinte de la fibula que nous avons encloué d'emblée de façon dynamique dont certaines avaient, par la suite, consolidé plus longuement nécessitant de ce fait une fibulectomie en seconde intention. D'ailleurs, cette question a été traitée par de nombreux chercheurs tels que Obremsky ^[432] et Zizah ^[63,435] entre 2004 et 2011 qui ont suggéré un enclouage dynamique des fractures tibiales isolées associées de facto à une fibulectomie car celle-ci favorisera l'accélération de l'ostéogenèse et évitera de surcroît la survenue d'une pseudarthrose et même d'un cal vicieux ^[506].

Souvenons-nous enfin de la notion controversée de l'alésage intra médullaire dont certains auteurs avaient évoqué l'effet pseudarthrogène sur la consolidation osseuse et qui n'avait pour l'heure apporté de preuves tangibles. A contrario, la plupart des chercheurs en avaient même contesté la réalité au profit de cet alésage qui joue un rôle prépondérant dans la prévention de la survenue du retard de la consolidation ou de la pseudarthrose ^[287,463,501]. D'ailleurs, il a été démontré que dès lors où le canal médullaire est alésé, la fréquence de la pseudarthrose se réduisait à 1.9 % selon Giannoudis ^[446] (2006) et de 2 % selon Brumback ^[444] (1989). Tandis, qu'en l'absence d'alésage, ce taux peut atteindre jusqu'à atteindre 8 % et 15 % pour Court-Brown ^[430] (1995) dépassant même parfois les 20 % pour Diallo ^[503] (2020) dans le cas des fractures ouvertes.

1-3-2- Déplacements secondaires et cals vicieux post-enclouage des fractures de jambes enclouées :

Plusieurs auteurs ont insisté sur le caractère particulier des fractures distales de jambes dont les traits de fracture se situent entre 5 et 9 cm de l'interligne articulaire ^[439] et qui sont susceptibles de se déplacer secondairement ou d'évoluer vers des cals vicieux. A partir de travaux biomécaniques réalisés par des chercheurs à l'exemple de Morin ^[484] (2008) qui a démontré que l'ostéosynthèse systématique de la fibula distale avant d'enclouer le tibia permet d'une part, de faciliter la réduction du foyer de fracture tibial et d'autre part, de rétablir la longueur du membre évitant par la suite, tout risque de survenue d'un cal vicieux. Cette ostéosynthèse de la fibula renforce aussi la stabilité rotatoire initiale du tibia surtout en cas d'une rupture de la membrane interosseuse.

L'étude réalisée en 2010 par Bonneville ^[429] a démontré à son tour qu'après la fixation fibulaire, les axes tibiaux étaient mieux corrigés après réduction du foyer de fracture tibial. De la même manière, dans une autre étude de Robinson ^[482] réalisée plutôt en 1995 a indiqué que l'ostéosynthèse de la fibula associée à un enclouage centromédullaire de la jambe permet d'éviter la survenue des déplacements secondaires et des cals vicieux. C'est bien pour cette raison que nombre d'auteurs tels que Kumar ^[485] et Bouchekroune ^[426] avaient insisté entre 2003 et 2020 sur la nécessité de réduire et de fixer la partie distale de la fibula ou de la fracture malléolaire externe en cas de fractures distales de jambes pour pouvoir rétablir les rapports anatomiques et d'assurer une meilleure stabilité de la mortaise tibio-fibulaire évitant ainsi tout déplacement secondaire. Car celui-ci peut être aussi la conséquence d'un déficit du verrouillage distal bi-cortical en per-opératoire des fragments situés en dessous du foyer de fracture ou même d'une faillite de l'implant par une fracture du clou ou d'une torsion d'une vis du verrouillage distal en raison des contraintes varisantes et pseudarthrogènes du tibia. D'ailleurs, se fut le cas pour un de nos patients encloués pour une fracture du quart distale de la jambe qui n'a jamais consolidé et qu'il fallait reprendre de facto. C'est l'une des raisons invoquées par certains auteurs tels que Tyllianakis ^[483] (2000) et Diallo [503] ⁽²⁰²⁰⁾ pour stabiliser les fractures distales de la fibula afin de rétablir les rapports anatomiques de la mortaise tibio-fibulaire conservant ainsi les amplitudes articulaires physiologiques de la cheville. Cela dit, l'indication de réduire et de fixer systématiquement la fibula en cas de fractures de jambes n'est pas uniforme. Pour certains auteurs tels que Devilliers [21] ⁽²⁰⁰⁴⁾ et Bouchekroune ^[426] (2020), cette indication dépend du siège anatomique des lésions au niveau de la fibula.

En effet, il a été démontré que les fractures fibulaires hautes, et diaphysaires par exemple, ne sont pas concernées par cette ostéosynthèse car elles n'exercent pas de contraintes sur la mortaise tibio-péronière. A l'inverse, un grand nombre d'auteurs tels que Bone ^[487] (1997) et Winqvist ^[486] (2005) ne recommandent pas l'ostéosynthèse de la fibula quelque soit son siège anatomique, et ce pour plusieurs raisons :

Tout d'abord, ils considèrent que la fixation de la fibula transformerait la fracture des deux os de la jambe en une fracture isolée du tibia difficile à réduire par la suite, en raison de ses effets varisants et pseudarthrogènes induits par l'ostéosynthèse de la fibula ^[487]. Ensuite, parce que cette fixation a tendance à augmenter le risque d'infection cutanée provoquée par la nécrose de la peau incisée. D'ailleurs, Obremsky ^[432] et Manon ^[411] avaient indiqué entre

2004 et 2018 que la réalisation d'une fibulectomie dans le cas des fractures isolées du tibia favoriserait en effet l'accélération du processus de consolidation de la fracture tibiale enclouée.

Il n'en demeure pas moins que cette question complexe de l'ostéosynthèse de la partie distale de la fibula associée de facto à l'enclouage centromédullaire des fractures du quart distal du tibia suscite encore comme pour l'alésage intra médullaire de nombreuses controverses sans jamais aboutir à un consensus thérapeutique.

Tableau n°65- Taux d'incidence des déplacements secondaires et des cals vicieux post-enclouage des fractures de jambes

Auteurs	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des déplacements secondaires	Taux d'incidence des cals vicieux
Court-Brown [430]	UK	1995	-	3.2 %
Rehbi [415]	France	2004	8 %	4 %
Devilliers [21]	France	2004	11.3 %	22.6 %
Tesson [22]	France	2004	3.8 %	11 %
Bonnevialle [429]	France	2010	10 %	8 %
Bouhekroun [426]	Maroc	2020	-	12 %
Notre étude	Algérie	2021	1.38 %	4.16 %

Selon les données rapportées dans la littérature médicale, l'incidence des déplacements secondaires et des cals vicieux après enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes varie dans l'ensemble tels que celle rapportée par les auteurs ci-dessus mentionnés [430,415,21,22,429,426]. Ils représentent une valeur de probabilité statistique dont le résultat est statiquement significatif avec certaines études telles que celles de Devilliers ^[21] et Tesson ^[22] ($p < 0.05$).

Le déplacement secondaire de la fracture des deux os de la jambe recensé dans notre série était dû à plusieurs facteurs : d'une part, le clou fut verrouillé en distal par une seule vis

laquelle a été fracturée et d'autre part, nous avons déploré la fracture du clou lui-même après avoir autorisé la reprise de l'appui total. La majorité des auteurs tels que Nork ^[431] (2005) ou Bonneville ^[429] (2010) s'entendent à dire que le verrouillage de la partie distale du clou avec une seule vis s'avère être insuffisant pour fixer le fragment distal malgré un enclouage verrouillé en statique de la jambe. Nous rappelons que c'est l'une des raisons invoquées entre 2010 et 2020 par de nombreux auteurs tels qu'Ehlinger ^[38] et Bouchekroun ^[426] pour justifier la synthèse systématique de la fibula. Sans compter les différentes contraintes de traction, de torsion et de flexion auxquelles est soumis l'axe jambier lorsqu'il se retrouve en appui total et vont se répartir entre l'os et l'implant notamment sur la seule vis distale qui peut rompre avec le temps par sollicitation excessive ^[491]. D'ailleurs, Lefevre ^[492] indiquait en 1997 en France durant le congrès de la société française d'orthopédie et de traumatologie (SOFCOT) qu'il faut absolument verrouiller les fractures basses de jambes par deux vis de verrouillage distal pour éviter la fracture de la vis qui favorisera un probable déplacement secondaire.

L'autre raison invoquée par Tesson ^[22] (2004) pour expliquer les déplacements secondaires, est évidemment la fracture du clou qui bien qu'il reste un phénomène rare, peut malgré tout survenir suite à une absence de consolidation osseuse et non pas à une défaillance de l'implant. Cependant, l'auteur ajoute que les ruptures des implants s'effectuent le plus souvent au niveau des orifices de verrouillage et c'est pour cette raison qu'il insiste sur le verrouillage de tous les orifices distaux qui constituent une zone de fragilité qui peut se rompre à tout moment ^[493].

Concernant maintenant le taux d'incidence des cals vicieux dans les enclouages des fractures de jambes verrouillées, la littérature médicale évoque un taux plus ou moins élevé contrairement à celui de notre étude où il est relativement bas ^[22,409,410,411]. Cette mauvaise consolidation concernait particulièrement trois jeunes patients souffrant de fractures distales de jambes dont la réduction post-enclouage a provoqué une consolidation en flessum, en valgus et en rotation externe. Tout de même, il se peut que nous ayons pu sous estimer les cals vicieux rotatoires qui sont généralement diagnostiqués par tomodensitométrie (TDM) ^[437], alors que le seul cas de cal vicieux en rotation externe de notre série ne l'a été que cliniquement. Car un tel examen était pour le moins onéreux pour nos malades convalescents qui étaient en arrêt de maladie et ne percevaient pas de salaires. Par ailleurs, il a été démontré dans les études réalisées en 2004 par Devilliers ^[21] (2004) et Tesson ^[22] (2004) que plusieurs facteurs favorisent la survenue de cals vicieux en post-opératoire tels que les défauts de

réduction du foyer de fracture lors de l'insertion d'un clou court, son mauvais centrage distal, et une prescription d'une dynamisation précoce pour favoriser la compression du foyer de fracture. Mais ces deux auteurs ^[21,22], suggèrent également que l'âge et le siège de la fracture peuvent aussi influencer la formation de ces cals vicieux. Par exemple, l'os ostéoporotique des personnes âgées entraînerait un mauvais vissage distal au point de provoquer un défaut d'ostéosynthèse et une perte de réduction ^[412] à l'origine de cals vicieux sagittaux. Quant au siège des fractures, d'autres auteurs tels que Bonneville ^[429] avaient constaté en 2010, que la zone susceptible de se compliquer de cals vicieux frontaux est la partie distale de la jambe en raison des difficultés rencontrées pour verrouiller les fragments distaux ^[414,415]. Tandis, que Freedman indiquait à son tour dans sa série que ces cals vicieux étaient plus fréquents lors de l'enclouage des fractures proximales qui sont le plus souvent secondaires à un mauvais point d'entrée du clou qui peut dévier et prendre une direction latéralisée ou médialisée.

Enfin, pour Rehbi ^[415] (2004) les cals vicieux rotatoires sont le souvent observés dans les fractures bilatérales de la jambe.

1-3-3- Douleurs du genou après enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes :

Tableau n°66- Taux d'incidence des douleurs du genou dans les enclouages centromédullaire verrouillé des fractures de jambes

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des douleurs du genou post-enclouage de jambes
Mochida [459]	USA	1995	17 %
Tifford [460]	USA	2000	15 %
Gugala [466]	USA	2001	14 %
Le Juge Toivoneux [393]	USA	2002	16 %
Vaisto [390]	USA	2004	19 %
Tesson [22]	France	2004	8.9 %
Kastouli [353]	UK	2006	13 %
Kamariarakis [450]	USA	2011	15 %

Notre étude	Algérie	2021	12.85 %
-------------	---------	------	---------

Il nous a été donné de constater que le taux d'incidence des douleurs du genou survenant après enclouage centromédullaire des fractures de jambes corroborent en grande partie les données des recherches consultées [459,460,466,393,390,22,353,450]. D'ailleurs, aucune différence significative ne fut relevée étant-donné que la valeur de probabilité $p=0.567$.

On retrouve dans la littérature médicale [353,390,393,466] plusieurs hypothèses formulées par des chercheurs qui se sont intéressés à cette question mais sans pour autant en apporter une preuve irréfutable. Il n'en demeure pas moins que pour ces chercheurs, d'autres facteurs seraient à l'origine de ces douleurs. Par ailleurs, des auteurs tels que Mochida [459] et Tifford [460] indiquaient déjà entre 1995 et 2000 qu'une incision verticale du tendon patellaire permettant d'aborder la surface reto-spinale entraînerait forcément une section des fibres tendineuses risquant aussi de provoquer par la suite un névrome du nerf saphène interne par traumatisme de sa branche inférieure. D'un autre côté les travaux de Skood [494] et Kamariasis [389] datant de 2001 et de 2011, avaient démontré l'existence d'une corrélation entre la douleur du genou et la migration du clou en dehors du canal médullaire. Ils constatent que cette migration peut provoquer de nombreux microtraumatismes lors de la mobilisation du genou avec pour effet une tendinite du tendon patellaire. Hernigou [496] (2000) considère pour sa part, que c'est la saillie de la partie proximale du clou dans l'articulation qui peut léser la branche inférieure du nerf saphène interne au niveau de la graisse de Hoffa ainsi que les ménisques internes ou les plateaux tibiaux latéraux. Car selon Mc Connell [497] (2001), ces zones anatomiques sont considérées comme des zones à haut risque dans la survenue des douleurs du genou.

C'est dire, que le choix d'un point d'entrée optimal du clou, sa taille et son diamètre ainsi que le bon positionnement des orifices de verrouillage doivent obéir selon Orfaly [498] (1995) à des critères précis d'évaluation afin d'éviter ces préjudices.

Par contre, Court-Brown [499] et Devitt [500] indiquaient entre 1997 et 1998 que la douleur du genou pouvait être due à la rétraction du tendon patellaire pour aborder la corticale de l'os provoquant aussi une augmentation de la pression au niveau de la facette latérale ou médiale de la Patella.

J- Résultats fonctionnels observés pour les patients de la seconde série de l'étude:

Il s'agit à présent, de rappeler dans ce dernier chapitre, les résultats fonctionnels obtenus de cette seconde série des patients étudiés que nous soumettons à une brève comparaison avec les différentes données de la littérature médicale. Faut-il rappeler, que ces résultats ont reposé sur plusieurs critères parmi lesquels par ailleurs ;

- L'évaluation clinique et radiologique de la durée et du taux de consolidation osseuse.
- Le rétablissement des axes anatomiques après enclouage du segment jambier dans les trois plans frontaux, sagittaux et horizontaux .
- La recherche d'un processus infectieux (sepsis).
- Enfin, l'évaluation de la fonction locomotrice du membre inférieur en appréciant les amplitudes articulaires du genou et de la cheville par rapport au membre sain. Pour ce faire, nous nous sommes référés aux scores d'évaluation fonctionnelle de Koos [274] et d'Olerud [517].

Une fois ces éléments étudiés, nous avons, par la suite, classé et interprété les résultats obtenus de l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures de jambes en reposant entre autre sur l'existence ou non d'un défaut de réduction, ainsi que sur la recherche des anomalies concernant les amplitudes articulaires post-opératoires.

1- Très bons résultats :

Les bons résultats ont été observés pour les patients suivants qui ont bénéficié :

- D'une durée moyenne de consolidation osseuse égale ou inférieure à 18 semaines et un taux de consolidation atteignant les 100 %.
- Une réduction anatomique parfaite ou satisfaisante.
- L'absence d'un sepsis sur matériel.
- Une récupération totale de la mobilité du genou et de la cheville.

2- Bons résultats :

Les résultats ont été jugés moyens pour les malades présentant quelques anomalies suivantes :

- Une durée moyenne de consolidation osseuse égale ou inférieure à 20 semaines indiquant un léger retard de consolidation estimé selon un taux de consolidation de 80%.

- La présence de cals vicieux frontaux, sagittaux ou rotatoires inférieurs à 10°.
- Une diminution des amplitudes articulaires du genou et de la cheville mais sans conséquences sur la locomotion.

3- Résultats moyen ou mauvais :

Ceux-ci ont été observés dans les cas suivants :

- Un arrêt du processus de consolidation osseuse ou pseudarthrose aseptique.
- La présence d'un sepsis incoercible de la jambe pouvant aboutir à une pseudarthrose septique ou à une amputation du membre.
- La présence de cals vicieux supérieurs à 10°.
- Raideur importante du genou et de la cheville limitant la locomotion.

Nous avons pu apprécier nos résultats fonctionnels post-enclouage des fractures de jambes selon les critères ci-dessus mentionnées en nous basant sur les variabilités statistiques observées dans le tableau ci-après :

Tableau n°67- Taux d'incidence des résultats fonctionnels post-enclouage des fractures de jambe.

Etudes	Origine	Année de publication	Taux d'incidence des résultats fonctionnels post-enclouage des fractures de jambes		
			Très Bons résultats	Bons résultats	Moyen ou mauvais résultats
Traversari [184]	France	2000	84 %	10 %	6%
Tesson [22]	France	2004	79 %	17.5 %	3.5 %
Rehbi [415]	France	2004	82.1 %	15.9 %	3 %
Devilliers [21]	France	2004	83 %	15 %	2 %
Rozbruch [517]	USA	2008	89.3 %	4.2 %	6.4 %

Zizah [435]	Maroc	2011	77 %	19 %	3.8 %
Benali [518]	Maroc	2011	60.6 %	27.3 %	12 %
Koné [519]	Mali	2020	80 %	17%	3 %
Notre étude	Algérie	2021	82.85%	12.85 %	5.7 %

On peut lire que les résultats fonctionnels obtenus avec un recul de 6 et 12 mois après l'enclouage tibial sont en faveur d'une bonne évolution clinique pour la majorité des patients traités. En cela, ces résultats rejoignent sensiblement ceux des séries internationales consultées ^[184,22,415,517,435,518,519] (p-value=0.19).

On peut alors conclure que les résultats cliniques et radiologiques post-opératoires pour les patients de cette seconde série de notre étude ont d'autant plus été aussi très satisfaisants qu'ils ont permis de réhabiliter la fonction de locomotion du membre concerné. Ce constat résulte de la présence de bonnes amplitudes articulaires au niveau du genou et la cheville.

Dans cet ensemble de cas, il en résulte les observations suivantes concernant les 70 patients de la seconde série de notre étude :

- 58 patients, soit une proportion de 82.85 % parvenaient à se mouvoir seuls sans tuteurs externes et présentant de bonnes amplitudes articulaires au niveau du genou et de la cheville. Ces résultats sont considérés comme étant de très bons résultats fonctionnels.
- 9 patients se déplaçaient avec une seule béquille, soit une proportion de 12.85% souffrant de légères douleurs du genou qui se sont tariées au bout de 24 semaines après l'intervention. Parmi ces malades, certains d'entre eux présentaient des retards de consolidation ou même une protrusion des implants verrouillés initialement en dynamique. Après l'ablation des clous, aucune diminution des amplitudes articulaires du genou et de la cheville ne fut constatée au dernier recul (12 mois). Nous avons considéré ces résultats comme étant de bons résultats fonctionnels.
- Enfin, les 3 derniers malades se déplaçaient au moyen d'un ou deux tuteurs, soit un taux d'incidence de 5,7% des cas. Parmi ces patients, nous distinguons :

- 1 cas de déplacements secondaires suite à des fractures des implants (clou et vis distale) qui ont nécessité une reprise chirurgicale.
- 1 cas de cals vicieux dans le plans frontal (valgus) et sagittal (flessum) entre 5 et 9° ayant provoqué un raccourcissement du membre de moins de 1cm mais sans conséquence fonctionnelle sur la locomotion.
- Un dernier patient souffrant d'une ostéomyélite chronique (sepsis) nécessitant une ablation des implants et leur remplacement par un fixateur externe. Il s'est vu malheureusement amputer de la jambe au bout de 18 mois d'évolution.

Nous avons classé ces patients dans la catégorie des patients dont les résultats sont peu satisfaisants (moyens et mauvais).

En ce qui attrait aux cals vicieux frontaux, sagittaux et rotatoires post-opératoires, nous rappellerons ici que les facteurs favorisant leur apparition sont nombreux [21,22,415,426,429,430,437]. On peut citer certains d'entre eux tels que les défauts de réduction en peropératoire, une défaillance du verrouillage distal, et dans le cas de la pose d'un implant raccourci. Ces déviations angulaires et rotatoires survenues chez certains de nos patients n'ont pas induit de restrictions dans leurs activités quotidiennes, aussi bien les avons nous classé dans la catégorie de bons résultats. A titre de comparaison et en nous fondant sur les études de Rehbi [415] et de Devilliers [21] en 2004, on peut dire que les cals vicieux de moins de 10° n'avaient pas de conséquences fonctionnelles sur le genou et la cheville.

De plus, selon les données rapportées dans la littérature, ces cals vicieux sont généralement compensés par des phénomènes d'adaptation. En effet, pour Devilliers [21], certains auteurs tels que Van Der Schoot [520] indiquait en 1996 que les valgus de moins de 10° sont compensés par l'articulation tibio-astragaliennne et sous astragaliennne. Par contre les flessum le sont par la dorsi-flexion de la cheville, et à l'inverse, en cas de recurvatum par la flexion du genou. Tandis que les cals vicieux par rotation externe de la jambe sont compensés d'après Bonneville [429] (2010), par une rotation interne l'articulation coxo-fémorale.

4- Evaluation clinique :

Basée sur l'évaluation post-opératoire de la marche à la recherche de :

- Douleurs du genou occasionnant une boiterie.
- D'un déficit dans les amplitudes articulaires du genou et de la cheville.

- L'appréciation des morphotypes du squelette jambier dans les trois plans.
- Enfin, l'appréciation de la longueur du membre opéré qui doit être systématique en le comparant avec le membre sain.

Cette évaluation a été réalisée sur nos patients en position debout en appui bipodal et en position couchée en décubitus dorsal avec les deux jambes en adduction et les deux rotules au zénith.

Nous avons ensuite, calculé au travers de doigts, l'écart entre les deux condyles et les deux malléoles ainsi que la longueur du membre opéré par rapport au membre sain.

5- Evaluation radiologique :

5-1- Evaluation des cals vicieux frontaux :

Réalisée sur des clichés radiologiques post-opératoires du tibia de face en traçant deux droites. La première droite, a été tracée suivant le centre de la fracture, et la seconde sur l'axe anatomique du fragment proximal et du fragment distal du tibia.

Par la suite, nous avons mesuré chez ce patient la déviation angulaire en calculant l'angle entre les deux droites retrouvant une déviation angulaire frontale en valgus de 6°. Ainsi, nous avons déduit qu'il s'agit d'un cal vicieux mineur ne nécessitant pas une reprise chirurgicale pour corriger la réduction. Cependant, le raccourcissement du membre opéré était de moins de 10 mm par rapport au membre sain.

D'ailleurs la majorité des auteurs tels que Konarth ^[471] (1997), ont démontré qu'un raccourcissement du membre de 10 mm serait à l'origine d'un cal vicieux mineur et n'entraînant en aucun cas des conséquences fonctionnelles.

5-2- Evaluation des cals vicieux sagittaux :

Par contre, cette évaluation s'est effectuée sur des clichés radiologiques du tibia de profil en traçant deux droites parallèles à l'axe anatomique du fragment proximal et du fragment distal. La déviation angulaire sagittale en flessum pour nos patients était de 7° et de 5°.

L'étude de Clement ^[190] présentée dans la série de la société française de l'ouest en 1998 a démontré que les cals vicieux en flessum de moins de 10° étaient considérés comme asymptomatiques ne nécessitant pas forcément de correction.

5-3-Evaluation des cals vicieux horizontaux :

Pour cette dernière évaluation, nous avons mesuré l'orientation du 2^e rayon par rapport à la verticale parallèle au canal médullaire du fragment proximal du tibia au fragment distal. Nous avons retrouvé un cal vicieux en rotation externe de 6° qu'on a considéré comme mineur car compensé par l'articulation de la hanche ^[429].

Enfin, notons que selon les données de la littérature médicale, la notion de cal vicieux est définie pour les déviations supérieures à 10° pour les valgus, les flectum ou les recurvatum, tandis, qu'elles sont d'au moins 5° pour le varus ^[21, 190,415,427, 429,431].

Il est temps à présent de mettre un terme à ce travail qui aura exigé comme on peut l'imaginer, des années de d'investigation théoriques et de pratique clinique. Nous le ferons en reprenant de manière méthodique les principales hypothèses qui ont servi de point de départ à nos investigations et les constats aux quels nous avons abouti concernant la technique chirurgicale de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures des os longs du membre inférieur.

IV

RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Recommandations :

- ❖ Dans les pages qui précèdent, nous pensons avoir pu démontrer que le contrôle opératoire de l'axe et de la rotation de la jambe, celui du fémur en particulier, constitue lors d'un enclouage centromédullaire un problème en l'absence de table orthopédique. En effet, l'enclouage d'une fracture du fémur chez un patient installé en décubitus latéral sur une table ordinaire ne semble pas indiquée du fait que cette partie du membre est soumise à des contraintes à mêmes d'engendrer des troubles torsionnels à l'origine, par la suite, de cals vicieux. Le même constat vaut pour le segment jambier : l'enclouage est tout à fait envisageable pour celui-ci mais parfois au prix d'une mauvaise réduction, elle aussi susceptible d'entraîner des cals vicieux post-enclouage. Qui plus est, l'enclouage de la jambe sur une table ordinaire nécessite la présence permanente d'un aide durant toute la durée de l'intervention quasiment, et cela aux fins de maintenir le tibia dans son axe pour ne pas perdre le bénéfice de la réduction obtenue, en laissant la jambe pendante et mobile, nous risquons de réduire la qualité de réduction.

Pour les raisons précédentes, les chercheurs de l'école française strasbourgeoise recommandent vivement l'installation sur la table orthopédique autant pour les patients souffrant de fractures du fémur que ceux atteints de fractures de jambes. La table opératoire permettra, selon ces derniers, de bloquer l'axe du membre et de contrôler scrupuleusement la rotation au moment de l'introduction du clou du fait de l'immobilisation du pied et de la jambe et leur tractation au moyen d'une broche trans-calcanéenne. Sinon une réduction insuffisante après enclouage rendrait le verrouillage distal défaillant et source de déplacements secondaires.

- ❖ Nos résultats comparés à ceux de séries étrangères nous autorisent à recommander de ne pas mettre en place un garrot pneumatique lors d'un enclouage avec alésage. Des embolies pulmonaires fatales ou sévères ont été rapportées dans la littérature, particulièrement après un l'alésage du canal médullaire. Des études ont aussi démontré que le garrot pneumatique pouvait être un élément pourvoyeur d'autres complications vasculaires ou neurologiques telles que le syndrome des loges ou le syndrome neuroalgodystrophique. A partir de là, il serait plus judicieux de s'abstenir de le poser.

Recommandations et perspectives

- ❖ L'alésage intra médullaire fait encore l'objet de nombreuses controverses thérapeutiques. Certains auteurs lui imputent la responsabilité de la survenue de l'embolie graisseuse en post-opératoires et même d'un syndrome des loges de la jambe. Par contre, la majorité le recommandent systématiquement le considérant, de part son rôle ostéogénique, comme un moyen permettant d'accélérer et de renforcer la consolidation osseuse quelque soit le type anatomopathologique de la fracture. Il permettrait alors de réduire significativement le taux d'incidence des pseudarthroses.
- ❖ La plupart des auteurs recommandent depuis le milieu des années 2000 l'enclouage verrouillé en statique des fractures des os longs. Si le verrouillage statique n'était indiqué auparavant que pour les fractures du tiers supérieur ou inférieur, le verrouillage du clou de façon statique a été aujourd'hui systématisé pour toutes les fractures du fémur et de la jambe, hormis quelques cas de fractures simples isolées du tibia (sans atteinte de la fibula) pour lesquelles un verrouillage dynamique reste indiqué. Ceci dit, nous recommandons à partir de nos constats que le verrouillage proximal doit s'effectuer avec la jambe en extension complète pour permettre la neutralisation des forces de déformation des fragments proximaux causées par la contraction du quadriceps. Cette position permet aussi d'évaluer, même si ce n'est qu'approximativement, l'alignement rotationnel des fragments avant le verrouillage.

Concernant le verrouillage distal, nous admettons en l'absence du système de visée avec ancillaire spécifique la complexité de la manœuvre qui se situe dans la visée à main levée des orifices distaux des clous. En effet, le verrouillage distal, autant pour le fémur que pour la jambe, peut être en l'absence du matériel spécifique source de complications mécaniques de type fausses routes. De ce fait, nous recommandons de mettre à disposition de nos blocs opératoires ce système de visée, surtout lors du verrouillage de la partie distale de la jambe. Celle-ci restant, comme nous le savons, défavorable à la stabilité du clou car caractérisée par un élargissement métaphysaire à l'origine d'un défaut de contact avec la corticale endomédullaire.

Ajoutons à ce qui précède que le verrouillage distal expose à une irradiation induite par la fluoroscopie, à moins, là aussi, de disposer d'un matériel spécifique qui réduira le temps opératoire et l'exposition aux rayons nocifs autant pour la santé du chirurgien que celle du patient et du personnel du bloc opératoire. Cela explique pourquoi nombre de concepteurs se sont attelés à développer des systèmes de visée optiques, à lasers, magnétique et même de

navigation informatisée. Autant de prouesses techniques qu'on désigne aujourd'hui sous l'appellation de « chirurgie assistée par ordinateur » et qui permet un ciblage automatique des orifices du verrouillage proximal et distal pour réduire les risques encourus.

Enfin, la majorité des auteurs préconisent le verrouillage systématique des clous à leur partie distale avec deux vis de verrouillage, surtout pour les fractures distales, et cela pour d'éviter la survenue de complications mécaniques telles que les déplacements secondaires ou les ruptures de vis comme c'est le cas lors de l'utilisation d'une seule vis de verrouillage distal. L'utilisation de la seconde vis présente l'avantage d'atténuer les contraintes mécaniques et les déformations exercées sur la première vis de verrouillage plus sollicitée.

- ❖ L'ostéosynthèse systématique de la fibula dans les enclouages des fractures distales du tibia suscite un grand intérêt. Certes, et comme c'est le cas pour l'alésage, les nombreuses controverses que celles-ci ont suscitées n'ont pas permis d'établir un consensus thérapeutique. Bien que nombre d'auteurs aient pu en démontrer les bienfaits, dont celui de restituer plus facilement les rapports anatomiques de la cheville et de lui garantir une meilleure stabilité, d'autres n'en ont pas admis l'indication arguant le fait que la fixation de la fibula risquerait de compliquer la réduction du tibia et favoriser la survenue d'une pseudarthrose ou même d'entraîner des infections cutanées en raison de la précarité de la peau à cet endroit.
- ❖ Les données récentes de la littérature nous autorisent à recommander l'arrêt de la prophylaxie thromboembolique une fois que la reprise partielle de l'appui eut été autorisée. Le risque de survenue d'une phlébite (ou thrombose veineuse profonde) après un enclouage demeure patent. C'est pour cette raison qu'il est préconisé le port systématique de bas de contention pour les deux jambes sitôt l'intervention terminée et cela pour une durée moyenne de 4 à 6 semaines.

Perspectives :

Comme chacun sait, il n'est pas de recherche scientifique achevée, ni de résultats définitivement établis car toute recherche est supposée ouvrir la voix à de nouvelles investigations permettant de donner aux résultats déjà acquis de nouveaux approfondissements que d'autres chercheurs que nous même pourrions mener sur le thème de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé en l'occurrence.

Recommandations et perspectives

Il va sans dire que si nous avons eu l'impression durant tout au long de ce travail, que nous avons réussi le tour de la question, il est vite apparu certaines complications liées à la technique chirurgicale ainsi que d'autres apparues en post-opératoire mais dont l'évolution fut favorable pour la majorité de nos patients.

Cette recherche doctorale n'est qu'une ébauche qui mérite d'être poursuivie sur une taille d'échantillon et une durée de recul importante.

V

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale :

Les fractures des os longs des membres inférieurs constituent un problème de santé publique car elles représentent l'une des principales causes d'hospitalisation dans les services de chirurgie orthopédique et de traumatologie. Leur prise en charge est médico-chirurgicale nécessitant l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire particulièrement lorsqu'elles surviennent dans un contexte de traumatisme violent à l'origine d'un tableau clinique de polytraumatisme. Selon les données publiées par l'organisation mondiale de la santé ^(OMS), le coût de cette prise en charge a tendance à augmenter à travers le monde notamment en Algérie d'une manière exponentielle avec les différents traumatismes auxquels sont exposées les personnes de tout âge, en particulier, les jeunes mais aussi les personnes âgées ostéoporotiques.

Cependant, nous avons vu durant ce travail de recherche qu'en matière d'incidence, les fractures des os longs des membres inférieurs sont dues en général à des traumatismes de nature violente dont sont victimes surtout les jeunes patients lors des accidents de la circulation (2 %) et de la voie publique (66%), mais encore, par la pratique de certaines activités professionnelles et sportives (3%). Tandis que pour les personnes âgées ostéoporotiques, ces traumatismes sont moins violents certes, mais ils sont souvent à l'origine de fractures car ils surviennent après des chutes particulièrement à domicile (11%). Il n'en demeure pas moins, que ces fractures peuvent survenir en dehors de tout contexte traumatique violent, par exemple, c'est le cas des fractures dites pathologiques observées lors de certaines pathologies congénitales, ou encore dans à la suite de localisations osseuses secondaires chez le sujet âgé.

Il est en effet établi selon les données rapportées dans la littérature médicale que la technique de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé qu'elle repose sur des objectifs curatifs ou préventifs soit l'indication opératoire de choix dans le traitement des fractures diaphysaires du fémur et du tibia qu'elles soient d'origine traumatique comme les fractures fraîches fermées ou ouvertes ou même anciennes non consolidées (pseudarthrose) ou encore les fractures dites pathologiques (fractures d'origine tumorale ou celles survenant sur une pathologie congénitale). Il a été démontré que cette technique offrait des résultats de guérison probants et malgré les complications qui peuvent en découler car elle a pour avantage de procurer une meilleure stabilité et plus de solidité de montage nécessaires à l'obtention d'une consolidation osseuse rapide. En cela, elle permet d'offrir la possibilité d'une reprise précoce

de l'appui autant pour les sujets jeunes que pour les personnes âgées vulnérables aux complications liées au décubitus prolongé. Au reste et à ce sujet, cette technique d'ostéosynthèse à foyer fermé permet de conserver l'hématome fracturaire ainsi que la vascularisation périphérique, nécessaires à l'obtention de délais de consolidation plus courts, et à la réduction du risque de survenue des lésions cutanées et infectieuses contrairement aux autres techniques d'ostéosynthèse extra-médullaire.

Nous nous sommes efforcés tout au long de cette recherche qui aura exigé comme on peut l'imaginer, des années d'investigation théoriques et de pratique clinique durant lesquelles nous avons formulé des hypothèses afin d'apporter la preuve selon les constats aux quels nous avons abouti que l'indication de la technique de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures des os longs du membre inférieur s'impose dans un ensemble de situations traumatologiques et pathologiques.

Cette recherche s'est fondée sur une étude mono-centrique prospective ciblant pas moins de 107 malades, 78 hommes et 29 femmes dont l'âge moyen est de 37.15 ans chez qui l'indication d'un enclouage centromédullaire alésé et verrouillé de façon statique le plus souvent ou dynamique justifiait le traitement chirurgical des fractures des os longs porteurs. Sur l'ensemble de ces malades, nous avons recensé 37 patients qui ont été traités pour des fractures du fémur et 70 autres patients pour des fractures fermées de jambes, toutefois, certains d'entre eux souffraient de fractures ouvertes de type 1 (13.88%) et de type 2a (2.7%) de la classification de Gustillo et Anderson. Parmi ces malades, ils y avaient des patients pour la plupart jeunes victimes de traumatismes violents et certains d'entre eux plus exposés aux fractures ostéoporotiques de la diaphyse fémorale (83.8%) ou dans certains cas associées à des fractures du col fémoral (13.5%). Par ailleurs, il faut savoir que nous nous sommes confrontés à poser cette indication opératoire pour des patients souffrant de fractures anciennes pour lesquelles ils ont déjà été traités soit chirurgicalement (10.81%) ou soit par une immobilisation plâtrée (2.85%), et dont l'évolution s'est faite vers l'absence de la consolidation osseuse (pseudarthrose) (10.8 %).

Enfin, nous rappelons que certains malades de notre échantillon étaient atteints de fractures pathologiques (fractures fémorales d'origine tumorale provoquées par des localisations osseuses secondaires) (8.1%) ainsi que les fractures de fatigue observées chez des sportifs (1.38%) ou encore les fractures dues à des pathologies congénitales (2.7%).

Nous nous sommes employés tout durant ce travail, d'une part, à faire l'analyse détaillée des données épidémiologiques, cliniques, radiologiques et thérapeutiques en nous basant sur une analyse statistique résultant de la quantification des observations menées sur le terrain. Et d'autre part, cette approche nous a permis par la suite, de comparer les résultats fonctionnels (cliniques et anatomiques) obtenus pour chaque malade respectivement discutés sur la base de données de la littérature médicale.

En ce qui attrait aux complications médico-chirurgicales (33.76%) de cette technique d'ostéosynthèse des fractures du fémur et de jambes, ce travail nous a permis aussi de mettre en exergue, d'une part, les complications mécaniques (liées à la technique) et d'autre part, les complications médicales auxquelles nous avons dû faire face en per et en post-opératoire. En nous référant aux différentes recherches concernant ces complications, il en résulte que l'expérience du chirurgien joue un rôle prépondérant en matière d'acte chirurgical aussi bien en ce qui concerne le temps opératoire qu'en ce qui relève de sa qualité finale. D'ailleurs, nous avons fait nous-mêmes ce constat car nous nous sommes confrontés surtout en début d'expérience à des difficultés techniques dans la pose et le verrouillage des clous. On se souvient des cas de déviations (fausses routes) (9.35%) prises par les vis en dehors des orifices distaux par absence, faut-il le rappeler, d'un système de visée. Ou encore de certaines complications post-opératoires comme un déplacement secondaire survenant suite à une fracture des implants (clou et vis) (1.38%) ou les troubles correctionnels à l'origine de cals vicieux (4.16%) mais fort heureusement asymptomatiques sans aucune conséquence sur la fonction locomotrice du membre. En ce qui concerne les douleurs post-enclouage de la hanche (8.91%) ou du genou (12.85%), il convient cependant de reconnaître que cette question pour le moins complexe a suscité notre intérêt et d'ailleurs c'est le cas pour de nombreux chercheurs en raison de leurs étiologies qui demeurent imprécises. Il n'en demeure pas moins, que plusieurs hypothèses ont été formulées par les chercheurs qui se sont intéressés à cette question sans pour autant en apporter une preuve tangible. En revanche, nous avons constaté cependant une corrélation entre l'apparition des douleurs du bassin ou du genou et la remontée des implants en dehors des orifices d'entrée (5.2%) ou alors même la saillie des vis de verrouillage dans les parties molles (11.11%).

Quant aux complications médicales survenues en post-opératoire telles que les complications infectieuses (sepsis) (3.49%) qui ont nous ont conduits à un arrêt de la consolidation osseuse (PSD aseptique) (2.85%) et malheureusement vers une l'amputation d'un des membres (1.38%). Ou encore d'autres complications qui font l'objet de nombreux

débats, comme le syndrome des loges (1.38%) par exemple lors des fractures tibiales ou même le risque de survenue d'une embolie graisseuse (5.4%) en particulier chez le polytraumatisé. D'ailleurs, cette complication représente une des complications les plus redoutées autant par le chirurgien que par les médecins-anesthésistes car cette complication constitue, comme on le sait, un facteur de morbidité pulmonaire, voire de mortalité. C'est entre autre pour cette raison que la majorité des chirurgiens recommandent vivement de stabiliser rapidement les différents foyers de fractures une fois l'urgence vitale circonscrite. Contrairement à certains d'entre eux préférant prescrire d'abord des anticoagulants et retarder l'intervention de quelques jours en immobilisant temporairement le membre. Pour ces chirurgiens une intervention précoce sur une personne polytraumatisée semble constituer une agression supplémentaire qui augmenterait le risque de compromettre le pronostic vital.

Nonobstant la survenue des complications mentionnées ci-dessus qui ont été traitées, Il va sans dire, que la majorité de nos patients (91.1%) ont bien évolué cliniquement et radiologiquement. Ce constat résulte d'une part, dans la consolidation des fractures opérées et d'autre part, dans la présence de bonnes amplitudes articulaires autant pour les hanches, les genoux et les chevilles, ce qui a permis par ailleurs de réhabiliter la fonction de locomotion.

Enfin, l'analyse comparative des résultats de notre recherche avec les données de la littérature médicale, nous a permis de conclure que la technique de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé de façon statique a eu pour avantage de fournir une meilleure stabilité des foyers de fractures et davantage de solidité de montage, autorisant de ce fait, un appui précoce. Par ailleurs, la rééducation fonctionnelle aura permis comme on sait une réinsertion socioprofessionnelle des patients dans un intervalle de temps assez court.

VI

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques

- [1]- J. Attali. L'homme nomade. Edition Fayard, Citation : 88746 journal « Le Monde », p.15 ; 2003.
- [2]- A.I. Kapandji. Anatomie fonctionnelle : Tome 2 Membre inferieur, 7^e édition- Maloine, 2018.
- [2]- bis - N. Anne Claire. Posture et équilibre : deux notions différentes. Elsevier SAS Paris, Kiné-ostéologie ; 2007
- [3]- F. Nicolas. Simulation de la marche pathologique : Science du vivant. Thèse, université de Rennes 2, France ; 2007.
- [3]- bis- C. Darwin. La filiation de l'Homme et la sélection liée au sexe, trad. Sous la direction de P. Tord, coord. Par M. Prum. Précédée de P. Tort, « L'anthropologie inattendue de Charles Darwin ». Paris, Champion Classiques ; 2013.
- [4]- Socrate. Ce qui fait l'homme, c'est sa grande capacité d'adaptation : Citation Homme, Adaptation et Grande. La-Philo (Socrate- Phrase n°41490).
- [5]- C. Crosse, O'Neil D, Mac Coy, A. Sethi. La santé, l'environnement et le fardeau des maladies. Miscellaneous, p 59, tab. United Kingdom. Department for international Development. London, UK; 2004.
- [6]- F. Menguy, A. Guillo-Martin, J.-L. Condamine. Les traumatismes sportifs : Département d'orthopédie et de traumatologie, CHU de Caen, France. Journal de Traumatologie du Sport, Vol 16, N° 3- p. 171 ;1999.
- [7]- M. Perden, R. Scurfield, D. Sleet, D. Mohan, A. A. Hyder, E. Jarawan, C. Mathers, Rapport mondial sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation : Organisation mondiale de la santé OMS, Genève, Suisse ; 2004.
- [8]- Y. M. Akpoto, A. Abalo, B. Songne-Gnamkoulamba. Aspects épidémiologiques des fractures de membres liées à l'exercice de la fonction militaire en Afrique: The Pan Africain Médical Journal. 20 :377 ; 2015.
- [9]- P. Valery. « Faire est le propre de la main ». Discours aux chirurgiens. Sous la direction de J.-P. Triboulet. Hegel- Vol 9 – N°2, ALN Ed., Nancy, France ; 2019.

- [9]- bis- D. Curran, M. Maravic, P. Kiefer, V. Tochon, P. Fardellone. Epidémiologie des fractures liées à l'ostéoporose en France : Revue de la littérature, Revue de Rhumatologie, Vol 77, n° 6, p 579-585 ; 2010.
- [10]- J. Garcia. Traumatismes du membre inférieur. EMC (Elsevier SAS, Paris), Radiologie et imagerie médicale, 31-030-G-20 ; 2003.
- [11]- G. Taglang. Enclouage centromédullaire des os longs : évolution et orientation actuelle. Place de la kinésithérapie dans l'actualité en traumatologie et en orthopédie, n° 439, p 38-40 ; 2003.
- [12]- I. Kempf, A. Grosse, D. Lafforgue. L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs. Rev., Chir., Orthoped., Fra, 64 :635-651 ; 1978.
- [13]- L. Obert, A. Jarry, D. Lepage, L. Jeunet, Y. Tropet, P. Vichard, P. Garbuio. Métastase osseuse du fémur traitée par enclouage centromédullaire : Evaluation clinique et radiologique par le score de Tokuhashi. Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'appareil locomoteur, Vol 91, Issue 8, p 737-745 ; 2005.
- [14]- P. Massin. Maîtrise d'orthopédie : Fractures pathologiques du fémur. Catégorie pédagogique. Département de chirurgie osseuse CHU Angers, France, n° 134 ; 2004.
- [15]- S. Gimnez. L'enclouage verrouillé dans les métastases fémorales : A propos de 7 cas. Thèse, Université de Toulouse 3, France, n° 1023 ; 1992.
- [16]- K. Modaressi. Tumeurs osseuses secondaires. Université de Zurich : département d'oncologie.
- [17]- N. El Koumitri. Service de traumatologie, CHU Ibn Rochd, Casablanca ; Maroc.
- [18]- J. Rodineau, L. Simon. Fractures de la diaphyse fémorale et accidents sportifs. Traumatologie du sport. Editions Masson, ISBN/2-225-81112-1 ; 1990.
- [19]- I. Kempf, L. Pidhorz. Technique de l'enclouage centromédullaire. EMC (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 44-016-A-01; 1996.

- [20]-M. Briere. Complications postopératoires du traitement chirurgical des fractures fermées diaphysaires du tibia : Comparaison clou versus plaque. Thèse, Université de Aix-Marseille, France, n°6201 ; 2016.
- [21]-L. Devilliers. Les cals vicieux angulaires et rotatoires après enclouage centromédullaire du tibia : A propos de 53 cas. Thèse, Université de Dijon- Bourgogne, France, n°8, 2004.
- [22]- A. Tesson. Les complications des enclouages centromédullaire des os longs porteurs : A propos de 397 cas. Thèse, Nantes, France, n°3P24 ; 2004.
- [23]-C. Lefèvre. L'enclouage centromédullaire des membres chez l'adulte. Revue Chirurgie Orthopédique ; Vol 93, n° S9071, p 26 ; 2007.
- [24]- A. Grosse. L'enclouage centromédullaire avec verrouillage. Revue de Chirurgie Orthopédique, 362-365, p. 69, 1983.
- [25]-I. Kempf, C. Karger. L'enclouage centromédullaire avec verrouillage : Bilan et perspective ; Revue de Chirurgie Orthopédique. 72 : 157-161; 1986.
- [26]-M. Ehlinger, D. Brinkert, B.Schenck, A.Di Marco, P.Adam, G.Taglang, F. Bonnomet dans la catégorie MISE AU POINT. Enclouage intra médullaire alésé et verrouillé des os longs du membre inférieur. Chirurgie Orthopédique, Hôpital de Haute pierre, Hôpitaux universitaire de Strasbourg, France, n 237 :63 ; 2014.
- [27]- A. Grosse, I. Kempf. Locking Nail System : Technique opératoire pour enclouage verrouillé du fémur et du tibia ; Howmedica Inc Osteonics Corp, Howmedica Publication, p 4- 27 ; 1995.
- [28]-J.C.F. Dujardin. F. Thomine; G. Bigan. Enclouage verrouillé dans les fractures complexes de la diaphyse fémorale. Revue de Chirurgie Orthopédique, p 553-564, Vol 79, N° 7 ; 1993.
- [29]-J.P. Dasmin, M. S. Daghfous, O. Zouari. Enclouage centromédullaire verrouillé dans les inégalités de longueur des membres dans stratégies et indications. Elsevier Masson SAS, Paris ; 2004.

- [30]-J. Christic, C. Court-Brown, M. Simpson, B. Porter, B. Checkett. Intra medullary locking nails in the management of femoral shaft fractures. *J. Bone Joint, Surg*, 72-B, 26-31; 1990.
- [31]-L.B. Bone; K D. Johnson. Treatment of Tibial fractures by reaming and intramedullary nailing. *J. Bone joint, Surg*, 68(6), 877-8; 1986.
- [32]- Y. Ouchrif. Genou flottant bilatéral. *The Pan African Medical Journal*, 19-28; 2014.
- [33]-G. Pietu, F. Jacquot, F.-M. Féron. Le genou flottant : A propos de 172 cas. EMC (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, vol 93, n°6, p. 627-634; 2007.
- [33]-bis- F. Titchou, S. Bintou, D. Bayiha, J. Bahebeck. Le genou flottant : Formes cliniques, traitements, résultats à propos de 30 cas. *Orthop., Emerg. Afr. Pub Med*; 2012.
- [34]-K. Janssen, J. Biert, A. Van Kapen. Treatment of tibial distal fractures : plat versus nail : retrospective outcome analysis of matched pairs of patients. *Int Ortho*. 31(5):709-14; 2007.
- [35]-H.J. Iqbal, P. Pitikidi. Treatment of distal tibia metaphyseal fractures: plating versus intra medullary nailing. A systematic review of recent evidence, *Foot Ankle, Surg., off J. Eur Soc foot Ankle, Surg*, 19(3) :143-7; 2013.
- [35]-bis- Jonson& Jonson. DePuy Synthes Trauma. Expert système d'enclouage. Expert TN. Clou pour tibia. Technique chirurgicale. Switzerland, 08 18/0173(1) b; 2016.
- [36]-B.A. Zelle, M. Bhandari, M. Espiritu, K.J. Koval, M. Zlowdzki. Evidence- Based., Ortho, Trauma Working group: treatment of distal tibia fractures without articular involvement a systematic review of 1125 fractures. *Orthop Trauma*. 20(1):76-9; 2006.
- [37]-F. Mandruzzato, M. Heller, J. Golghahn; R. Moser, M. Hehli. Mechanical boundary conditions of fractures healing : Borderline indications in the treatment of unreamed tibial nailing, *J. Biomech*. 34(5):639-50; 2001.

- [38]- M. Ehlinger, P. Adam, A. Gabrion, I. Jeunet, F. Dujardin, G. Asencio. Distal quarter leg fractures fixation ; the intramedullary nailing alone option. *Orthop Trauma. Surg, Res OTRS* 96(6) :674-82; 2010.
- [39]- P. Boyer, P. Charles, P. Loriaut, J. Alkhaili, G. Mylle, A. Pellissier, P. Massin : Results of angular-stable locked intramedullary nails in the treatment of distal tibia fractures. (Elsevier Masson SAS Paris Diderot), *Appareil locomoteur, 1877-0517*; 2014.
- [40]- D. Wahmet, Y. Stolarczyk, K.L. Hoffmeir, M.J. Rschke, G.O. Hofman. The primary stability of angle-stable versus conventional locked intra medullary nails; *Int Orthop.*, 36-9; 2012.
- [41]- D. Wahmet, Y. Stolarczyk, K.L. Hoffmeir, G.O. Hoffman, T. Muckley, Long term stability of angle stable versus conventional locked intra medullary nails using in tibial distal fractures; *BMC, Musculoskelet discord*, 14 :66; 2013.
- [42]- Johnson & Johnson: DePuySynthes Trauma. Expert R/AFN, Clou rétrograde/ antérograde pour fémur. *Technique chirurgicale* ; 2015.
- [43]- Y. Asloum, G. Vergenenegre, B. Bedin, T. Roger, J.L. Carissoux, J.P. Arnaud, C. Mabit. *Rev., Chir., Orthoped., Trauma.*, vol 100, Issue 4, Sup., p S91-S98, 2014, SOO, Tours, France; 2013.
- [44]- T. Viel, C. Casin, N. Bigorres, F. Ducellier, P. Cronier. Traitement des fractures ouvertes de jambe chez l'adulte par enclouage verrouillé : Série de 65 cas. *Revue de Chirurgie Orthopédique*, vol. 98, n° 75, p 358; 2012.
- [45]- F. Behrens, Edwards, A.J. Thakur. Early prophylactic bone grafting of high-energy tibial fractures. *Revue de Chirurgie Orthopédique*, 240, 21-41 ; 1989.
- [46]- P.H. Vichard, Y. Topet, B. Brientin. *Maitrise d'Orthopédie : Les fractures ouvertes de jambe avec lésions cutanées majeurs. Le caractère impératif de la couverture immédiate et les possibilités consécutives de stabilisation interne du squelette.* 115-74, 14-423 ; 1989.
- [47]- P.H. Vichard, A. Jarry, D. Lepage, L. Jeunet, Y. Tropet, L. Obert, P. Garbuio. Métastases osseuses du fémur traitées par enclouage centromédullaire. *Evaluation clinique et*

radiologique par le score de Tokuhashi : Série de 24 patients. Revue de Chirurgie Orthopédique, Appareil locomoteur. Vol 91 ; Issue 8, p 737-745; 2005.

- [48]- H. Mirels. Metastatic disease in long bones. A proposed scoring system for diagnostic impending pathologic fractures. Clin. Orthop. Relat. Res ; 249 ; 256-64 ; 1989.
- [49]- C. Eap, E. Tardieux, O. Goasgen, S. Bennis, E. Mireau, B. Delalande, F. Cvitkovik, B. Baussart, S. Aldea, N. Jovenin, S. Gaillard. Score de Tokuhashi et autres facteurs pronostiques. Rev., Chir., Orthop., vol 101, n°4, p 302-307; 2005.
- [50]- R. Merle d'Aubigné. « Si un seul nom devait être retenu dans le traitement des fractures, comme bienfaiteur de l'humanité, ce serait celui du créateur de cette méthode, Gerhard Kuntscher >>, Académie de chirurgie française, Paris ; 1980.
- [51]- F. Hogel, U.V. Gerlach, N.P. Sudkamp, C.A. Muller. Pulmonary fat embolism after reamed and unreamed nailing of femoral fractures, Injury, 41:1317-22; 2010.
- [52]- A. Bing Li, Wei- Jiang Zhang, Wei- jun Guo, Xin- Hua Wang, Hai- Ming Jin, You- Ming Zhao. Reamed versus unreamed intramedullary nailing for the treatment of femoral fractures. Medicine. 95 (29): e 4248; 2016.
- [53]- P.V. Giannoudis, C. Tzioupis, H.C. Pape. Fat embolism the reaming controversy. Injury, Suppl 4: S50-8, 37; 2006.
- [54]- M. Briere. Complications postopératoires du traitement chirurgical des fractures fermées diaphysaires du tibia. Comparaison clou versus plaque. Université d'Aix-Marseille, N°6201, Marseille ; 2016.
- [55]- S. Dagleish, A. Hince, D.F. Finlayson. Peri-operative radiation exposure are overweight patients at increase injury, 46(12):2448-51; 2015.
- [56]- N. Anne- Claire, E. Waites, N. Drage. Effets biologiques associés aux rayons X: Risque et radioprotection pratique, (Elsevier Masson, SAS, Paris) ; 2019.
- [57]- Y. Arelettaz. Verrouillage distal des clous centromédullaires, évolution, état de l'art. Maitrise Orthopédie, N°220-40; 2013.

- [58]-MC. Muller, K. Welle. A. Strauss; Real-time dosimetry reduces radiation exposure of orthopedic surgeons. *Orthop and Trauma, surgery and rearch*; 100(8): 947-51; 2014.
- [59]-I.A Khan, K. Kalamaz, S. Karam; M.A. Fazal. Risk of ionising radiation to trainee Orthopedic Surgeons. *Acta Orthopedica Belgica* ;78 (1) :106-10; 2012.
- [60]-International Commission on radiological protection. Publication 105, Radiation and protection in medicine. *Annals of the ICRP*, 37(6):1-63; 2007.
- [61]-Lee-Smith. Can the Orthopaedic team reduce the risk of infection. *Journal of Orthopaedic Nursing*, 3(2):95-98, 1999.
- [62]-I. Ucka, P.Hoffmeyer, D.Lew. Prevention of Surgical site infections in orthopaedic. *Surgery and Bone Trauma., The journal of hospital infection*, 84 (1):5-12; 2013.
- [63]-S. Zizah, R. Dodo, O. Elasil, K. Lahrach, A. Marrzouki, F. Boutayeb. Intramedullary nailing in bifocal leg fractures: About 16 cases. *Pan Africain Journal*, 26:139 doi: 10.11604; 2017.
- [64]-AM. Mc Bryde, R. Blake, The floating knee: ipsi lateral fractures of the femur and tibia. *J. Bone and Joint*, 1309; 56- A, n°6; 1974.
- [65]-J. Bejui, J.P. Carret, L.P. Fischer, E. Berger, H.G. Bertrand, R. Lille. Clinical study of tibia nailing with boring and closed focus. *Rev., Chir., Orthop.*,126-30, 68 Suppl. 2;1982.
- [66]-G. Konrath, B.R. Moed, J.T. Watson, S. Kaneshro, S. Kaneshro, D.E. Karges, K.E. Kramer. Intramedullary nailing of unstable diaphyseal fractures of the tibia with distal intra articular involvement. *J., Orthop., Trauma.*, 5(2):184-189;1997.
- [67]-A. Kumar, S.J. Charlebois, E.I. Cain, R.A. Smith, A.U. Daniels, J.M. Crates. Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg ; Am* 85A(4) :604-608; 2003.
- [68]-A.S. Levy, L.E. Levit, S.F. Gunthers, M.J. Wetzler. The role of ender rodding in tibial fractures with an intact fibula. *J., Ortop., Trauma*, 4(1):75-80; 1990.
- [69]-O. A. Clemencia Giraldo . Généralités sur les fractures. *Efisioterapia, Colombia* ; 2001.

- [70]-D. Biau, P. Anract. Fractures sur os pathologique. EMC (Elsevier MassonSAS),14-031-C-10 ; 2007.
- [71]-C.P. Adler. Knochenkrankheiten., Springer, 3^e ed.,p. 418-429; 2005.
- [72]-E. Thein, F. Chevalley, O. Borens. Pseudarthrose aseptiques des os longs. Rev Med Suisse, Vol 9, 2390-2396 ; 2013.
- [73]-P. Chaudier, V. Villa, P. Neyret. Anomalie de torsion du squelette. EMC- Podologie, 0(0) : 1-11 ; 2015.
- [74]-S.T. Salminen, H.K. Pihlajamaki, V.J. Avikainen, O.M. Bostman. Étude épidémiologique et morphologique basée sur la population des fractures de la diaphyse fémorale. Clin., Orthop., Relat., Res :241-372 ; 2000.
- [75]-R.J. Weiss, S.M. Montgomery, A.I. Dabbagh, K.A. Jansson. Données nationales de 6409 patients suédois hospitalisés pour fractures de la diaphyse fémorale: incidence stable entre 1998 et 2004. Blessure, 40: 8-304; 2009.
- [76]-P. Larsen, R. Elsoe,S.H Hansen, T. Graven-Nielsen, U. Laessoe, S. Rasmussen. Incidence and epidemiology of tibial shaft fractures.Injury 46(4):50-746 ; 2015.
- [77]-F. Bonomet, P. Clavert, J.-M. Cognet. Fracture de la diaphyse fémorale de l'adulte. EMC (Elsevier SAS Masson, Paris), Appareil locomoteur, 14-078-A-10; 2006.
- [78]-C.M. Court- Brow, S. Rimmer,U. Prakash. The oepidemiology of open bone fractures. Injury; 29-529-534;1998.
- [79]-M. Bhandari, A. Adili; J. Leone. Early versus delayed operative managment of closed tibial fractures. Clin., Orthop., Relat., Res., 368:230-239;1999.
- [80]-C.M. Court-Brown, B. Caesar. Epidemiology of adult fractures: A review. Injury; 37:7-691; 2006.

Références bibliographiques

- [81]- J.C. Dosch, T. Moser, MG. Dupuis. Fractures de jambe. EMC- Radiologie et Imagerie médicale : Musculosquelettique- Neurologique- Maxillo-faciale. 31-030-E-10,10-1 ; 2009.
- [81]-bis- R. Merle d'Aubigné ; Les traumatismes de la jambe. In : Nouveau précis de pathologie chirurgicale. Paris: Masson, p. 50-639; 1998.
- [82]- CM. Court-Brown, J. McBimie. The epidemiology of tibial fractures. J Bone Joint Surg, Br., 77(3):417-421, 1995.
- [82]-bis- P. Bonneville, Y. Bellumore, L. Fou Vas , L. Hesard. Fractures de la jambe à fibula intact : Intérêt de l'enclouage centromédullaire. Revue de Chirurgie Orthopédique, vol n°86, p 29-37 ; 2000.
- [83]- Z. Kara. « Les Accidents de la circulation » ; problème de santé publique : Contribution au Journal du Soir d'Algérie ; p 4- 27 ; 2014.
- [84]- Rapport de la gendarmerie national, Ministère de la défense nationale. <http://www.mdn.dz>; 2017.
- [85]- F. Berdjah, W. Berkemal. Etude prévisionnelle de l'évolution des accidents de la circulation en Algérie : Cas de l'autoroute est-ouest. Mémoire, Bejaia ; 2017.
- [86]- M. A. Nait El Hocine. Bilan du centre national de Prévention et de sécurité routière (CNPRS), Avril ; 2017.
- [87]- M. A. Nait El Hocine ; Bilan du centre national de Prévention et de sécurité routière (CNPRS), Novembre ; 2019.
- [88]- M. Haegi, G. Jurgensen, D. Wilkerson, L. Jong-Wook, J.D. Wolfensohn. Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde. Organisation mondiale de la santé, Genève ; 2018.
- [88]-bis- A. Madani, A. Boudier, T. Chella. Les accidents de la route en Algérie, nécessité d'un diagnostic. Colloque international : L'éducation à la prévention routière : Conducteurs et piétons. Vol 03 n° 09. Revue parcours cognitifs des sciences sociales et humaines ; 2019.

- [89]- S. Medjani. Evaluation de la technique de l'enclouage centromédullaire à foyer fermé avec verrouillage distal dans le traitement des fractures du massif trochantérien. Thèse, Université de Tizi Ouzou 1, Algérie; 2016.
- [89]- bis- COFER : Collège français des enseignants en Rhumatologie. L'ostéoporose. Pré-requis et objectifs. Campus.cerines.fr ; 2016. c1.jpg (Image JPEG, 796 × 302 pixels) [Internet]. Disponible sur:
<http://urofrance.org/fileadmin/documents/data/PU/2004/PU-2004-00140719/Images/c1.jpg>
- [90]- MN. Smith-Petersen. Fractures intra-capsulaires du col du fémur : Traitement par fixation interne. Arch Surg, 23:59-715; 1931.
- [91]- J. Nicolaysen. Lidt sur Diagnosen og Behandlungen. Fractures colli femoris. Nord Med Ark, 8:1 ; 1897.
- [92]- A. Lambotte. Chirurgie opératoires des fractures. Paris, Masson & Cie ; 41,1913.
- [93]- A. Lambotte. Technique et indications de prothèses perdues dans le traitement des fractures. 17 :321-322 ; 1909.
- [94]- E.J. Hoglund. Nouvelles méthode d'application intramédullaire autogène : Les greffes osseuses et la fabrication de vis à os autogènes. Surg Gynecol Obstet, 24 :46-243 ; 1917.
- [95]- E.W. Hey Groves. Sur l'application du principe d'extension aux fractures comminutives de l'os long, avec spéciale référence aux blessures par balles. Br J Surg. 2(7) 43-429; 1914.
- [96]- E.W. Hey Goves. Principes expérimentaux du traitement chirurgical des fractures et de leur application clinique. Lancette, 4720 : 435-421 ; 1914.
- [97]- E.W. Hey Goves. Sur les méthodes modernes de traitement des fractures. Bristol : John Wright & Sons Ltd ; 1916.

Références bibliographiques

- [98]- P.H. Kim, SS. Leopold. « Gustilo-Anderson classification ». Clin Orthop Relat Res, vol.470, n°11 ; 2012.
- [99]- E.W. Hey Goves. Fractures non articulées avec une référence particulière aux blessures par balles et l'utilisation de la greffe osseuse. Birt J Surg. 4720: 435-441 ; 1914.
- [100]- D. Saragaglia. De l'utilisation éclectique des clous et des plaques vissées dans les ostéosynthèses de la diaphyse fémorale (420 ostéosynthèses : 110 clous, 310 plaques). Thèse médecine, Grenoble, France ; 1980.
- [101]- S. Johanson. Operateur behandlung von schenkelhalsbruchen. Leipzig:Thieme; 1934.
- [102]- G. Kuntscher; Die marknagelung von knochenbruchen. Arch Clin Chir de Langenbeck (Kongressbericht). 200:443-455 ; 1940.
- [103]- S. Rehnberg. Traitement des fractures et pseudarthroses avec enclouage de la moelle. Ann Chir Gynaec Fenn. 36 : 77-95 ; 1947.
- [104]- A.W. Fisher, R. Maatz; Weiter erfahrungen mit der marknagelung nach kuntcher. Arch Klin Chir. 203:531; 1942.
- [105]- G. Kuntscher. La méthode de Kuntscher de la fixation intramédullaire. J. Bone Joint Surg. AM. 40(1) :17-26 ; 1958.
- [106]- C.H.R. Rocher, A. Mondeteguy. L'enclouage médullaire des os longs. Edition Drouillard, Bordeaux ; 1940.
- [107]- G. Taglang, B. Schenck, C. Averous. Les clous gamma (Standard, Trochanteric et long): Trucs et astuces de la technique opératoire, Maitrise Orthopédie n°75, Jun 1998.
- [108]- R. Matthew, M.D. Bong. J. Kenneth, M.D. Koval, A. Kenneth, M.D. Egol; Hospital the NYU for Joint Maladies, New York; 1945.
- [109]- D.M Street; H.C Hansen; B.J Brasseur. The spinal nail. Presentation of a new type : About 4 cases. Arch Surg, 423:35; 1947.

- [110]- A. Westbourn, Marrow nail of recent fractures and nonunion: About 28 cases. Acta Chir Scand, 89:90; 1946.
- [111]- R. Sœur. Intramédullary pinning of diaphyseal fractures. Bone joint Surgery, 309:28; 1946.
- [112]- M.T. Modny, J. Bambara; Intramedullary crosse nail perforated: Preliminary report of its use in geriatric patients. J Am Geriatr Soc, 88-579:1; 1953.
- [113]- MT. Modny, A.H. Lewert ;Transfixion intramedullary nail. Orthop., Rev., 8-83:15;1986.
- [114]- A. Lezius. Intramedullary nailing of inter and sub trochanteric with crved nail. J Int Coll Surg.72-569:13; 1950.
- [115]- G. Kuntscher. A new method of treating fractures. Proc R Soc Med, 1-1120:63; 1970.
- [116]- M. El Moumni. Enclouage fémoral chez l'adulte: Les résultats rapportés par le médecin et le patient. Thèse de medecine, Department of Traumatology, University of Groningien, Pays Bas; 2006.
- [117]- J. Money. « Bernardino de Sahagun ». L'encyclopédie catholique. Vol.13. New York : Robert Appleton Compagny, Citation MLA, 1912 ; 2020.
- [117]- bis - J. Faril. Orthopedic Mexico.Livre IX du codex de Florence .J bone joint surgery, AM. 12-506:24; 1952.
- [118]- F. Konig. Uber mourir Implantation von Elfenbein zum Ersatz von Knochen und Gelenken. Nach experimentellen und klinischen Beobachtungen. Beitr Klin Chir.91-114:85; 1913.
- [119]- H. Bircher. Neue Methode unmittelbarer Retention bei Fracturen der Röhrenknochen. Arch Klini Chir. 22-410 ; 1986.
- [120]- I.P. Semmelweis. Die atiologie der begriff und die prophylaxis des kindbettfiebers. Lutte antiparasitaires : Hartleben ,Encyclopaedia Universalis Thesaurus : Semmelweis ; 1861.

- [121]- J. Lister. On a new method of treatment of open fracture and abscess with observations on suppuration conditions. *The Lancet*. 9-326:89, 3/16; 1867.
- [121]- bis- J. Lister. On a new method of treatment of open fracture and abscess with observations on suppuration conditions. *The Lancet*. 6-95:90, 7/27; 1867.
- [122]- A. Fleming. The classics of infectious diseases: The antibacterial action of penicillin cultures. *The British Journal of Experimental Pathology*. 226-236:10; 1929.
- [122]- bis - A. Fleming. The classics of infectious diseases. *Rev Infect Dis*. 39-129:2; 1980.
- [123]- I. Kempf, A. Grosse, L. Lafforgue. L'enclouage avec blocage de la rotation sur clou bloqué, principe, technique, indication et premiers résultats. Paris :Sofcot ; 1976.
- [124]- R.E. Zickel, A new fixation device for trochanteric fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 23-115 :54 ; 1967.
- [125]- C.M. Ansari Moein, M.H. Verhofstad, R.L. Bleys, C. Van der Werken. Blessures des tissus mous liées au choix du point d'entrée dans l'enclouage fémoral antérograde: Fosse piriforme ou trochantérienne. *Blessure*. 42-1337 :36 ; 2005.
- [126]- G. Kuntscher. Une nouvelle méthode de traitement des fractures per trochantériennes. *Proc. R. Soc. Med*. 1-1120 :63 ; 1970.
- [127]- R.A. Winqvist, S.T. Hansen. DK. Clawson. Clou intra médullaire fermé des fractures fémorales : A propos de 520 cas. *J Chirurgie articulaire osseuse Am*. 39-529 :66 ; 1984.
- [128]- A.P. Dhakal, SM. Awais, Management of femur shaft fracture with close locked intramedullary nailing comparison of variwal and predrilled Kuntscher nail. *Nepal Med Coll J*. 8-73: (2); 2003.
- [129]- K. Klemm, W. Schellman, Dynamische und Statische Verriegelung des Marknagels. *Monatsschr Unfallheilkunde*. 75-568 :75 ; 1972.
- [130]- I. Kumpf, A. Grosse, G. Taglang. Enclouage verrouillé du fémur et du tibia. In : Cahier d'enseignement de la SOFCOT, Paris, Expansion Scientifique Française. 25-26 :39 ; 1990.

- [131]- G. Tanglang. Le clou de Grosse&Kumpf : Enclouage verrouillé des fractures diaphysaires. Livre du Centenaire de la SOFCOT, les Articles « Principe » et « Evolution » ; (Elsevier SAS, Paris), 93^e Congrès de la SOFCOT, « Clef du Centenaire (100 ans) 1918-2018 » ; 2018.
- [132]- J.K. Timins. Communication of the benefits and risks of medical radiation : A historical perspective. *Health Phys.* 5-562 :101 ; 2011.
- [132]- bis - Jean- Jacques Samuëli. La découverte des Rayons X. Texte de 1895 de Röntgen. Archive du site BibNum ;
- [133]- Gwyn Macfarlane, Fleming 1881-1955 : l'homme et le mythe. Savant, une époque, Belin ;1990.
- [134]- J.L. Harris. Clou intramédullaire rétrograde fermé des fractures per trochantériennes du fémur avec un nouvel ongle. *Journal de Chirurgie articulaire osseuse Am.* 62:93-1185 ; 1982.
- [135]- A. Lezius. Clouage intramédullaire des fractures inter trochantériennes et sous-trochantériennes avec clou incurvé. *J Int Coll Surg.* 13: 72-569; 1950.
- [136]- G. Kuntscher. Une nouvelle méthode de traitement des fractures per trochantériennes. *Proc R Soc Med.* 63:1- 1120; 1970.
- [137]- J.Ender. Problème beim frischen per und subtrochanteren Oberschenkelbruch. *Hefte zur Unfallheilkunde.* 106: 2-11; 1970.
- [138]- J. Ender, R. Simon-Weidner. Die fixierung der trochanteren bruche mit runden, elastischen condylennageln. *Acta Chir Austriaca.*1: 40-42; 1970.
- [139]- R. Sanders, K.J Koval, Di T Pasquale, D.L Helfet ; M Frankle. Enclouage rétrograde du fémur. *J Orthop Trauma.* 7: 293-302 ; 1993.
- [140]- B.M. Patterson, M.L. Routt, SK. Jr. Benirschke, S.T. Jr. Hansen. Clouage rétrograde des fractures de la diaphyse fémorale. *J Trauma.* 38: 38-43 ; 1995.

Références bibliographiques

- [141]- G. Laroche, I. Dunca ; Astuces d'utilisation du clou PFNA long dans les fractures proximales du fémur. In «Trucs et astuces en chirurgie orthopédique et traumatologique », Tome 4, Sauramps médical éditeur, p 131-134 ; 2006.
- [142]- D. Seligson. Les fractures supra-condyliennes du fémur : enclouage centromédullaire. Dans la catégorie technique. Maitrise d'Orthopédie, N°91 ; 2000.
- [143]- L. Galois, D. Guignand, J. Mayer, O. Barbier, D. Mainard. Verrouillage distal des clous centromédullaires et irradiation- Radiation exposure and distal locking of intramedullary nails. 39^e JOO, Tahiti ; 2019.
- [144]- P. Kamina. Anatomie clinique. Anatomie générale et membres (tome 1). Paris : Maloine (4^e édition), p ; 2009.
- [145]- F.H. Netter. Atlas d'anatomie humaine. Planches de synthèse. Paris : Masson, 4^e édition; 2007.
- [146]- M. Dufour. Anatomie de l'appareil locomoteur. Membre inferieur (tome 1). Elsevier Masson, SAS Paris, 3^e édition ; 2015.
- [147]- L. Testut, A. Latarjet. Précis d'anatomie descriptive : Aide-mémoire à l'usage des candidats au premier et deuxième examen de doctorat. Collection Testut. Gaston Doin& Cie, Paris, 15^e édition ; 1940.
- [148]- G.A. Kuhff, Ed. Cuyer. Atlas manuel d'anatomie. Les organes génitaux de l'homme et de la femme : Structure et fonctions, Masson& Cie, Paris (Ed. 1879), Hachette Livres BNF Gallica ; 2013.
- [149]- R.L. Drake, A.W. Vogl, A.W.M. Mitchell, F. Duparc, J. Duparc. Anatomie descriptive. Gray's anatomie, Elsevier Ltd; 2015.
- [149]- bis-R.L. Drake, A.W. Vogl, A.W.M. Mitchell, F. Duparc, J. Duparc. Anatomie descriptive. Gray's anatomie, Elsevier Ltd ; 2005.
- [150]- J.C. Thompson, FH. Netter, F. Duparc, J. Duparc, F. Netter. Précis d'anatomie clinique d'orthopédie. Elsevier Masson SAS Paris ; 2008.

Références bibliographiques

- [151]- B. Boutillier, G.H. Outrequin, H.G. Fischer, U. Fullemann, and. Brunner. Anatomie du réseau veineux du membre inferieur. Sigvaris, 5^e édition ; 2012.
- [152]- P.J. Poirier, A. Charpy. Les lymphatiques, Masson& Cie, Paris (Ed. 1902), Hachette Livres BNF Gallica ; 2013.
- [152]- bis- E. Gardner, D. J. Gray, R. O’Rahilly, C. Henselmann, J. Bossy. Anatomie. Office des publications universitaires, Vol. 1 ; 1993.
- [153]- A.I. Kapandji. Qu’est-ce la biomécanique. Sauramps médical éditeur, Paris ; 2011.
- [154]- A. Delafontaine. Locomotion humaine : Marche, course. Bases fondamentales, évaluations thérapeutiques de l’enfant à l’adulte. (Elsevier Masson SAS Paris); 2018.
- [155]- A. Thomas. Hearings before the subcommittee of the committee on appropriation house of representatives, 85th congress, the 1st session, Washington; 1957.
- [156]- C.A. Witney. Granulation and oscillations of the solar atmosphere. Astrophysics. 2 (12):365-376; 1958.
- [157]- F. Bonnel, T. Marc. Le muscle. Nouveaux concepts : Anatomie-biomécanique-chirurgie- rééducation. Sauramps médical ; 2009.
- [158]- S. Bouisset. Biomécanique et physiologie du mouvement. (Elsevier Masson SAS Paris) ; 2002.
- [159]- C. Lefèvre, D. Le Nen, E. Cabrol, D. Beal. Fractures diaphysaires de l’adulte. Encyclo. Med. Chir., Paris, Appareil locomoteur, A 60-14031 ; 1993.
- [160]- F. Daghia, L. Gendre. Modélisation du comportement des composites : L’élasticité anisotrope. Mémoire, ENS-Université Paris- Saclay ; 2001.
- [160]- bis - J. Wolf. Uber die innere architectur der knochen und ihre bedeutung fur die frage vom knochenwachstum. Virchow’s Archive; 1870.
- [161]- H. Brockaert. Caractérisation de l’anisotropie élastique de l’os à l’échelle microscopique. Thèse de biomécanique et génie biomédical, Université de technologie de Compiègne ; N° 1882 ; 2010.

- [162]- E. Lefèvre. Caractérisation multimodale des propriétés de l'os cortical en croissance. Thèse de biomécanique et génie biomédical, Université Aix- Marseille ; 2015.
- [163]- J.-Y Roho, L. Kuhn- Spearing P. Zioupos. Mechanical properties and the hierarchical structure of bone. *Medical Engineering & Physics*, 20(2): 92-102; 1998.
- [164]- F. Pauwels . Uber die bedeutung der bauprinzipien des stütz-und bewegung apparates für die beanspruchung des röhren-knochens. *Acta Anatomica* 12, 7-207; 1950.
- [165]- D. Pointut. Propriétés mécanique du tissu osseux. Applications anatomo-cliniques. In : D. Pointut. *Biomécanique orthopédique*. (Paris SAS Masson), p. 5-330 ; 1987.
- [166]- A. Bertani, L. Mathieu, F. Rongieras, F. Chauvin. Fractures de jambe de l'adulte. EMC, Appareil locomoteur, 11(2) : p. 1-20, 14-086-A-10 ; 2016.
- [167]- J. Wagner; Biomécanique du cadre tibio-péronier: Rôle mécanique et physiologique du péroné. In : J. Duparc. *Cahier d'enseignement de la SACOT N°19*, Paris : Expansion Scientifique Française : 103-104 ; 1983.
- [168]- M.E. Muller, M. Allgower, R. Schneider; *Manuel d'ostéosynthèse*. Berlin-Heidelberg- New York: Springer- Verlag, 2st edition; 1980.
- [169]- P. Simon, N. Forturato. Complications de l'enclouage du fémur en fonction de la fracture. *Rev. Chir. Ortho*, 91, p. 170-172; 2005.
- [170]- R.B. Heppenstall, G.T Brighton. Fracture healing in the presence of anemia, *Clin Orthop* (123) ; 1977.
- [171]- L. Sedel, J.-P. Vareilles. Consolidation des fractures. Editions techniques EMC, Paris, Appareil locomoteur, 14031 A20, p.11 ; 1992.
- [172]- M.P. Klein, BA. Rahn, R. Frigg, S. Kessler, S.M. Perren. Reaming versus non reaming in medullary nailing: Interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg*, 109: 314-316; 1990.
- [173]- G.G. Poehling, L.X. Webb. Retrieval and replacement of a broken Kuntcher rod by a closed technique. *J. Bone joint Surg*, 64A(9): 1389-1390; 1982.

- [174]- E.H. Schemisch, K.J. Kowalski, M. F. Swiontkowski, D. Senft. Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing: A fractured tibia model in sheep. *J. Orthop. Trauma.* 8:373-382; 1994.
- [175]- M.R. Brinker DE Bailey. Fracture healing in tibia fractures with an associated vascular injury. *J Trauma* (42); 1997.
- [176]- D.R. Jeffcoach, VG. Sams, GM. Lawson. Nonsteroidal anti inflammatory drugs impact on nonunion and infection rates in long bone fractures. *J Trauma Acute Care Surg* (76); 2014.
- [177]- Ph. Herginou, F. Beaujean. Moelle osseuse de patients présentant une pseudarthrose. *Rev. Chir. Orthop.*, 83, p.33-40 ; 1997.
- [178]- J.E. Aaron, RM. Francis, M. Peacock. Contrasting microanatomy of idiopathic and corticosteroid induced osteoporosis. *Clin Orthop* (243); 1989.
- [179]- N. F. Espinosa, B. Uebelhart, S. Abrassart. Du bon usage des AINS en traumatologie. *Rev Med Suisse*, N° 436, vol. 10, p. 1390-1394 ; 2014.
- [180]- I. Kempf, J.Y. Jenny. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé selon Kuntscher. In : J Duparc, Cahiers d'enseignement de la SACOT, N° 39. Paris : Expansion Scientifique française, p. 23-37 ; 1990.
- [181]- I. Kempf. Enclouage centromédullaire verrouillée des os longs. In : J Duparc, Cahiers de la SOFCOT, N° 26. Paris : Expansion Scientifique française, p. 211-227 ; 1986.
- [182]- I. Kempf, C. Karger. L'enclouage centromédullaire avec verrouillage : Bilan et perspective. *Rev Chir Orthop.*72 : 157-161 ; 1986.
- [183]- I. Kempf, A. Grosse, L. Lafforgue. L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs. *Rev Chir Orthop*, 64 :51-635 ; 1978.
- [184]- R. Traversari. Les atteintes nerveuses dans les fractures de jambe traitées par enclouage centromédullaire alésé ou non, thèse, Université de Nancy 1, n°135 ; 2000.

Références bibliographiques

- [185]- M.P. Klein, B.A. Rahn, R. Frigg, S. Kessler, SM. Perren. Reaming versus non-reaming in medullary nailing: Interference with cortical circulation of the canine tibia. Arch. Orthop. Trauma. Surg., 109:314-316; 1990.
- [186]- E.H. Schemisch, MJ. Kowalski, MF. Swiontkowski, D. Senft. Cortical bone blood flow in reamed and undreamed locked intramedullary nailing: A fracture tibia model in sheep. J Ortho Trauma., 8, 373-382;1990.
- [187]- I.H. Reichert, ID. McCarthy, SPF. Hughes. The acute vascular reponse to intramedullary nailing: Microsphere estimation of blood flow in the intact ovine tibia. J Bone joint Surg, 77 B: 490-493; 1995.
- [188]- C.M. Court Brown, E. Will, J. Christie, MM. Mc Queen. Reamed or undreamed nailing for closed tibial fractures. A prospective study in Tscherne C1 Fractures. J Bone Joint Surg, vol. 78B: 580-583; 1996.
- [189]- A. Grosse. l'enclouage centromédullaire avec verrouillage. Rev Chir Ortho.,69 :362-365 ; 1983.
- [190]- P. Clement, C. Bacquaert, G. Faizon, C. Hulet, G. Kra, E. Le Guillou. Les fractures du quart inférieur de jambe de l'adulte. Annales orthopedique de l'Ouest, 30 :179-207 ; 1998.
- [191]- R.J. Eveleigh. A review of biomedical studies of intramedullary nails. Med eng Phys, 17(5): 323-331; 1995.
- [192]- M.E. Muller, S. Nazarian, P. Koch. Classification AO des fractures. Tome 1. Les os longs. Berlin : Springer-Verlag ; 1987.
- [193]- M.E. Muller, S. Nazarian, P. Koch. La classification complète de l'AO des fractures des os longs. New York : Springer-Verlag ; 1990.
- [193]- bis- E. Mohsine. Classification AO des fractures diaphysaires du tibia. CHUV- Université de Lausanne-Suisse.

- [194]- R. Geneste, A. Seguet. Le traitement des fractures comminutives graves de la diaphyse fémorale. L'enclouage à foyer fermé avec plaque-ergot. Rev. Chir. Ortho., 67 :311-318 ; 1981.
- [195]- R.A. Winkquist, S.T. Hansen. Closed fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. Ortho. Clin. North America, 11, N°3, 633-648; 1980.
- [196]- P. Thoreux, T. Begue, A.-C. Masquelet. Fractures fermées de la jambe de l'adulte. EMC., Appareil locomoteur, p. 2-5, 14-086(A) 10 ; 2007.
- [197]- P. Thoreux, J.Y. Nordin. Fractures fermées de la jambe de l'adulte. EMC., Appareil locomoteur, p. 1-16, 14-086(A) 10 ; 1995.
- [197]- bis- T. Schubert, D. Putineanu. Les fractures diaphysaires du tibia. Faculté de médecine et de médecine dentaire. Université catholique de Louvain UCL, 2013 ; Belgium.
- [198]- T. Moser, E. Ehlinger, M.G. Dupuis, J.-C. Dosch. Evaluation radiologique des fractures des membres : Principes généraux. EMC. Radiologie et imagerie musculo-squelettique- Neurologique- Maxillo-faciale, 31-010 (A) 10, p.2 ; 2010.
- [199]- P. Bonneville. Fractures bifocales de la jambe : Etude critique de 49 cas. Rev., Chir., Ortho., Appareil locomoteur, Vol. 89, p. 423-432 ; 2003.
- [200]- H. Tscherné, H.J. Oestern. Une nouvelle classification des dommages aux tissus mous dans les fractures ouvertes et fermées, 85(3), p. 5-111, 1982.
- [201]- P. Vichard. Le traitement des fractures ouvertes de jambe avec dégâts cutanés majeurs. Conférences d'enseignement de la SOFCOT, 42, p.133-144 ; 1992.
- [201]- bis - F. Fitoussi. Le traitement des fractures des membres avec grands délabrements des parties molles, développement et santé, N° 129 ; 1997.
- [202]- J.C. Dosch, T. Moser, M.G. Dupuis. Fractures de jambe. EMC. Radiologie et imagerie médicale : Musculo-squelettique- Neurologique- Maxillo-faciale, 31-030- E(10), p. 5-7 ; 2009.

- [203]- F. Dubrana, M. Genestet, G. Moineau, R. Gerard, D. Le Nen, C. Levevre. Fracture ouverte de jambe. EMC Appareil locomoteur, 14-086-A(20), p. 1-6 ; 2007.
- [204]- J. Cauchoix, J. Duparc, P. Boulez. Le traitement des fractures ouvertes de jambe. Mem. Acad. Chir., 83 :811-822 ; 1957.
- [205]- R.B. Gustillo, J.T. Anderson. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty live open fractures of long bones. J. Bone Joint Surg., N 4, 58(A), 453-458; 1976.
- [206]- R.B. Gustillo, R.M. Mendoza, D.N. Williams. Problems in the management of type 3 open fractures. A new classification of type 3 open fractures. J Trauma., N° 8, 24:742-765; 1984.
- [207]- D. Le Nen, M. Prud'homme, W. Hu, F. Dubranna, C. Rizzo, C. Yaacoub. Couverture des pertes de substance de la jambe et du pied : Réflexions à partir d'une expérience de 140 cas. S. Ortho. Ouest. (SOO) 33, p.48-137; 2001.
- [208]- H.S. Byrd, G 3rd . Cierny, T. E. Spicer. Managment of open tibial fractures. Plast. Reconstr. Surg. 76: p. 30-719; 1985.
- [209]- C. Cuny-Faivre, A. Moreau-Gaudry, K.Berthelot, J. Godart, D. Savary, C. Scrimgeour, V. Danel. Diagnostic Clinique des fractures du fémur, évaluation d'un test facile et méconnu. Journal Européen des urgences, Vol. 21, n° 4, p. 119-122 ; 2008.
- [210]- D. Curran, M. Maravic, P. Kiefer, V. Tochon, P. Fardellone. Epidémiologie des fractures liées à l'ostéoporose en France: Revue de la littérature. Rev. Rhumato., Vol 77, n° 6, p. 579-585 ; 2010.
- [211]- P. Barriot, L. Belyamani, M. Dimou. Urgences absolues. Lavoisier-Médecine, Paris ; 2017.
- [212]- M. Assal, J. Duparc. Techniques d'ostéosynthèse des fractures du tibia distal chez l'adulte. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, Conférences d'enseignement 97, (Elsevier Masson SAS, Paris) ; 2008.

- [213]- M.E. Muller, M. Algoter, R. Schneider, H. Willenegger. Manual of internal fixation. 3rd ed. Berlin Heidelberg New York: Springer;1991.
- [214]- T.P. Rqedi, R.E. Buckley, C.G. Moran. AO principles of fracture management. 2nd ed. Stuggart, New York: Thieme; 2007.
- [215]- F.S. Haddad, K. Desai, J.S. Sarkar, J.H. Dorrell. The AO unreamed nail : friend or foe ? Injury, 27(4):p. 261-263; 1996.
- [216]- A.G. Riquelme, A.J. Rodriguez, G.L. Mino, R.M. Sanmartin. Traitement des fractures fémorales et tibiales avec gros clous de verrouillage. Clin. Ortho. 283(10) : p. 86-89 ; 1992.
- [217]- J.F. Hains, E.A. Williams, E.J. Hargadon, D.R.A. Davies. Le traitement conservateur pour les fractures tibiales est-il justifier? J. Bones. Joint. Surg (Br) 66B(1) :p. 84-86 ; 1984.
- [218]- C. Lefèvre, A. Clavé, J. Savéan. Les clous centromédullaires : Biomécanique, types, indications. Cours de base AOTrauma, traitement des fractures, Lyon ; 2014.
- [219]- G. Taglang. Trucs et astuces pour l'ablation des clous centromédullaires. CHU de Strasbourg- Hôpital de Haute pierre. Maitrise d'orthopédie, N°171, p. 214 ; 2008.
- [220]- D. Mainard, N. Presle. Le ligament de Hoffa : Un tissu adipeux aux propriétés pro-inflammatoires. Rev. Chir. Ortho., Vol. 100, Issue 8, Supplement, p. 40 ; 2014.
- [221]- M. Mc Queen. Syndrome aigu des loges. Acta Chir Belg., 4 :98, 70-166 ; 1998.
- [222]- J. Menetrey, R. Peter. Syndrome de loge aigu de jambe post-traumatique. Rev Chir Orthop, 84, p.80-272 ; 1998.
- [223]- N.S. Saldua, K.M. Kuhn, M.T. Mazurek. Nécrose thermique compliquant l'enclouage alésé des fractures fermées du tibia : Rapport de cas. J Orthop Trauma, 22, p.41-737; 2008.

Références bibliographiques

- [224]- H. Koo, T. Hupel, R. Zdero, A. Tov, E.H. Schemitsch. Les effets de la contusion musculaire sur l'os cortical et de la perfusion musculaire après enclouage alésé : Fracture tibial sur os canin. *J Orthop Surg Res*, 30 :89 ; 2010.
- [225]- P. Bonneville, L. Savorit, J.M. Combes, M. Rongieres, Y. Bellumore, M. Mansat. Intérêt de l'enclouage centromédullaire verrouillé dans les fractures distales de jambe. *Rev Chir Orthop*, 82(5), p. 428-436 ; 1996.
- [226]- P. Bonneville, S. Andrieu, Y. Bellumore, J.J. Chale, M. Rongiers, M. Mansat. Troubles tensionnels et inégalités de longueurs après enclouage à foyer fermé pour les fractures diaphysaires fémorales et tibiales. *Rev Chir Orthop*, 84, p. 397-410 ; 1998.
- [227]- C.P. Colles, M. Grosse. Traitement par enclouage des fractures tibiales fermées et gestion des complications du traitement. *Revue de la littérature. Can J surg*, 43(4), p. 256-262 ; 2000.
- [228]- K.M. Kahn, R.K. Beals. Les défauts de rotation après enclouage centromédullaire des fractures du tibia. *Revue de la littérature. J Trauma*, 53(3), p. 549-552 ; 2002.
- [229]- Y. Rouichi, C. Prudhomme. *L'infirmière en réanimation*. Maloine édition, 6^e édition ; 2019.
- [230]- J.-P. Carpentier. *Urgences et réanimation, transfusion sanguine. Soins infirmiers*. Edition Masson, Paris ; 2019.
- [231]- P.D. Stein, A.Y. Yaekoub, F. Matta, M. Kleerekoper. Fat embolism syndrome. *Am J Med Sci*, 336: p. 472-477; 2008.
- [232]- E. Kosova, B. Bergmark, G. Piazza. Fat embolism syndrome, *Circulation*, 131: p.317-320; 2015.
- [233]- S.S. Bederman, M. Bhandari, E.H. Schemitsch, M.D. Mckee. Do corticosteroids reduce the risk of fat embolism syndrome in patients with long-bone fractures? A meta-analysis. *Can j Surg*, 52:386-393; 2009.

Références bibliographiques

- [234]- H. Migaud, E. Senneville, F.Gougeon, E. Marchetti, M. Amzallag, P. Laffargue. Risque infectieux en chirurgie orthopedique. Encyc. Med. Chir. (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales- Orthopedie-Traumatologie, 44-005 : p.16 ; 2005.
- [235]- G. Papia, BA. McLellan, P. El-Helou, M. Louie, A. Rachlis, P. Szalai. Infection in hospitalized patients :incidence, risk factors and complications. J Trauma, 27: 7-923; 1999.
- [236]- Société française d'anesthésie-réanimation [SFAR]. Recommandations pour la pratique de la prophylaxie antibiotique en chirurgie : Actualisations 2017-2018. Protocole des recommandations régionales ; 2018.
- [237]- F. Mahlou, Sennouni, H. Robert-Ebadi, M. Righini. Thrombose veineuse profonde des membres inferieurs. EMC (Elsevier SAS Paris), Cardiologie, 11-730-A-10 ; 2014.
- [238]- A. Erdmann, A. Alatri, P. R. Engelberger, M. Depairon, L. Mazzolai, L. Calanca. Quelle prise en charge pour une suspicion de thrombose veineuse profonde des membres inferieurs ? In Rev Med Switzerland 11 :41-337 ; 2015.
- [239]- R. Kohlprath, M. Assal, I. Uçkay, N. Holzer, P. Hoffmeyer, D. Suva. Fractures ouvertes de la diaphyse tibiale chez l'adulte: prise en charge chirurgicale et complications. Revue médicale Suisse, 7 :8-2482 ; 2011.
- [240]- M.M. McQueen, J. Christie, CM. Court Brown. Acute compartment syndrome in tibial diaphyseal fractures. J Bone Joint Surg Br, 78: p.8-95; 1996.
- [241]- M.M. McQueen, P. Gaston, CM. Court Brown. Acute compartment syndrome. Who is at risk? J bone Joint Surg Br, 82:p. 3-200; 2000.
- [242]- J.P. Trigaux, J. Malghem, J.F. Dewispelaere, A. Chaput, P. Decloed, B. Maldague. L'imagerie médicale dans la pseudarthrose tibiale. Acta Ortho. Belgium, 58 (supp. 1), p. 156-167 ; 1992.
- [243]- Haute Autorité de Santé. Substituts osseux. Révision de catégories homogènes de dispositifs médicaux. Saint-Denis La Plaine : HAS ; 2013.

- [244]- F. Gouin, A. Tesson, G. Pietu, D. Waast, N. Passuti. Etude prospective et rétrospective sur les complications après enclouage centromédullaire des os porteurs fémur et tibia. Rev Chir Ortho., 91 (suppl 5) : 2S158-2S161 ; 2004.
- [245]- E. Katsoulis, C. Court-Brown, P.V. Giannoudis. Incidence et étiologie de la douleur après enclouage centromédullaire du fémur et du tibia. J Chir. articulaire osseuse (Br)88-B : p.80-576 ; 2006.
- [246]- O. Vaisto, J. Toivanen, P. Kannus, M. Jarvinen. Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. Comparaison de deux techniques d'enclouage: Etude prospective randomisée sur 8 ans. J Bone Joint Surg Am, 84-A :5-580 ; 2002.
- [247]- G. Anastopoulos, K. Sui Leung, D. Seligson, A. Starr, G. Taglang. Clou de fémur à compression. Stryker Trauma. Technique opératoire ; 2004.
- [248]- G. Kuntscher. Operationstechnik-die Innensage. Chir, 9:413-415; 1964.
- [249]- J. Pajarinen, J. Lindhal, O. Michelsson, V. Savolainen, E. Hirvensalo. Pertrochanteric femoral fractures treated with a dynamic hip screw or a proximal femoral nail. A randomized study comparing post operative rehabilitation. Orthofix Vero Nail. JBJS. (Br), 87(1):76-81; 2005.
- [250]- C. Kittel. Physique de l'état solide. Ed. Dunod, 8^e édition. Les constantes d'élasticité ; 2019.
- [251]- F. Michael Ashby, David R.H. Jones. Matériaux : Propriétés, applications et conception. Ed. Dunod, 4^e édition : Les constantes d'élasticité ; 2013.
- [252]- S. Gimnez. L'enclouage verrouillée dans les métastases osseuses. A propos d'une série de sept cas. Thèse, Université de Toulouse, France ; 1994.
- [253]- S. Duc Volluz, P. Abbet, N. Troillet. Quelle est la durée optimale de l'antibiothérapie pour les infections fréquentes ? Rev Med Suisse, volume 6.1901-1905 ; 2010.

- [254]- S.V. Konstantinides et al. : 2019 ESC Guidelines for the diagnostic and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *European Heart Journal*.00, 161; 2019.
- [255]- L.Obert, A. Couesmes, D. Lepage, J. Pauchot, P. Garbuio, Y. Tropet. Consolidation osseuse et pseudarthrose des os longs : L'apport des BMP. *E-Mem Acad Natl Chir*, 6 :24-30 ; 2007.
- [256]- A. Ateschrang, B.G, Ochs, M. Ludemann, K. Weise, D. Albrecht. Fibula and tibia fusion with autologous bone first results for infected tibial non-union. *Arch Orthop Trauma Surg*, 193: 97-104; 2009.
- [257]- Evaluation des pratiques professionnelles dans les établissements de santé (ANAES). Amélioration de la qualité et du contenu du dossier du patient ; Juin 2013.
- [258]- American Society of Anesthesiologists (A.S.A) : New classification physical status *Anesthesiology* 1963; 111-4.
- [259]- J. Charnley. The long term results of loco-friction arthroplasty of the hip performed as a primary intervention. *J bone joint Surg Br* 1972; 54:61-76.
- [260]- J.G. Jasso-Mosquera, R. Juvin, M. Frossard, Y. Tourne, P. Couturier, A. Franco: Responsabilité de l'ostéoporose dans les fractures du massif trochantérien. *Expansion, Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* 1999 ; vol 69, p.15-23.
- [261]- World Health Organization (OMS). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis : Report of WHO study group. WHO technical Report series N° 843. WHO, Genève, Suisse, 1994; 1-29.
- [262]- K. Briot, C. Roux, T. Thomas, H. Blain, D. Buchon et Al. : Actualisation 2018 des recommandations françaises du traitement de l'ostéoporose post-traumatique. *Hôpital Cochin, Service de Rhumatologie, Paris*.
- [263]- E.Zakhem, P. Sabbagh, C.A. Khoury, G. Zunquin, G. Baquet, R. El Hage. Corrélations positives entre le niveau d'activité physiques et les indices de résistance osseuse du col fémoral chez un groupe de jeunes hommes en surpoids et obèses. *Science et Sports. Elsevier Masson SAS* ; 2020.

- [264]- C.M. Samama, A. Afshari, ESA VTE Guidelines Task Force. European Guidelines en perioperative venous thromboembolism prophylaxis. *Eur J Anaesthesiol* 2018; 35:73-6
- [265]- R. Bernier, IHT Clinical, F. Muglioni, P. Surgical. Le drainage chirurgical : Histoire de Henri Redon et Jost. Europharma, Bordeaux ; 2008.
- [266]- F. Chapiro, J. Libbey Eurotext. Mesurer les durées d'hospitalisation: Notes méthodologique. « L'information psychiatrique » 2012 /5 ; Volume 88, page 381-384.
- [267]- R. Rosenthal, N. Dermatines, C. Blanc, P-G.Chassot. Bilan préopératoire en chirurgie viscérale. *Rev Med Suisse* 2008 ; volume 4. 1542-1549.
- [268]- S.Stigler. "Karl Pearson's theoretical errors and the advances they inspired" *Statistical Science*, n°23; 2008, p.261-271. (Mise en ligne par Wikipedia 2011)
- [269]- J.de Bonville: Problématique, l'hypothèses et plan de recherche. L'analyse de contenu des medias ; 2006, p.35-100. (Mise en ligne par CAIRN.INFO 2020)
- [270]- E.Yergeau, M.Poirier. Analyse de variance. University of Sherbrook, space web.ca ; 2013.
- [271]- R.Aylmer.Fisher. On the probable Error of a Coefficient of Correlation Deduced from a Small Sample. *Metron*, 1:3-32; 1921
- [272]- S.C. Voeten. Validation of the Fracture Mobility Score against the Parker Mobility Score in hip fracture patients. *ScienceDirect (Elsevier B.V)* Vol 51, Issue 2; 2020, p. 395-399.
- [273]- J.F. Maillefert. « Questionnaire de Koos du genou » Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (Koos), version française LK 1.0. Department of Rhumatology. Dijon, France.
- [274]- EM1. Ross, HP. Ross, LS. Lohmander, C. Ekdhal, BD. Beynnon. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)- développement d'une mesure de résultat auto-administrée. *J Orthop Sports Phy Ther*. 1998; 28 (2): 88-96.

Références bibliographiques

- [275]- F. Peyvandi. Epidemiology and treatment of congenital fibrinogen deficiency thrombosis. *Thromb Res.*2012;130 (Suppl 2):7-11. [PubMed]
- [276]- P.K. Mohabir. Le bilan préopératoire. *Le Manuel MSD. Stanford University Scholl of Medecine*; 2018.
- [277]- Groupe francophone de réhabilitation améliorée après chirurgie (GRACE). Critères d'éligibilité. *Johnes El et Al. Ann R Coll Surg Engl* 2014 ; 96 :89-94.
- [278]- M. Genestal, Th. Seguin, F. Vallée. *Complications périopératoires. Elsevier Masson SAS* ; 2009.
- [279]- A.C. Masquelet. Traitement des pertes de substances osseuses étendues des membres inférieurs selon le procédé séquentiel de Masquelet. *Traité de l'appareil locomoteur : A-30* ; 1995.
- [280]- M. Mejahed, M.S. Khasnadar. Traitement des pertes de substances osseuses étendues des membres inférieurs selon le procédé séquentiel de Masquelet. *17^e congrès national de la SACOT Oran* ; 2010.
- [281]- M. Greitbauer, T. Heinz, C. Gaebler, W. Stoik, V. Vecsei. Unreamed nailing of tibial fractures with the solid tibial nail. *Clin. Orthop.*, 1998; 350: 105-114.
- [282]- Borel J.C., Dujardin F., Thomine J.M., Biga N. Enclouage verrouillé des fractures complexes de la diaphyse fémorale de l'adulte: A propos de 68 cas. *Rev. Chir. Orthop.*, 1993 ; 79, n° 7 : 553-564.
- [283]- Bonneville P., Blazy O., Deterne P., Assoun J., Samaran P., Mansat M. Evaluation clinique, radiologique, tomodynamométrique d'une série continue de 39 fractures comminutives du fémur traitées par enclouage de Grosse et Kumpf. *Communication particulière. SOFCOT. Réunion annuelle, 1993 ; Tours.*
- [284]- U. Bashir, B. Mir, M. Halwai, U. Quayum. Première expérience avec clou intra médullaire verrouillé du fémur au Cachemire. *Le journal de chirurgie orthopédique*, 2007 ; vol 8, n 1.

- [285]- J. Damascene Dieu-Donné. Prise en charge chirurgicale des fractures de la diaphyse fémorale chez l'adulte. Thèse, Université de Kigali, Rwanda ; 2008.
- [286]- Enninghost N, Mc Dougall D, Le juge Evans, Sisak K, Balogh Z J. Epidémiologie basée sur la population des fractures du fémur. J Trauma Soins Surg, 2013 ; 14 :1516-20.
- [287]- M. El Moumni. Etude comparative entre le clou intra médullaire alésé versus non alésé. Université de Groningien, Pays-Bas ; 2016.
- [288]- Abraham L, Saad MD. Enclouage centromédullaire alésé des fractures du fémur. Philippine international journal of scientific and research publication, vol 7, issue 9, 2017 ; 424, 2250-3153.
- [289]- Shamsudden M, Abdurrahman AL. Clou intra médullaire à enclenchement intermittent pour les fractures des os longs du membre inférieur : Verrouillage à main levée. Journal des avancées médicales et pharmaceutiques des sciences, 14(4) :1-7,2017 ; 2394-1111.
- [290]- S. Hajar. Fracture de la diaphyse fémorale. A propos de 33 cas. Thèse de médecine, Université de Fès, Maroc ; 2019.
- [291]- Alhot A, Stomsoe K, Ekeland A. Locked intramedullary nailing of femoral shaft fractures. J. Trauma, 1991; 31, n° 1: 49-59.
- [292]- Botchu R, Unamath H, Reddy B. Management of fractures of shaft of femur by intramedullary nailing in a developing country. A clinical study. The internet journal of orthopedic Surgery, 2006; vol n °3, N °1.
- [293]- Cheng-Yu, Ming- Shiuin, Weil-Ming Chan, Cheng Fong Chen. Gestion du clou intra médullaire infecté avec alésage, lavage et insertion des clous avec ciment imprégné d'antibiotiques. Université de Taipei, Taiwan ; 2011.
- [294]- Court-Brown CM, Rimmer S, Prakash U. Epidémiologie des fractures ouvertes des os longs du membre inférieur, 1998; 29(7): 529-534.

Références bibliographiques

- [295]- Z. Gugala, A. Nana, R.W. Linsey. Placement des vis distales dans le clou intra médullaire distal à main libre et verrouillage selon le dispositif de ciblage distal. *Blessure*, 2010 ; 32 :21-25.
- [296]- Traoré M. Traitement chirurgical des fractures de la diaphyse fémorale à l'hôpital de Bamako, Mali; 2014.
- [297]- A. Cambuzat. Résultats de l'enclouage centromédullaire à foyer ouvert dans les fractures complexes de la diaphyse fémorale (type C de l'AO, type 4 de Winquist) : A propos de 60 cas sur 10 ans. Thèse de médecine, Université de Grenoble, France ; 1994.
- [298]- Sahi, Rahmani K, Trari I, Boudjellal. Les fractures de la diaphyse fémorale. Etude rétrospective de 2012-2015. Mémoire de fin d'études médicales, Université de Tlemcen, Algérie ; 2017.
- [299]- Koné J. Enclouage centromédullaire dans les fractures diaphysaires du fémur à l'infirmerie de l'hôpital de Kati. Thèse de médecine, Université de Bamako, Mali ; 2008.
- [300]- Rezzouki K. Prise en charge chirurgicale des fractures de la diaphyse fémorale chez l'adulte. Thèse de médecine, Université de Marrakech ; 2011.
- [301]- Talibi L. Traitement chirurgical des pseudarthroses de la diaphyse fémorale. Thèse de médecine, Université de Marrakech ; 2017.
- [302]- Mcharo CN, Meseru LM. Late open intramedullary Kuntcher nailing of femoral shaft fractures. *Tanzanie medical journal*, 2005; vol 20, n° 1, 26-7.
- [303]- Al Mohridj S, Iftikhar A, Adham A. Management of pediatric femoral fractures using K-wires. *Annals of Saudi Medecine*, 2001; vol 21, n° 5-6.
- [304]- O'Brien P.J, Meek R.N, Powell J.N, Blachut P.A. Primary intramedullary nailing of open femoral shaft fractures. *J. Trauma*, 1991; 31, n°1:113-116.
- [305]- Groh G.I, Parker J, Allen W.C. Fractures of the femur treated by intramedullary nailing using the fluted rod. A report of 193 consecutive cases. *Clin.Orthop. Rel. Res.*, 1992; n° 285: 223-228.

- [306]- Tornetta 3e C-P, Kam MS, Creery WR. Diagnosis of fractures in patients with a femoral shaft fracture improvement with a standard protocol. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 39-43.
- [307]- M. Arazy, Tunc C ogun, M. Nihat Octav. Port de poids après le clou intra médullaire alésé et verrouillé en statique dans les fractures fémorales comminutives. *Journal of trauma : Lésions, infections et critique. Care* 2001 ; vol 50, n°4.
- [308]- R.J. Brumback et al. Application du verrouillage statique ou dynamique selon la configuration de la fracture. *L'orthopédie et la recherche annexe*, 1996 ; n°324, 320-292.
- [309]- E. Pintore, N. Maffuli. Avantages et évaluation des clous intra médullaires imbriqués des fractures du fémur. *Blessure*, 1992 ; 23,6 :387-381.
- [310]- J. Grover, D.A. Wiss. Une étude prospective des fractures fémorales traitées par enclouage centromédullaire verrouillé statique. *Cliniques orthopédiques d'Amérique du nord*, 1995 ; vol 26, n°1.
- [311]- N. Kimmaklar, T. Jaya Hemnani, J.T. Hemmasain. Comparaison entre le clouage centromédullaire à foyer fermé et ouvert. *Inde, Nagpur Hospital, medical college and research center in anatomic and pharmacologic* ; 2016.
- [312]- El Mounni M, Leenhouts PA, Ten Duis HJ, Wendt KW. Incidence de la pseudarthrose des fractures de la diaphyse fémorale après enclouage non alésé. *Injury*, 2009 ; 40 :205-208.
- [313]- Grosse A, Taglang G, Court-Brown C, MC Qucen et al. Les fractures ouvertes de la diaphyse fémorale chez l'adulte traitées par enclouage centromédullaire précoce. *Joint J Surg*, 1993 ; 75 B :562-5.
- [314]- Wiss DA, Brien WW, Becker V. Clouage à emboîtement pour le traitement des fractures fémorales secondaires à des blessures par balles. *J Bone Joint Surg*, 1991, 73 A : 598-606.

Références bibliographiques

- [315]- Hanks G.A, Foster W.C, Cardea J.A. Treatment of femoral shaft fractures with the Brooker wils interlocking intramedullary nail. Clin. Orthop. Rel. Res., 1988; n° 226: 206-218.
- [316]- Zuckermann D, Veith R.G, Johson K.D, Bach A.W, Hansen S.T, Solvik S. Treatment of unstable femoral shaft fractures with closed interlocking intramedullary nailing. J.Orthop. Trauma, 1987; 1, n°3: 209-218.
- [317]- Johson K.D, Tencer A.F, Blumenthal S, August A, Johnston D.W.C. Biomechanical performance of locked intramedullary nait systems in comminuted femoral shaft fractures. Clin.Ortho. Ref., 1986; n°206: 151-161.
- [318]- Kempf I, Jenny J.Y. L'enclouage centromédullaire selon Kuntcher. Principes de base- Apport du verrouillage. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT- Paris. Exposition scientifique française, 1990 ; n° 39 :5-12.
- [319]- Levin P.E, Schoen R.W, Browner B.D. Radiation exposure in the surgeon during closed interlocking intramedullary nailing. J Bone. Joint. Surg., 1987; 69 (A), n°5, 761-766.
- [320]- Coetzee J.C, Van Der Merwe E.J. Exposure of surgeons in training to radiation during intramedullary fixation of femoral shaft fractures. S.Afr.Med.J., 1992; 21,81, n°6: 312-314.
- [321]- Boereboom FT, De Groote RR, Raymakers JA. The incidence of hip fractures in the Netherland. Neth J Med 1991; 38: 51-58.
- [322]- Albert M, Lisa K, Maria M. Factors affecting length of stay after isolated femoral shaft fractures. The journal of trauma: Injury infection and critical care, 2007; vol 62 (3), 697-300.
- [323]- Blumberg K.D, Foster W.C, Blumberg J.F and cool. A comparaisn of the Brooker wils and Russel-Taylor nails for treatment of patients who have fractures of the femoral shaft. J. Bone. Joint. Surg., 1990; 72 (A), n°7: 1019-1024.

Références bibliographiques

- [324]- Sanders DW, MacLeod M, Charyke- Stewart T, Lydestad J, Domoukos A, Tieszer C. Résultats fonctionnels et incapacité persistante après une fracture isolée du fémur. *J. Trauma. Surg.*, 2008 ; 51 :366-370.
- [325]- Scholl BM, Jaffe KA. Les utilisations oncologiques du clou intra médullaire fémoral rétrograde. *Clin. Orthop.*, 2002 ; 394 : 219- 226.
- [326]- Mc Laren A.C, Roth J.H, Wright C. Intramedullary rod fixation of femoral shaft fractures: Comparison of open and closed insertion techniques. *Can. J. Surg.*, 1990; 33, n° 4: 286-290.
- [327]- Wu C.C Shih C.H, Ureng W.N, Chen Y.J. Treatment of segmental femoral shaft fractures. *Rel. Res.*, 1993; n° 287, 224-230.
- [328]- N. Pessuti, D. Waast. G. Piettu, F. Goulin. Complications de la consolidation osseuse : La pseudarthrose. *Rev Chir Ortho App locomoteur* ; 2004 : 90 issue 5, Suppl 1 : 57-60.
- [329]- Archidiacre M, Ford KR, Wyrick J, Patero MV, Hamptou S, Ludwig MB, Hcwert TE. Evaluation prospective des résultats fonctionnels de l'analyse du mouvement des abducteurs de la hanche après fracture du fémur et clouage antérograde. *J Ortho Trauma.*, 2008 ; 22 : 3-9.
- [330]- Brumback R.J, Uwagie- Eros, Lakatos P.R, Poka A, Bathon G.H, Burgess A.R. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part 2: Fractures healing with static interlocking fixation. *J Bone Joint Surg*, 1987, 69 (A), n°9, 1391- 1399.
- [331]- Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg*, 1985; 67 (A) n°5: 709-720.
- [332]- Braun W, Mehlig U, Brucher R, Ruter A. Die platten osteosynthese bei der behauding offener femur schaffft fracturen. A propos de 65 cas. *Akt. Truama.*, 1991; 21:189-193.
- [333]- Wild Burger R, Mahring M, Hofer HP. Erfahrungen uber die plattenosteosynthese bei Oberschenkel schaffft fracturen, *Akt. Trauma.*, 1991; 21: 182-188.
- [334]- Wiss D.A, Brien W.W, Stetson W.B. Interlocked nailing of treatment of segmental fractures of the femur. *J Bone Joint Surg*, 1990; 72(A), n°5: 724-728.

- [335]- Babin SR, Graf P, Nord J, Schvingt E. Le risque septique de l'ostéosynthèse à foyer fermé d'après une série continue de 1059 enclouages selon Kuntcher. In Ortop, 1983 ; 5(4) : 271-6.
- [336]- Hooper G.J, Lyon D.W. Closed unlocked nailing of comminuted femoral fractures. J Bone Joint Surg, 1988; 70 (B), n°4, 619-621.
- [337]- Duan X, Li T, Mohamed Aq, Xiang Z. Clou intra médullaire alésé pour les fractures de l'arbre du fémur. Une revue systématique de la littérature> Arch Orthop Trauma Surg, 2011 ; 131 : 1445-52.
- [338]- Kempf I, Pidhorz L. Enclouage des fractures de la diaphyse fémorale. Encyclo Med Chir (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales- Orthop-Trauma, 2000 ; 6, 44-705.
- [339]- Wolinsky PR, Mc Carty E, Shyr Y, Johson K. Clouage intra médullaire du fémur alésé. 551 cas J Trauma., 1999 ; 46 : 392-9.
- [340]- Winqvist RA, Hansen ST, JR Clawson DK. Clou intra médullaire fermé des fractures fémorales. Un rapport de 520 cas. J Chir articulaire osseuse. Am. 1984 ; 66 : 529-39.
- [341]- Clatworthy MG, Clarck DI, Grey DH, Hardy AE. Clous fémoraux alésés et non alésés. Un essai prospectif randomisé. J Chir articulaire osseuse. Br. 1998 ; 80 : 489-9.
- [342]- Tornetta 3^e P, Tibuzy D. Clou fémoral alésé antérograde ou rétrograde. Un essai prospectif randomisé. J Chirurgie articulaire osseuse. Br. 2000 ; 82 :652-4.
- [343]- Foster MC, Aster AS, Ahmed A. Alésage au cours de l'enclouage fémoral antérograde: En vaut-il la peine? Blessure, 2005 ; 36 : 445-9.
- [344]- Swiontkowski MF, Hansen ST Jr, Kellah J. Ipsilateral fractures of the femoral neck and shaft. A treatment protocol. J Bone Joint Surg Am. 1984; 66: 260-268.
- [345]- Daglar B, Gungor E, Delialioglu OM, Karakus D et al. Comparaison de la fonction du genou après enclouage antérograde et rétrograde pour les fractures diaphysaires du fémur. Résultats de l'évaluation iso cinétique. J.Orthop Trauma., 2009 ; 23 : 640-644.

Références bibliographiques

- [346]- Ansari CM, Verhofstad MH, Bleys RL. Blessure des tissus mous liés au choix du point d'entrée dans l'enclouage fémoral antérograde: Fosse piriforme ou extrémité supérieure du trochanter. *Blessure*. 2005 ; 36 : 1337-1342.
- [347]- Orsay MH, Bazarir K, Bayramogh A. Risque de lésion du nerf glutéal supérieur et du muscle glutéal lors de l'insertion du clou fémoral. *J. Chir articulaire osseuse, Am* 2007 ; 89 : 829-834.
- [348]- Ostrum RF, Agarmal A, Poka A, Lakatos R. Comparaison prospective du clou antérograde et du clou rétrograde fémoral. *J Orthop Trauma*. 2000 ; 14 : 496- 521.
- [349]- Y. Arlettaz, A. Dominguez, A. Farron. Verrouillage distal du clou fémoral : Evaluation d'un nouveau rayonnement indépendant du système de ciblage. *Journal de traumatologie* ; 2012.
- [350]- Anastropoulos G. Enclouage centromédullaire verrouillé des fractures du fémur. Verrouillage distal avec gabarit mécanique. *Blessure* ; 1994.
- [351]- Bong Matheur R, Kummer Frédéric J, Koval K. Clou intra médullaire de l'extrémité inférieure du fémur : Biomécanique et biologie. *Journal de l'académie américaine de chirurgie orthopédique*. 2007 ; 15 (20) : 97-106.
- [352]- JP. Stannard, L. Bankston, LA. Futch, G. Mc Gwin, DA. Volgas. Résultats fonctionnels après enclouage centromédullaire du fémur : Comparaison prospective randomisé de Piriformis Fossa. *Le journal de la chirurgie osseuse et articulaire*. 2011 ; 93 : 1385-1391.
- [353]- E. Kastouli, C. Court- Brown, PV. Giannoudis De St James. Incidence and etiology of anterior knee pain after intramedullary nailing of the femur and tibia. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006; 88-B: 576-580.
- [354]- Tom AD, Morgan-Jones RL, Spencer- Jones R. Enclouage fémoral intra médullaire: Ablation du clou et amélioration des résultats. *Blessure* 2002 ; 33 : 247-249.
- [355]- Boss MJ, Mc Kenzie EJ, Riever BL, et al. Syndrome de détresse respiratoire, pneumonie et mortalité secondaire à une fracture fémorale traitée par enclouage alésé et

associée à une lésion thoracique. Une étude comparative. *J Bone Joint Surg Am* 1997 ; 79 (6) : 799-809.

- [356]- L. Mustaki, N. Gallusser, S. Steinmetz, O. Aebischer, B. Maeder, B. Morattel, A.Z. Cherix et al. Traitement chirurgical des métastases du fémur proximal. *Rev Med Suisse* 2019; 15 :2288-2292.
- [357]- P. Lin, A. N. Mirza, A. Yasko. Patient survival after surgery for osseous metastasus from renal cell carcinoma. *The journal of bone and joint surgery*.2007; vol 7.
- [358]- C. Confavreux, C. Barry, A. Belliere, M. Brevet, C. Decroiselle, F. Mornex et al. Métastases osseuses. Référentiel Auvergne, Rhône- Alpes Oncologie thoracique, 7^e édition ; 2021.
- [359]- J Y. Jenny, G. Jenny, I. Kempf. Infection après clouage intra médullaire alésé des fractures des os longs du membre inférieur. Une revue de 1464 cas sur 15 ans. *Acta Orthopédica Scandinavia*, 1994 ; 65 : (1) 94-96, reproduction et publication en line en 2009.
- [360]- Malik MH, Harwood P, Diggle P, Khan SA. Infection and non union in intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg. (Br)* 2004; 86: 556-560.
- [361]- Z. Kara, R. Harrar. Les cancers osseux primitifs et secondaires d'origine métastatique. Symposium de chirurgie Orthopédique : utilisation de l'Eparine à bas poids moléculaire (HBPM) pour la prévention des complications postopératoires thromboemboliques (VARENOX), 2021 ; Alger, Laboratoires FRATER-RAZES.
- [362]- C. Meares, A. Badran, D. Dewar. Prediction of survival after surgical management of femoral metastatic bone disease. A comparaison of prognostic models. *J Bone Oncologie*; 2019.
- [363]- RL Siegel, KD Miller, A. Jemal. Cancer statistics, *Cancer J. clinical* (69); 2019.
- [364]- S. Jeddi. Tumeurs osseuses: Profil épidémiologique et prise en charge thérapeutique. A propos de 109 cas. Thèse de médecine, Université de Marrakech, Maroc ; 2016.

- [365]- Boussaidane, J, Boukhris, Y, Benyas et al. Prise en charge des fractures pathologiques sur métastases des os longs : A propos de 38 cas. Rev Marocaine de chirurgie orthopédique, n° 85 ; 2020.
- [366]- El Moumni M, Scharen P, Dix Duis HJ, Wendt K. Plaintes persistantes du genou après clouage rétrograde des fractures de la diaphyse fémorale. Acta Ortho Belg, 2010 ; 76 : 219- 25.
- [367]- Saragaglia D. De l'utilisation électrique des clous et des plaques vissées dans l'ostéosynthèse de la diaphyse fémorale : A propos de 420 ostéosynthèses (310 plaques vissées-110 clous). Thèse de médecine, Grenoble ; 1980.
- [368]- Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Oda H, Oshima M, Ryu J. A revised scoring system for preoperative evaluation of metastatic spinal tumor prognosis. Spine (Phila Pa1976) 2005; 30: 2186- 2191.
- [369]- Dabak N, Ciraki A, Gulman B, Selçuk MB, Baris S. Distribution and evaluation of bone and soft tissue tumors in the middle black sea. Acta orthop traum Turc.2014;48 (1).
- [370]- Forthome J.P, Costenble V, Soette P, Doquier D. Traitement des fractures du fémur par clou Gamma.: A propos de 92 cas. Acta Ortho. Belgica, 2009 ; 64-62, vol 59, n°1, 22-29.
- [371]- Bojan AJ et al. 3066 consecutive gamma nails. 12 years experience at a single center. BMC musculoskeletal disorders. 2010; 11-33.
- [372]- Kempf I, Grosse A, Taglang G, Favreul E. Traitement à foyer fermé des fractures fémorales par clou gamma. Résultats et indications : A propos de 121 cas. Rev Chir Ortho.1993 ; 79,29-40.
- [373]- Ertuer E, Ozturk I, Dirik Y, Aksoy B et al. Les résultats radiographiques et fonctionnels après enclouage intra médullaire verrouillé ou non des fractures de la diaphyse fémorale de l'adulte. Acta Orthop Trauma Turc 2005 ; 39 (5) : 381-386.
- [374]- Ricci WM, Bellabaha C, Evanoff B. Retrograde versus antero-grade nailing of femoral shaft fractures. J Orthop Trauma 2001; 15 : 161-169.

- [375]- Pape HC, Paffrath T, Dwenger A, M Grotz. L'enclouage intra médullaire alésé influence t-il le degré de dysfonction pulmonaire chez le polytraumatisé. Une étude annale. J Orthop Trauma. 1994 ; 8 : 300-309.
- [376]- Pella C, Christie J, Keatry JF. La détection de l'embolie graisseuse par échocardiographie trans œsophagienne lors d'un clouage intra médullaire alésé. Une étude de 24 patients atteints de fractures fémorales et tibiales. J Chirurgie articulaire osseuse Br. 1993 ; 75 : 921-925.
- [377]- Buckley R, De Groot R, Powell JP. Un essai prospectif randomisé comparant le clouage intra médullaire alésé et non alésé des fractures de la diaphyse fémorale après évaluation de la fonction pulmonaire. Orthop Trauma. Association, Vancouver, 1998 ; 111-112.
- [378]- M.Cara. La médecine face aux accidents de la route. Bulletin de l'académie nationale française de médecine, vol. 187, n°6, 2003 ; 1169-1170.
- [379]- World health organization (OMS). Estimation du taux de mortalité routière pour 100.000 habitants. Accidents de la route : d'ici 2030, diviser par deux le nombre de décès et de blessures dus aux accidents de la route dans le monde ; 2019, ODD 3.6.
- [380]- S. Sidibé, T. Souleyman Bah, B. Soumare, M. Bouayad, B. Fawzi. Résultats du traitement chirurgical des pseudarthroses aseptique de la diaphyse fémorale. PAMJ-Clinical Médecine, 2020 ; vol 13, n°84.
- [381]- Société française d'anesthésie et réanimation (SFAR). Les blocs péri médullaire chez l'adulte. Annales française d'anesthésie et de réanimation 26 (2007) ; 720-752.
- [382]- Heckbert S.R, Vedder N.B, Hoffman W. Outcome after hemorrhagic shock in trauma patients. J Trauma 1998 ; 45: 545-549.
- [383]- Ph Vichard, H. Pichon, P. Garbuio. Enclouages centromédullaires dans le traitement des fractures fémorales. 1996 ; 121 :137-42.

- [384]- Kempf I, Jenny JY. L'enclouage centromédullaire à foyer fermé selon Kuntcher. Principes de base. Apport du verrouillage. Cahier d'enseignement de la SOFCOT, n°39. Expansion scientifique française, 1990 ; 5-12.
- [385]- G. Taglang, Ph. Adam, F. Genlot, S. Karger, F. Schilling, J. Gurho, Y. Arlettaz, D. Brinkert et al. AIOD. 2018; Hopitaux universitaires de Strasbourg, France.
- [386]- G. Laroche, I. Dunca, R. Contantin. Déjouer les pièges de l'enclouage des fractures fémorales proximales. Maitrise orthopédique, 2011 ; n°202.
- [387]- P. Chiron. Fractures de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte. Enclouage centromédullaire verrouillé. EMC (Elsevier Masson SAS Paris). 2009 ; 14-080-A-10.
- [388]- V. Vessei, S. Hajdu, L. Negrin. Clou intra médullaire pour le traitement des fractures : Histoire, science et l'influence révolutionnaire de Kuntcher. Vienne, Autriche. Blessure 2001 ; 43 (4) :1-5.
- [389]- Z. Kamariakis, I. Bulier, N. Pallikarakis. Identification et localisations de clous intra médullaires pour le verrouillage distal utilisant l'imagerie médicale et physique : Etude de simulation. 2011 ; 33 (4) : 479-489.
- [390]- Vaisto O, Le Juge Toivanen, Kannus P, Jarvineu M. Douleur antérieure du genou et la force des muscles de la cuisse après enclouage intra médullaire des fractures du tibia. Un rapport de 40 cas. J Orthop Trauma 2004 ; 18 : 18-23.
- [391]- Anwar IA, Battistella FD, Neiman R. Fractures du fémur et complications pulmonaires : Une étude prospective randomisée de l'alésage. Clin Orthop Relat Res. 2004 ; 71-76.
- [392]- El Moumni M, Voogd E.H, Ten Duis H.J, Wendt K.W. Résultats fonctionnels à long terme après enclouage centromédullaire de 139 fractures fémorales. 2012 ; 43(7) : 1154-1158.
- [393]- Le juge Toivaneux, Vaisto O, Kannus P. Douleur antérieure du genou après enclouage intra médullaire des os longs du membre inférieur : Une étude prospective randomisée comparant deux différentes techniques d'insertion des clous. J Bone Joint Surg [AM]. 2002 ; 84-A : 580-5.

- [394]- J. Movant. Les poly traumatismes. Réanimation polyvalente. Centre hospitalier de Carcassonne, IFSI ; 2017.
- [395]- Nast-Kolb D, Waydhas C, Jochum M et al. Is there a favorable time for the management of femoral shaft fractures in polytrauma ?Chir.,1990 ; 61, n° 4: 259-265.
- [396]- Parker MJ et al. Echelle d'évaluation de la fonction locomotrice. J Bone Joint Surg Br ; 1993.
- [397]- Katz Bernard. Score d'évaluation de la fonction locomotrice. Encyclopaedia Universalis [en ligne] ; 2021. URL. Hhttps : [www.Universalis](https://www.Universalis.fr/encyclopédie/bernard-katz). Fr/encyclopédie/bernard-katz.
- [398]- Burc H, Demirci D, BayKal YB, Kirdemir V et al. The intramedullary nailing of adult femoral shaft fracture by the way of open reduction is a disadvantage or not ?.Indian J Surg 2015; 77: 583-588.
- [399]- Moubiot AC, Traoré A, Kacon AD et al. Verrouillage distal des clous dans les fractures de la diaphyse fémorale sans amplificateur de brillance sur table ordinaire. Rev Int sc Med-RISM-2016 ; 18, 4 : 286-291.
- [400]- P. Pfitzenmeyer, A. Musat, L. Lenfant, A. Turcu, A. Musat. Altération cognitive post opératoire chez le sujet âgé. Presse Med Masson Paris, 2001 ; 30 : 648-52.
- [401]- M. Orri. Psychologie de la santé en chirurgie : Facteurs psychologiques, subjectivité et émotions dans les soins chirurgicaux. Psychologie. Université de la Sorbonne, Paris Cité, 2015.
- [402]- B. Fouquet, J. Beaudreuil. Complications du décubitus. EMC (Elsevier, Paris) ; 2000, [26-520-A-10].
- [403]- Kapandji A.I. ; Vous avez dit Biomécanique ? La mécanique « Floue » ou « Patate ». Maitrise Orthopédique, n°64,1997, p.1-11.
- [404]- Sala F, Binda M, Lovisetti G. Syndrome gonalgique antérieur après enclouage intra médullaire : Etude échographique et radiologique : Chir. Osseuse, 1998 ; 83 : 271-5.

- [405]- A. Theissen, M. Beaussier, M. Bouregba et al. La responsabilité de l'anesthésiste-réanimateur en chirurgie ambulatoire. *Anesthésie et Réanimation EMC* (Elsevier, Masson, SAS, Paris) ; 2017, vol 2, n°6, p. 381-390.
- [406]- Société française d'anesthésie et de réanimation (SFAR). Recommandations concernant les relations entre Anesthésistes-Réanimateurs, chirurgiens et autres spécialistes ou professionnels de santé. Préface. B. Glorion. Edition Mai 1994. (Actualisation en 2001).
- [407]- B. Moon, P.Lin, V. Lewis. Clouage intra médullaire des métastases diaphysaires fémorales: Est-il nécessaire de protéger le col du fémur ? *Orthop Clin and reseach annexe* ; 2014.
- [408]- Girard D, Pfeffer F, Galois L, Traversari R, Mainard D, Delagoutte J-P. Enclouage centromédullaire non alésé dans les fractures de la jambe : A propos de 106 cas. *Rev Chir Ortho* 2003 ; 89 :59.
- [409]- Laffargue P, Mullier A, Mielcarek P, Baudson H, Bachour F. Complications de l'enclouage centromédullaire du tibia en fonction du matériel. *Rev Chir Ortho* 2005 ; 91 :168 -70.
- [410]- Mainard D, Galois L, Gasnier J. Etudes des complications des enclouages centromédullaires des os porteurs (Etude CECOP). *Rev Chir Ortho* 2005 ; 91 :180-2.
- [411]- J. Manon, O. Cornu, C. Detrembleur, D. Putineanu. Evaluation de la prise en charge des fractures diaphysaires du tibia traitées par enclouage centromédullaire et identification des facteurs de complications. Centre de recherche IREC et NMSK, Service de Chirurgie orthopédique de l'université catholique de Louvain, 2018 ; Bruxelles, Belgium.
- [412]- Robinson CM, Mc Lanchlan GJ, Mc Lean IP, Court Brown CM. Distal Metaphyseal fractures of the tibia minimal involvement of the ankle: classification and treatment by locked intramedullary nailing. *J Bone J Surg.*, 1995; 77 B: 781-787.
- [413]- Fan CY, Chiang CC, Chuang TY, Chiu FY. Interlocking nails for displaced metaphyseal fractures of the distal tibia. *Injury*, 2005; 36: 669-674.

- [414]- A. Tounsi. Les fractures du quart distal de la jambe chez l'adulte. Thèse de médecine, Université de Meknès, Maroc, 2018.
- [415]- L. Rehbi. Traitement des fractures du quart inférieur des fractures de la jambe par enclouage centromédullaire verrouillé : A propos de 58 cas. Thèse de médecine, Université de Franche-Comté de Besançon, France ; 2004.
- [416]- Association internationale d'Orthopédie et de Traumatologie (AO) : Commmity for Coding. Fracture and dislocation compendium. Journal of orthopedic trauma. 1996 ; 10 (1) : 1-154.
- [417]- Keating JF, Kuo JS, Court-Brown CM. Bifocal fractures of the tibia and fibula. J Bone Joint Surg (Br), 1994; 76: 395- 400.
- [418]- E. Lawson, SK. Diakité, FB. Conté, L. Diaby, M. Touré et al. Aspects épidémiologiques et lésionnels des fractures de la jambe chez l'adulte, Research fr 2014 ; 1 : 611.
- [419]- Zuckman J, Roux JP. Fractures basses récentes de jambe chez l'adulte. Définition, classification, résultats thérapeutiques à propos de 109 cas. Rev Chir Orthop 1972 ; 58: 789-802.
- [420]- F. Dubrana, M. Genestet, G. Moineau et al. Fractures ouvertes de jambe. In EMC- App. Locomoteur. (Elsevier Masson, SAS, Paris), 2007 ; p. 14-086-A-20.
- [421]- P. Boyer, P. Charles, P. Loriaut, J. Alkaili et al. Enclouage centromédullaire et verrouillé à stabilité angulaire des fractures du tiers distal de la jambe. Revue de chirurgie orthopédique et de traumatologie. 2014 ; p.650-654.
- [422]- Faure M. Fractures du quart inférieur du tibia : étude et résultats thérapeutiques. Th : Med : Limoges, 1976 ; 65.
- [423]- L.P. Mourgue, G. Fisher. Les fractures extra-articulaires du quart inférieur du tibia. Acta Orthopaedica Belgica. 1978; 44 (2) :p.297-304.

- [424]- O. Margad, J. Boukhris, H. Sallahi, O. Azziouil, M. Daoudi, K. Koulali. Intérêt de l'enclouage centromédullaire dans les fractures du quart inférieur de la jambe: A propos de 30 cas. Pan African Medical Journal (PAMJ Clinical Medecine). 2017 ; 28 :176.
- [425]- S. Bouchekroun, M. Lahsika, H. Abid, M. El Idrissi, A. El Ibrahimy, A. El Mrini. L'intérêt de l'ostéosynthèse de la fibula dans le traitement des fractures du quart distal de la jambe. A propos de 46 cas. Pan Africain Medical Journal (PAMJ Clinical Medecine). 2020 ; 4 (53).
- [426]- Sarmiento A, Latta LL. 450 Closed fractures of the distal third of the tibia treated with a functional brace :Clin Ortho. 2004; 428: 261-271. [Pub Med]
- [427]- Strauss EJ, Alfonso D, Kummer EJ et al. The effect of concurrent fibular fracture of the fixation of distal tibia fracture: A laboratory comparaisson of intramedullary nails with locked plates. J Orthop Traum. 2007; 21 (3): 172-177. [Pub Med]
- [428]- P. Bonneville, J.-M. Lafosse, L.Pidhorz, A. Poichotte. Fractures de la jambe distale : Quelle importance attacher à la fracture fibulaire et à son ostéosynthèse ? Research Gate. 2010 ; 96 (6) : 732-738.
- [429]- Court-Brown CM, Mac Birnie J. The epidemiology of tibial fractures. J Bone Joint Surg Br. 1995; 77 (3): 417-421. [Pub Med]
- [430]- Nork SE, Schwartz AK, Agel J, Holt SK, Schrick JL, Winkquist RA. Intramedullary nailing of distal metaphyseal tibial fractures. JBJS. June 2005; 87 (6): 1213-1221. [Pub Med]
- [431]- Obremskey WT, Medina M. Comparaisson of intramedullary nailing of distal third tibial shaft fractures: before and after traumtologists. Orthopedics. 2004; 27 (11): 1180-1184. [Pub Med]
- [432]- Woll TS, Du Welius PJ. The segmental tibial fracture. Clin Orthop.1992; 281: 204-207. [Pub Med]
- [433]- Kessler SB. The effects of reaming and intramedullary nailing of fracture healing. Clin Orthop.1986; 212: 18-25 [Pub Med].

- [434]- S. Zizah, A. Bennani, K. Lahrach, M. Benabid, O. Ammoumri, A. Marzouki, F. Boutayeb. Traitement chirurgical des fractures de jambe à fibula intacte. Revue Marocaine Chir Orthop Traumatol. 2011 ; 45 : 28-32.
- [435]- M. Abouchane, A. Fadili, A. Belmoubarik, Y. El Andaloussi, M. Nechad. Les fractures de jambe à fibula intacte : Traitement orthopédique ou enclouage centromédullaire? (Etude comparative à propos de 60 cas. The Pan African Medical Journal Pan Afr Med J. 2015 ; 20 : 222.
- [436]- Bonneville P, Bellumore Y, Foucras L, Hezard L, Mansat M. Tibial fracture with intact fibula treated by reamed nailing. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2000; 86 (1): 29-37. [Pub Med]
- [437]- Sarmiento A. A functional below-the knee cast for tibial fractures. J Bone Joint Surg Am. 1970; 52 (2): 295-311. [Pub Med]
- [438]- R. Kohlprath, M. Assal, I. Uckay, N. Hotzer et al. Les fractures ouvertes de la diaphyse tibiale chez l'adulte: prise en charge chirurgicale et complications. Revue médicale suisse. 2011 ; 332, 1660-9379.
- [439]- M. Laigle, L.Rony, R. Pine, R. Lancigu, V. Steiger, L. Hubert. Enclouage centromédullaire des fractures ouvertes de jambe chez l'adulte: A propos de 85 cas. Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique : Chirurgie et recherche, Vol 105, n°5, 2019 ; 649-653.
- [440]- Aneda LRP. Open fractures tibia : prospective and epidemiologic study. Acta Orthop Br. 2009; 17: 326-330.
- [441]- L. Velly, E. Gayat, A. De Jon, H. Quintard, E. Weiss, P. Cuvillon, H.de Courson, D. Michelet et al. Préconisations pour l'adaptation de l'offre de soins en Anesthésie-Reanimation dans le contexte de la pandémie de Covid-19. Société française d'anesthésie-réanimation [SFAR], 2021 ; Version 3.0.
- [442]- Babin SR, Graf P, Nord J, Schvingt E. Le risque septique de l'ostéosynthèse à foyer fermé d'après une série continue de 1059 enclouages selon Kuntscher. In Orthop 1981 ; 5 (4) : 271-275.

- [443]- Brumback RJ, Ellison PS, Poka A, Lakatos R et al. Clouage intra-médullaire des fractures ouvertes. *J Chirurgie articulaire osseuse AM*.1989 ; 71 (9) : 1314-1431.
- [444]- Matsouki J, Thomine JM, Khallouk R, Biga. Enclouage centromédullaire verrouillé de jambe secondaire après fixation externe. A propos de 25 cas. *Rev Chir Orthop*.1991 ; 77 : 555-561.
- [445]- Giannoudis PV, Papakostidis C, Roberts C. A review of the management of open fractures of the tibial and femur. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 89:884-895.
- [446]- Cross WW, Swiontkowski MF. Treatment principles in the management of open fractures. *Indian J Orthop* 2008 ; 42: 377-386.
- [447]- Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT et al. Open tibial shaft fractures : Evaluation and initial wound management. *J Am Acad Orthop Surg* 2010; 18: 10-9.
- [448]- Roberts CS, Pape H-C, Jones AL, Malkani AL, Rodriguez JL, Giannoudis Pv. Damage control orthopedics: evolving concepts in the treatment of patients who have sustained orthopedic trauma. *Instr Course Lect*.2005; 54: 447-62.
- [449]- Z. Kamariarakis, I. Buliev, N. Pallikarakis. Identification et localisation des clous intra-médullaires pour le verrouillage distal: étude de simulation en imagerie médicale et physique. 2001 ; 33 (4) : 479-489.
- [450]- Patterson S, Klenerman L, Biswas M, Rhodes A. The effect of pneumatic tourniquets on skeletal muscle physiology. *Acta Orthop Scand*, 1981; 52:171-172.
- [451]- Greene TL, Louis DS. Compartment syndrome of the arm- a complication of the pneumatic tourniquet. A case report. *J Bone Joint Surg*, 1983; (AM) 65 A:270-273.
- [452]- Mc Queen MM, Christie J, Court-Brown CM, Acute compartment syndrome tibial diaphyseal fractures. *J Bone and joint Surg*, 1996; 78 B:95-98.
- [453]- Kutty S, Farooq M, Murphy D, Kelliher C. Tibial shaft fractures treated with the AO unremed tibial nail. *J Med Sci*,2003; 172(3):141-142.

- [454]- J.Ristiniemi, E. Tukiainen, M. Jarvineu. Clou intra médullaire des fractures de l'axe tibial. Université Finlandaise de Tampere, 2009.
- [455]- G. Schelling, C. Aufdenbatten, C. Kellenberger, D. Grisch. Fractures de la diaphyse tibiale avec lésions ipsilatérale de la cheville. Forum Med Suisse. 2020; 20 (1112): 198-200.
- [456]- T. Schubert, D. Putineanu. Les fractures du tibia diaphysaire. Service d'orthopédie des cliniques universitaires Saint- Luc (Bruxelles- Waluwe). Université catholique de Louvain ; 2013, Belgique.
- [457]- Keating JF, Orfaly R, O'Brien PJ. Douleurs au genou après enclouage du tibia. J Orthop Trauma 1997 ; 11 : 10-13.
- [458]- Mochida H, Kikuchi S. Lésion de la branche infra-patellaire du nerf saphène lors de la chirurgie arthroscopique du genou. Clin Orthop 1995 ; 320 : 88-94.
- [459]- Tifford CD, Luc T, Plancher KD et al. La relation des branches du nerf infra patellaire du nerf saphène lors de la chirurgie orthoscopique du LCA : une étude anatomique. AM sport Med 2000 ; 28 : 662-567.
- [460]- Lenng M, Hertel R. Nécrose thermique après alésage tibial pour la fixation du clou intra médullaire tibial. Un rapport de 30 cas. J Chirurgie articulaire osseuse. Br. 1996 ; 78 : 584-587.
- [461]- Shepherd LD, Le juje Shean, Gelalis ID. Etude prospective randomisée des clouages alésés et non alésés: une évaluation des procédures. J. Orthop Trauma.2001 ; 15 : 32-28.
- [462]- Tronetta P 3^e, Tiburzy D. Clouage diaphysaire antérograde alésé et non alésé. J Orthop Trauma. 2000 ; 14 : 15-19.
- [463]- Gregory P, Diccico J, Karpik K. Ipsilateral fractures of the femur and tibia. Treatment with retrograde femoral nailing and undreamed tibial nailing. J Orthop Trauma. 1996; 10 :309-316.
- [464]- Levin PE, Schoen Jr RW, Browner BD. Radiation exposure to the surgeon during closed nailing. J Bone Joint Surg (AM) 1997; 69: 761-765.

- [465]- Gugala AZ, Nana A, Lindsey RW. Tibial intramedullary nail distal interlocking screw placement comparison of the free-hand versus distally-based targeting device techniques. *Injury* 2001; 32: 21-25.
- [466]- Madan S, Blakeway C. Radiation exposure to surgeon and patient in intramedullary nailing of the lower limb. *Injury* 2002; 33: 723-727.
- [467]- Mc Cahill JP, Carrington RW, Skinner JA. Current concepts in venous thromboembolism and major lower limb orthopaedic surgery. *Int J Clin Pract* 2002; 56: 292-297.
- [468]- Sems SA, Levy BA, Dajani K, Herrera DA et al. Incidence of deep venous thrombosis after temporary joint spanning external fixation for complex lower extremity injuries. *J Trauma* 2009; 66: 1164-1166.
- [469]- Turpie AG, Bauer KA, Eriksson BI, Lassen MR. Fondaparinux vs enoxaparin for the prevention of venous thromboembolism in major orthopedic surgery : A meta-analysis of 4 randomized double-blind studies. *Arch Intern Med* 2002; 162: 1833-1840.
- [470]- Konarth G, Moed Br, Watson JT, Kane Shiro et al. Intramedullary nailing of unstable diaphyseal fractures of the tibia with distal intraarticular involvement. *J Orthop Trauma* 1997; 11: 200-205.
- [471]- Kohlprath R, Assal M, Uckay I, Holzer N, Hoffmeyer P, et al. Open fractures of the tibia in the adult: surgical treatment and complications. *Revue Médicale Suisse*.2011; 7(322): 2482-8.
- [472]- Metsemakers W, Handojo K, Reynders P, Sermon A et al. Individual risk factors for deep infection and compromised fracture healing after intramedullary nailing of tibial shaft fractures: a simple centre experience of 480 patients. *Injury*. 2015; 46 (4): 740-5.
- [473]- Haute autorité de santé HAS. Ensemble pour le développement de la chirurgie ambulatoire, 2012 ; ANAP.
- [474]- American College of Surgeons. Infections et complications après un court séjour hospitalier. ACS CLINICAL CONGRESS VIRTUAL, 2021; October 23-27.

- [475]- Mc Queen MM, Chriie J, Court-Brown CM. Acute compartment syndrome tibial diaphyseal fractures. *J Bone and Joint Surg*, 1996; 78-B: 95-98.
- [476]- Tischenko GJ, Tischenko SB, Goodman. Compartment syndrome after intramedullary nailing of the tibia. *J Bone and Joint Surg*, 1990; 72-A: p.41-44.
- [477]- Gross SC, Galos DK, Taormina DP, Crespo A et al. Can tibial shaft fractures bear weight following intramedullary nailing? A randomized controlled trial. *J Orthop Trauma*, 2016, Apr 5.
- [478]- Boulu P. Electromyographie évoquée dans les pathologies de l'appareil locomoteur. *Encycl. Med. Chir. (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14-001-R-10, 1997 ; 7.*
- [479]- Moed BR, Thorderson PK. Measurement of intercompartmental pressure : a comparison of the slit catheter, side-ported needle and simple needle. *J Bone Surg Am.*1993; 75: 2; 231-235.
- [480]- Ceysens C, Van de Walle JP, Bruynincks F et al. The anterior compartment syndrome in the lower leg. Review and role of the EMG examination. *Acta Belg Med Phys.*1990 ; 13 (4) : 195-199.
- [481]- Robinson CM, Mc Lauchlan G, Christie J, Mc Queen MM, Court-Brown CM. Tibial fractures with bone loss treated by primary reamed intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg (Br)*, 1995; 77B: 906-913.
- [482]- Tyllianakis M, Megas P, Giannikas D et al. Interlocking intramedullary nailing in distal tibial fractures. *Orthopedics* 2000; 23 (8): 805-808.
- [483]- Morin PM, Reindl R, Harvey EJ, Beckman L, Steffen T. Fibular fixation as an adjuvant to tibial intramedullary nailing in the treatment of combined distal third tibia and fibula fractures: a biomechanical investigation. *Can J Surg.* 2008; 5 (1): 45-50.
- [484]- Kumar A, Chalebois SJ, Cain EL, Smith RA, Daniels AD, Crates JM. Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg AM* 2003; 85 A (4): 604-608.

- [485]- Winquist RA, Nork SE, Schwartz AK, Agel J, Holt SK, Schrick JL. Intramedullary nailing of distal metaphyseal tibial fractures. *Journal Bone Joint Surg.*2005; 87 (6): 1213-1221.
- [486]- Bone LB, Sucato D, Stegemann PM, Rohrbacher BJ. Displaced isolated fractures of the tibial shaft treated with either a cast or intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg* 1997, 79 (9): 1336-1341.
- [487]- Minhas SV, Ho Bs, Switaj P, Ochenjele G, Kadakia Ar et al. A comparaison of 30-day complications following plate fixation versus intramedullary nailing of closed extra-articular tibia fractures. *Injury.* 2015; 46 (4): 734-739.
- [488]- Lian H, Huang J. Effectiveness comparaison of different operative metods in treatment of closed fracture of tibial shaft. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2015; 29 (9): 1067-1071.
- [489]- Bilgili F, Kic A, Sokuku S, Cepni KS et al. Retrospective anlysis of Ao 42A-B Type tibia ractures treated with percutaneus locked plating and intramedullary nailing. *Ulus Trauma Acil Cerrahi Derg.* 2016; 22 (1): 90-96.
- [490]- Boenisch UW, De Boer PG, Journeaux SF. Enclouage intra-médullaire tibial : fatigue des boulons de verrouillage. *Blessure* 1996 ; 27 : 265-270.
- [491]- Lefevre C. Complications locales et générales des enclouages percutanées, in *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT.* 1997; 105-109.
- [492]- Wittle AP, Russel TA, Tylor JC. Et al. Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing withous reaming. *J Bone and Joint Surg.*, 1992; 74-A (8): 1162-1171.
- [493]- Skoog A, Soderqvist A, Tornkvist H, Ponzer S. Resultats d'une etude sur la migration des clous tibiaux. *J Orthop. Trauma.* 2001 ; 15 : 210-215.
- [494]- Le Juge Callaghan, Juge D'Oldham. Atrophie du quadriceps. Dans quelle mesure existe-t-il un syndrome douloureux femor-patellaire ? *Br J Sports Med* 2004 ; 38 :295-9.

Références bibliographiques

- [495]- Hernigou Ph, Cohen D. Entrée proximale pour le clou intra-médullaire du tibia : le risque des lésions articulaires non reconnues. J Surg Joint Surg [Br] 2000 ; 82-B : 33-41.
- [496]- Mc Connell T, Tornetta P, Tilzey J, Casey D. Introduction du clou tibial dans la zone de securitee anatomique. J Orthop Trauma. 2001 ; 15 : 207-209.
- [497]- Orfaly R, Keating JE, O'Brien PJ. Douleur du genou après enclouage tibial: le point d'entrée optimal? J Bone Joint Surg [Br] 1995 ; 77-B : 976-977.
- [498]- Court-Brown CM, Gustilo T, Shawd AD. Douleur au genou après clouage tibial intra-médullaire: Son incidence, étiologie et résultats. J Orthop Trama. 1997 ; 11 : 103-5.
- [499]- Devit AT, Conghlan KA, Quartier T. Forces de contact et pressions femoro patellaire lors de l'enclouage tibial. In Orthop 1998 ; 22 : 92-96.
- [500]- Buckley R, De Groote R, Pwell JP. Un essai prospectif randomisée comparant l'enclouage intra-médullaire alésé et non alésé des fractures des os longs. Association, orthopédique Trauma. Vancouver, 1998 ; 11-112.
- [501]- Hernigou J, Schuind F. Smoking as a predictor of negative outcome in diaphysal fracture healing, Int Orthop.2013 ; 37 (5) : 883-7.
- [502]- Diallo M, Soulama M, Valeau D, Sidibé et al. Résultats du traitement des fractures ouvertes de jambe par clou tibial UTN. Revue marocaine de Chirurgie orthopédique et traumatologique, n °86, 2020.
- [503]- E. Thein, F. Chevalley. Pseudarthrose aseptiques des os longs. Revue médicale suisse. Orthop, 2013 ; n°4 : 1660-9379.
- [504]- Bhandari M, Guyatt G, Swiontkowski nM et al. A lack of consensus is the assessment of fracture healing among orthopedic surgerons. J Orthop Trauma 2002; 16: 562-6.
- [505]- Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP et al. Intramedullary nailing of femoral and tibial shaft fractures. Part 2: Fracture healing with static interlocking fixation, J Bone and Joint Surg, 1988; 70 A (10): 1453-1462.

Références bibliographiques

- [506]- Mabit CH, Mallet T, Pécout C et al. Fractures isolées récentes du tibia chez l'adulte. *J Chir* 1985 ; 122 : 701-706.
- [507]- Gross SC, Galos DK, Taormina DP, Crespo A, Egol KA et al. Can Tibial shaft Fractures bear weight Following? A randomized controlled trial. *J Orthop Trauma*.2016 (Epub ahead of print).
- [508]- Olsen S, Hahn D. Surgical treatment of non union: a case for internal fixation. *Injury, int J. care injured* 2006; 37: 681-690.
- [509]- Panagiotis M. Classification of non union. *Injury, int J. care injured* 2005; 36: 36-37.
- [510]- Schmitz MA, Finnegan M, Natarajan R. Effet of smoking of tibial shaft fracture healing. *Clin orthop* 1999; 365: 184-200.
- [511]- Whille AP, Russel TA, Taylor JC, Lavelle DG. Traitement des fractures ouvertes du tibia avec enclouage sans alésage. *Joint Chir articulaire osseuse* 1992 ; 74 :(1) 162-171.
- [512]- Patzakis MJ, Wilkins J, Wiss DA. Infection après enclouage intra médullaire des os longs : Diagnostic et prise en charge. *Clin Orthop* 1986 ; 212 : 182-191.
- [513]- Court- Brown CM, Keating JF, Mc Queen MM. Infection après enclouage intra médullaire du tibia. Incidence et protocole de prise en charge. *J Chir articulaire osseuse Br* 1992 ; 74 : 770-774.
- [514]- Sanders R, Jersinovich I, Anglen J, Di Pasquelet T et al. Le traitement des fractures ouvertes du tibia avec un clou intra médullaire alésé. *J orthop Trauma* 1994 ; 8 : 504-510.
- [515]- Lazzasin L, Mader JT, Calhom TH. Ostéomyélite des os longs. *Jonction osseuse AM* 2004 ; 86 : 2305-2318.
- [516]- Rozbruch SR, Pugsley JS, Fragomen AT, Ilzarov S. Repair of Tibia non union and bone defect with the Taylor spatial frame. *J Orthop Trauma* 2008; 22:88-95.
- [517]- A. Benali. Les pseudarthroses de la jambe: A propos de 40 cas. Thèse de médecine, Université de Marrakech, Maroc, n°84 ; 2011.

- [518]- S. Koné. Les fractures ouvertes de jambes traitées par enclouage centromédullaire verrouillé. Mémoire de spécialisation en orthopédie, Université de Bamako, Mali ; 2020.
- [519]- Van Der Shoot DKE, Den Outer AJ, Bode PJ, Obermann WR et al. Degenerative changes at the knee and ankle related to mal union of tibial fractures. J Bone Joint Surg [Br] 1996; 78-B: 722-725.
- [520]- Yu CK et al. Anterograde versus retrograde locked intramedullary nailing scoring system Thoresen. Eur J Trauma Emerg Surg 2007; n°2.
- [521]- Ph. Cuvillon, L. Zoric, C. Boisson, J. Ripart. Blocs du membre inférieur. 53^e congrès national d'anesthésie et de réanimation Médecins. Les essentiels. 2011 ; Sfar.
- [522]- S. Katz Douglas, Kevin R. Math, Stuart A. Groskin. Secrets de la radiologie. 2001; Paris, Berti Edition.
- [523]- Joh. Alphonsi Borelli. Motu Animalium. Pars Prima. Editio Novissima. Meditationes Mathematica : De motu Musculorum, Université de Rome "la Sapienza" ; 1680. (Source fr.m.Wikipedia.org)
- [524]- J. Newton. Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, Fluxion, Opticks.Imprimatur. S. Pepys, Reg.Preases ; 1686. (Source fr.m.Wikipedia.org)
- [525]- Archimède de Syracuse. Le codex d'Archimède ; 1620. (Source fr.m.Wikipedia.org).

VII

ANNEXES

1- Iconographie

Dossiers cliniques :

Dossiers cliniques des patients opérés pour des fractures de nature traumatiques ou pathologiques de la diaphyse fémorale et des deux os de la jambe au centre hospitalo-universitaire de Bejaia allant sur une période de 5 ans de 2017 à 2021.

Cas clinique n°1 : Polytraumatisé et douleurs des deux hanches avec retard de consolidation sur clous fémoraux bilatéraux (Dossier n°1689/17)

Patient âgé de 38 ans victime en 2017 d'un accident de la circulation occasionnant un traumatisme fermé des deux cuisses. L'examen clinique retrouve une impotence fonctionnelle, une déformation à type de crosse des deux cuisses, des douleurs intenses projetées au niveau du bassin et des genoux ainsi qu'une attitude vicieuse des deux membres inférieurs.

- ASA 1.

- **Radiographie de face et de profil des membres inférieurs:**
 - Fractures bilatérales simples au niveau du tiers moyens de la diaphyse des deux fémurs sans autres lésions osseuses, le reste du bilan radiographiques du bassin et du rachis est sans particularité.

- **Type d'analgésie :**
 - Anesthésie générale (AG).
 - Installation du patient en décubitus dorsale sur la table orthopédique, traction des membres opérés en deux temps distincts.

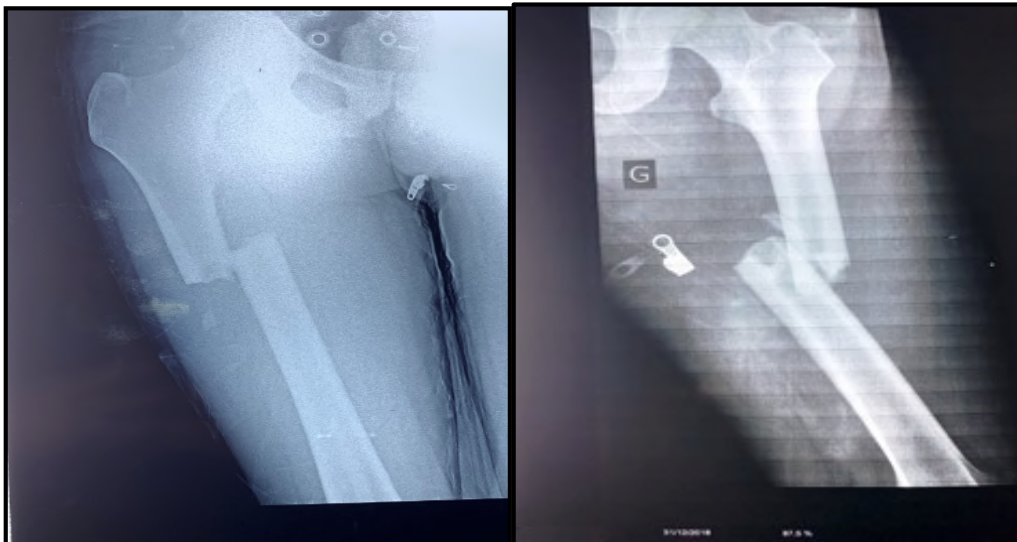
- **Taille des clous fémoraux :**
 - 42mm/11mm de diamètre pour les deux fémurs.

- **Mode de verrouillage :**
 - Verrouillage statique avec 2 vis proximales et 1 vis distales.

- **Temps opératoire et Durée d'exposition aux rayons X :**
 - 130 minutes et 30 secondes.

- **Transfusion per opératoire iso-groupe iso-rhésus :**
 - 500 ml.

- **Qualité de la réduction :**
 - Réduction anatomique au premier contrôle radiologique.
- **Suivi post-opératoire :**
 - Cefacidal à raison de 3 g/jour en intraveineuse (IV) puis en ambulatoire, antalgiques, héparine à bas poids moléculaire (HBPM) et changement du pansement à la 48^e heure et ablation du drain de redon
- **Reprise partielle et total de l'appui :**
 - 8 semaines et 14 semaines après l'intervention.
- **Consolidation acquise :**
 - Consolidation à 20 semaines post-opératoire.
- **Evaluation des résultats fonctionnelle selon le score de Parker [396] et les échelles de Katz [397] entre 6 et 12 mois en post-opératoire:**
 - Membres normo-axés, avec légères douleurs ressenties au niveau des deux hanches.
 - Au dernier recul à 12 mois : marche normale sans douleurs, aucun raccourcissement des membres, absence de boiterie, très bons résultats.
 - Reprise du travail à la 30^e semaine post-opératoire.



1)

(2)



(3)



(4)



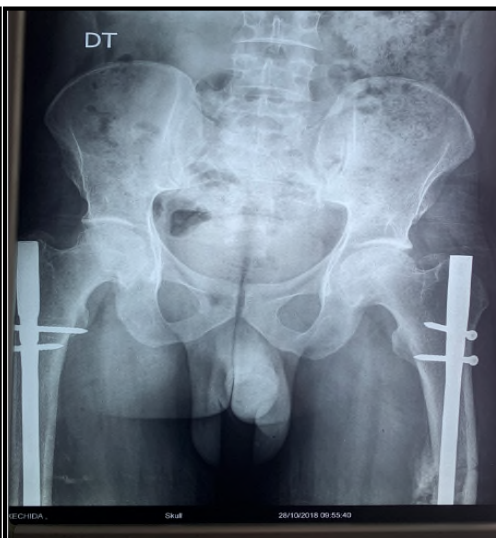
(5)



(6)



(7)



(8)



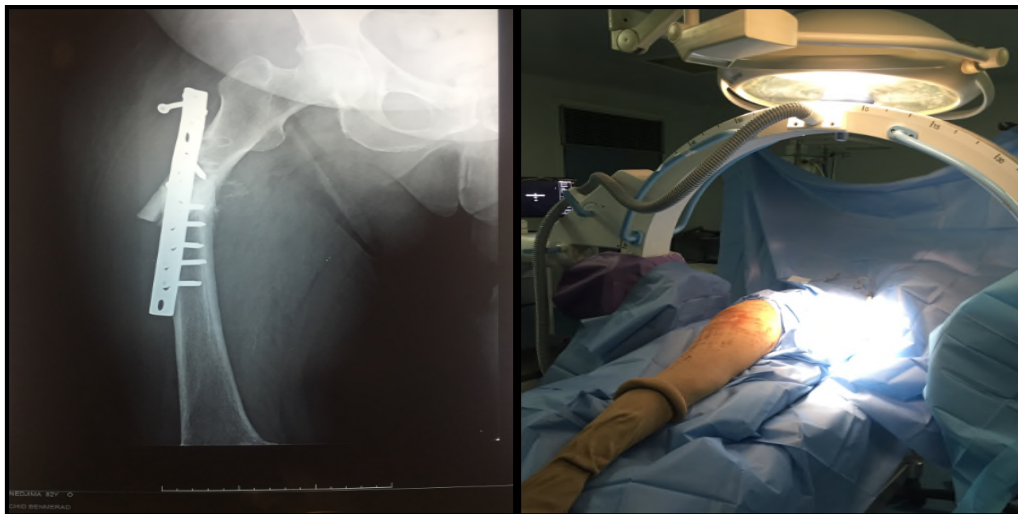
Figure 171- (1) (2) *Fractures fraîches bilatérales de la diaphyse fémorale sur une radiographie du fémur de face ; (3) (4) installation du patient sur la table orthopédique sous le contrôle scopique ; (5) cloison de protection contre les rayons X et tabliers de plomb ; (6) contrôle scopique de l'opérateur en peropératoire à travers la cloison protectrice contre les rayons X ; (7) contrôle scopique du verrouillage proximal et distal des clous ; (8) clous centromedullaires verrouillés en proximal avec 2 vis sur une radiographie du bassin à 10 semaines en post-opératoire ; (9) clous verrouillés avec une vis distale ; (10) retard de consolidation à 14 semaines post-opratoires sur clous bilatéraux verrouillés avec 2 vis proximales et une vis distale ; (11) membres normo-axés et absence de raccourcissement en decubitus dorsal ; (12) membres normo-axés en appui bipodal et consolidation acquise à 16 semaines post-opératoire.*

Cas clinique n°2 : Pseudarthrose aseptique du fémur sous plaque vissée et cal vicieux en rotation externe post-enclouage (Dossier n°77/18)

Patient âgé de 68 ans aux antécédents d'une intervention chirurgicale pour une fracture du fémur droit fixée par une plaque vissée depuis au moins 6 mois, reçu à l'unité des urgences de traumatologie en 2018 après un accident domestique. L'examen clinique révèle une douleur intense avec une impotence fonctionnelle du membre droit, une déformation en crosse de la cuisse et rotation externe du membre en étant raccourci par rapport au membre controlatéral.

- ASA 2.
- **Radiographie de face et de profil du membre droit:**
 - Démontage du matériel d'ostéosynthèse sur un foyer de pseudarthrose du tiers supérieur du fémur droit.
 - Fracture simple déplacée en varus dans le plan frontal.
- **Type d'analgésie :**
 - Bloc anesthésique associé à une rachianesthésie (RA).
 - Installation du patient sur une table ordinaire avec un coussiné placé sous la fesse.
 - Incision itérative, abord du foyer de pseudarthrose et ablation de la plaque vissée.
 - Décortication et avivement des berges sans apport d'un greffon cortical.
- **Type d'enclouage :**
 - Enclouage centromédullaire à foyer ouvert.
- **Taille du clou fémoral :**
 - 44mm/13 mm de diamètre.
- **Mode de verrouillage :**
 - Verrouillage statique avec 2 vis proximales et 2 vis distales.
- **Temps opératoire et Durée d'exposition aux rayons X :**
 - 100 minutes et 18 secondes. .
- **Qualité de la réduction :**
 - Réduction avec un léger cal vicieux rotationnel de 10° au premier contrôle radiologique.
- **Suivi post-opératoire :**
 - Cefataxime à raison de 3 g/jour en intraveineuse (IV) et en ambulatoire (10 jours), antalgiques, héparine à bas poids moléculaire (HBPM) et changement du pansement à la 48^e heure et ablation du drain de redon.
- **Complications post-opératoires :**

- Pas d'hématome, pas de sepsis, cal vicieux en rotation externe de 10°.
- **Reprise partielle et total de l'appui :**
 - 6 semaines et 12 semaines après l'intervention.
- **Consolidation acquise :**
 - Consolidation à 12 semaines post-opératoire, dynamisation du clou à la 9^e semaine post-opératoire.
- **Evaluation des résultats fonctionnelle selon le score de Parker [396] et les échelles de Katz [397] entre 6 et 12 mois en post-opératoire :**
 - Leger raccourcissement de 1.2 cm du membre droit par rapport au membre gauche observé à la télémétrie des deux membres.
 - Cal vicieux en rotation externe de 10° sans conséquences fonctionnelles.
 - Au dernier recul à 12 mois de l'intervention : marche sans douleurs et sans boiterie avec une talonnette compensatrice, bons résultats fonctionnels.
 - Reprise du travail à la 22^e semaine de l'intervention.



(1)

(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)

Figure 172- (1) Foyer de pseudarthrose fémoral droit avec démontage de la plaque vissée; (2) patient en décubitus latéral sur table ordinaire ; (3) abord du foyer de pseudarthrose avec ablation de la plaque vissée et alésage du canal médullaire (4) clou fémoral centromédullaire verrouillé avec 2 vis proximales et distales ;(5) télémétrie des 2 membres inférieurs avec un cal vicieux rotatoire de 10° et un raccourcissement de 1.2 cm ;(6) consolidation acquise après dynamisation du clou à la 9^e semaine et reprise de l'appui total à 12 semaine post-opératoire ;(7) raccourcissement du membre opéré par rapport au membre contro-latéral en décubitus dorsal ;(8) membres normo-axés en appui bipodal.

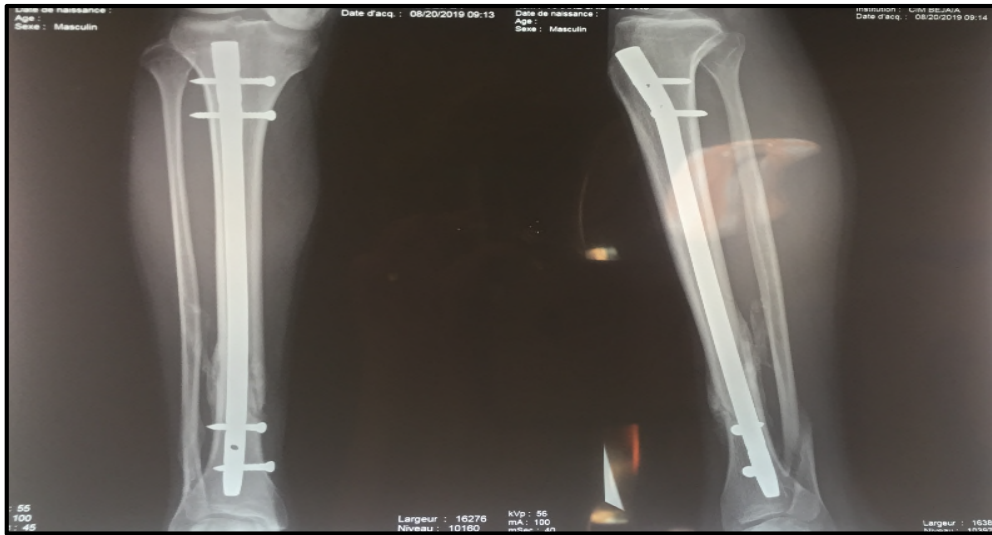
Cas clinique n°3 : Déplacement secondaire sous plâtre d'une fracture du ¼ distal de la jambe (Dossier n°736/18)

Patient âgé de 35 ans consulte en 2018 après une chute de sa hauteur pour un déplacement secondaire d'une fracture simple et fermée des deux os de la jambe droite traitée orthopédiquement 10 jours plutôt.

- ASA 1.
- **Radiographie de la jambe de face et de profil de la jambe droite :**
 - Fractures fermée déplacée en valgus des deux os de la jambe au niveau du quart inférieur (7 cm au dessus de l'interligne articulaire).
- **Type d'analgésie :**
 - Rachi-anesthésie (RA).
 - Installation du patient sur une table ordinaire avec la jambe pendante reposant sur un support placé légèrement au dessus du creux poplité.
 - Pas de garrot pneumatique.
 - Incision longitudinale verticale allant de la pointe de la rotule au sommet de la TTA.
- **Qualité de la réduction :**
 - Réduction anatomique au premier contrôle radiologique.
- **Type d'enclouage :**
 - Enclouage alésé à foyer ouvert.
- **Taille du clou tibial :**
 - 34 mm/10 mm de diamètre.
- **Mode de verrouillage :**
 - Verrouillage statique avec 2 vis proximales et 2 vis distales.

- **Temps opératoire et Durée d'exposition aux rayons X :**
 - 60 minutes et 15 secondes.
- **Suivi post-opératoire en milieu hospitalier :**
 - Cefacidal à raison de 3 g/jour, antalgiques et anti inflammatoires non stéroïdiens (AINS), héparine à bas poids moléculaire (HBPM) Lovenox 0.4 ml à raison d'une injection en sous cutanée par 24 heures et changement du pansement à la 48^e heure avec ablation du drain de redon.
- **Complications post-opératoires :**
 - Pas de sepsis, pas d'hématome, douleurs du genou, clou tourné en conflit avec le tendon rotulien.
- **Reprise partielle et total de l'appui :**
 - 7 semaines et 10 semaines après l'intervention.
- **Consolidation acquise :**
 - 14 semaines post-opératoire.
- **Reprise du travail :**
 - A la 20^e semaine post-opératoire.
- **Evaluation des résultats fonctionnelle selon l'échelle de Katz [397] et les scores de Koos et d'Olerud [274, 517] entre 6 et 12 mois en post-opératoire :**
 - Marche avec boiterie et légères douleurs du genou à 6 mois après l'intervention.
 - Bons résultats sur le plan fonctionnel, disparition des douleurs du genou à 12 mois de recul après ablation du clou.





(3)



(4)



(5)



(6)



(7)

Figure 173- (1) Fracture fermée du tiers inférieur des 2 os de la jambe droite, déplacée en varus sur la radiographie de la jambe de face ; (2) Déplacement en flectum sur la radiographie de profil ; (3) consolidation sur la radiographie de face et de profil à 12 semaines sur clou tourné en conflit avec le tendon rotulien; (4) absence de raccourcissement de la jambe opérée par rapport au membre gauche en décubitus dorsal ; (5) et (6) flexion normale de la jambe sur la cuisse et absence de gêne fonctionnelle ; (7) appui total à 8 mois de recul sans tuteur externe.

Cas clinique n°4 : Syndrome des loges post-opératoire (Dossier n° 144/19)

Patient âgé de 18 ans victime en 2019 d'un accident sportif entraînant un traumatisme ouvert de type 1 de Gustillo et Anderson [205] de la jambe gauche.

- ASA 1.
- **Radiographie de face et de profil :**
 - Fracture complexe du tiers moyen des deux os de la jambe gauche.
- **Type d'analgésie :**
 - Rachi-anesthésie (RA).
 - Installation du patient : Sur une table ordinaire, la jambe pendante reposant sur un support placé sous légèrement au dessus du creux poplité.
 - Pas de garrot pneumatique.
 - Incision longitudinale verticale allant de la pointe de la rotule au sommet de la TTA.
- **Mode de verrouillage :**
 - Verrouillage statique avec une vis proximale et une vis distale.
- **Temps opératoire et Durée d'exposition aux rayons X :**
 - 70 minutes et 13 secondes.
- **Qualité de la réduction :**
 - Réduction anatomique au 1^e contrôle radiologique.
- **Suivi post-opératoire :**
 - Cefacidal à raison de 3 g/jour, antalgiques et anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et en ambulatoire (8 jours), héparine à bas poids moléculaire (HBPM) et changement du pansement à la 48^e heure avec ablation du redon.
- **Complications post-opératoires à J1 :**
 - Syndrome de loges

- **Reprise de l'intervention à J1:**
 - Aponévrotomie de décharge.
- **Reprise partielle et total de l'appui :**
 - A la 5^e semaine après l'intervention et la 12^e semaine après l'intervention.
- **Consolidation acquise :**
 - A la 14^e semaine post-opératoire.
- **Evaluation des résultats fonctionnelle selon l'échelle de Katz [397] et les scores de Koos et d'Olerud [274, 517] entre 6 et 12 mois en post-opératoire :**
 - Très bons résultats sur le plan fonctionnel à 6 mois de recul.
 - Reprise des cours à la 4^e semaine de l'intervention.



(1)



(2)



(3)



(4)

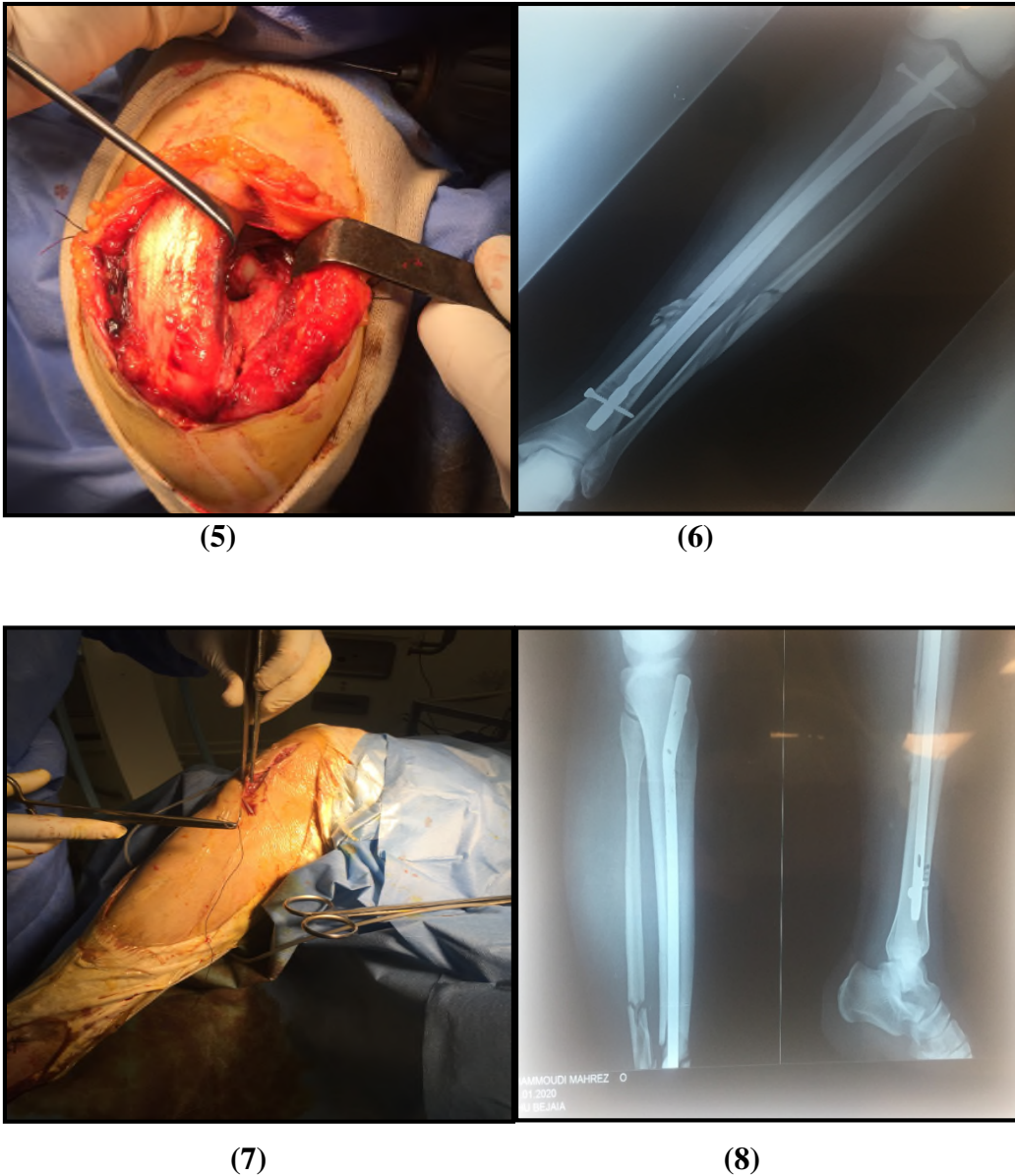


Figure 174- (1) Ouverture puctiforme de 1 cm en regard de la face antéro-interne de la jambe gauche; (2) fracture complexe des 2 os de la jambe au niveau du tiers moyen; (3) amplificateur de brillance et incision médiane avec la jambe pendante reposant sur un support placé au dessus du creux poplité; (4) introduction du guide-clou dans le canal médullaire (5) introduction du clou par voie para-patellaire; (6) clou verrouillé en statique avec une seule vis en proximal et en distal; (7) fermeture du tendon patellaire sous le drain de redon aspiratif; (8) consolidation à 10 semaines en post-opératoire.

2- LISTE DES TABLEAUX :

- Tableaux représentatifs des différents résultats obtenus de l'échantillon :

Tableaux de n° 1-24 Résultats de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de la diaphyse fémorale

Tableaux de n° 25-33 Complications de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de la diaphyse fémorale

Tableaux de n° 34-55 : Résultats de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes

Tableaux de n° 56-67 : Complications de l'enclouage centromédullaire alésé et verrouillé des fractures de jambes

- Tableaux comparatifs entre les résultats obtenus des deux séries de l'étude avec les données de la littérature médicale :

Tableaux de n° 1-43 : Tableaux comparatifs entre les résultats obtenus des patients de la première série de l'étude avec les données de la littérature

Tableaux de n° 44-67 : Tableaux comparatifs entre les résultats obtenus des patients de la seconde série de l'étude avec les données de la littérature

Tableaux représentatifs de la valeur de probabilité statistique des résultats de l'échantillon total (patients des deux séries de l'étude) par rapport aux données de la littérature médicale :

- **Tableaux de n°1-9 : Complications de l'enclouage survenues en post-opératoire pour les patients des deux séries (fractures du fémur et de jambes)**

1- CALS VICIEUX :

TYPE DE CAL VICIEUX	Répartition des patients souffrant de cals vicieux fémoraux post- opératoire	Répartition des patients souffrant de cals vicieux tibiaux post-opératoire	P-value
- Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en %	2/37 5,2 %	3/70 4,16 %	0.999

2- DOULEURS POST-ENCLOUAGE :

DOULEURS POST-OPERATOIRE	Répartition des patients souffrant de douleurs de la hanche post-enclouage	Répartition des patients souffrants de douleurs du genou post-enclouage	P-value
- Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en %	4/37 10,81 %	12/70 12,85%	0.567

3- Sepsis post- opératoire :

Sepsis post-opératoire	Répartition des patients atteints de sepsis post-opératoire des fractures du Fémur	Répartition des patients atteints de sepsis post-enclouage des fractures de jambes	P-value
- Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en %	1/37 2,7 %	3/70 4,28 %	0.999

4- Blocage des clous centromédullaires :

Blocage des clous	Répartition des patients atteints de Blocage des clous fémoraux	Répartition des patients atteints de blocage des clous tibiaux	P
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en % 	3/37 7,8 %	2/70 2,77 %	0.4672

5- Fausses routes des vis distales en dehors des orifices distaux des clous centromédullaires :

Fausses routes des vices	Patients de la première série atteints de Fausses routes des vices fémoraux	Patients de la deuxième série atteints de Fausses routes des vices tibiaux	P
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en % 	10/76 7,6 %	8/70 11,11%	0.7509

6- Protrusions des clous centromédullaires :

Protrusions des clous	Patients souffrant d'une protrusion des clous fémoraux	Patients souffrant d'une protrusion des clous tibiaux	P
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en % 	2/37 5,2 %	3/70 4,28 %	>0.9999999

7- Retard de consolidation des fractures fémorales et tibiales :

Retard de consolidation des fractures	Patients de la première série atteints de Retard de consolidation des fractures fémoraux	Patients de la deuxième série atteints de Retard de consolidation des fractures tibiaux	P
- Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série	5/37	6/70	0.4234
- Incidence en %	13,51 %	8,55%	

8- Incisions pratiquées pour les fractures de jambes :

Effectif	Incision trans-tendineuse (TTA)	Incision para-tendineuse (PTA)	P
-Nombre des incisions effectuées	37/72	35/72	>0.999
- Taux d'incidence en %	51.38 %	48.61 %	

9-Qualité de réduction des fractures fémorales et tibiales post-enclouage :

Qualité de réduction de la fracture	Qualité de réduction de la fracture des Patients de la première série atteints de fracture fémorales	Qualité de réduction de la fracture des Patients de la seconde série atteints de fracture tibiales	P
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en % 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction anatomique : 35.13 % - Réduction satisfaisante : 56.75 % - Réduction acceptable : 8.1 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction anatomique : 76.38 % - Réduction satisfaisante : 13.88% - Réduction acceptable : 9.72 % 	<0.0000001

10- Résultats fonctionnels post-enclouage pour les patients des deux séries de l'étude :

Résultats fonctionnels	Résultats fonctionnels des Patients de la première série atteints de fractures fémorales	Résultats fonctionnels des Patients de la seconde série atteints de fractures tibiales	P
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en % 	<ul style="list-style-type: none"> - Très bons résultats : 75.67 % - Bons résultats : 13.1 % Résultats moyens : 10.8 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Très bons résultats : 82.85 % - Bons résultats : 12.85 % - Résultats moyens : 4.3 % 	0.19

11- Mortalité des patients des deux séries :

Taux de mortalité	Patients de la première série atteints décédés d'une néoplasie	Patients de la deuxième série décédés de polytraumatismes par embolie	P
- Nombre de cas sur le nombre total des patients de chaque série - Incidence en %	2/37 5,4 %	1/70 1,42 %	0.5481

NB : Si la valeur de probabilité statistique est inférieure ou égale au niveau de signification ($p\text{-value} \leq 0.05$), le résultat obtenu d'un essai et comparé aux données recherchées devient statistiquement significatif.

3- Fiche de recueil des données épidémiologique, cliniques, para-cliniques et le suivi des patients (fiche d'exploitation) :

- Numéro du dossier :

- Date d'admission :

- Date de sortie :

Identité du patient :

- Nom :

- Prénom :

- Sexe : H F

- Age :ans

- Poids :

- Taille :

- IMC :

Antécédents personnels :

- Antécédents généraux et pathologiques associés

- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|
| • Diabète : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Hypertension artérielle : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Cardiopathies : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Surpoids : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Obésité : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Asthme : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Dialyse : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Retard de consolidation : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Pseudarthrose : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Localisations osseuses secondaires : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Autres pathologies osseuses : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |

- Atteintes associées

- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|
| • Fractures associées sur le même membre : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Fractures associées du membre controlatérales : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |
| • Douleurs et raideurs articulaires : | | |
| • Autres atteintes de l'appareil locomoteur affectant la fonction de la marche : | Oui <input type="checkbox"/> | Non <input type="checkbox"/> |

Laquelle ?.....

- Circonstances du traumatisme

- Accidents de la circulation : Oui Non
- Accidents de la voie publique (AC, AVP) : Oui Non
- Accidents sportifs : Oui Non
- Accidents domestiques : Oui Non
- Autres : Précisez

- Mécanisme

- Direct : Oui Non
- Indirect : Oui Non
- Autre : Oui Non

- Bilan clinique

▪ **Fémur**

- Coté atteint : Droit Gauche Atteinte bilatérale
- Impotence fonctionnelle : Oui Non
- Douleur : Oui Non
- Déformation : Oui Non

▪ **Attitude du membre :**

- Abduction Adduction
- Rotation interne Rotation externe
- Raccourcissement Flexion

▪ **Jambe**

- Fractures fermées : Oui Non

▪ **Fractures ouvertes de jambes selon la classification de Gustillo et Anderson [205]**

- **Fracture** ouverte de type 1

- **Fracture** ouverte de type 2

▪ **Atteinte des deux os de la jambe :** Oui Non

▪ **Atteinte du tibia seul :** Oui Non

- Coté atteint : Droit Gauche Atteinte bilatérale
- Impotence fonctionnelle : Oui Non
- Douleur : Oui Non
- Déformation : Oui Non

▪ **Attitude du membre :**

- AbductionAdduction
- Rotation interne Rotation externe
- RaccourcissementFle

▪ **Lésions associées**

▪ **Lésions cutanées et lésions des parties molles selon la classification de Tscherne etd'Oestern [200]**

- Contusions : Oui Non
- Abrasions : Oui Non
- Ecrasements : Oui Non
- Phlyctènes : Oui Non

▪ **Lésions vasculo-nerveuses :**

▪ **Lésions traumatiques associées**

- Polytraumatisés : Oui Non
- Fractures du bassin : Oui Non
- Fractures du col du fémur : Oui Non
- Fractures per trochantériennes : Oui Non
- Fractures du rachis : Oui Non
- Fractures Thoraciques : Oui Non
- Fractures faciales :
- Lésions viscérales :

▪ **Le délai de la prise en charge chirurgicale :**

- Inferieur à 6 heures : Oui Non
- Entre 6 et 12 heures : Oui Non
- Entre 12 et 24 heures : Oui Non
- Entre 24 et 48 heures : Oui Non

▪ **Bilan radiologique**

- Radiographie du bassin : Oui
- Radiographie du fémur de face et de profil prenant la hanche et le genou : Oui
- Radiographie de la jambe de face et de profil prenant le genou et la cheville : Oui

▪ **Lésions radiologiques associées**

- Coxarthrose : Oui Non
- Gonarthrose : Oui Non

- Ostéoporose : Oui Non
- **Bilan d'opérabilité**
 - Bilan biologique : Oui
 - Bilan électrique : Oui
- **Classification ASA (American society of anesthesiologists) du risque anesthésique (Vetansesthesia) [258].**

Class	Description
1	Patient en bonne santé, en bon état général
2	Patient atteint d'une maladie systémique modérée non invalidante
3	Patient atteint d'une maladie systémique invalidant les fonctions vitales
4	Patient atteint d'une maladie systémique sévère menaçant en permanence le pronostic vital
5	Patient moribond ne survivant pas après 24 heures

Traitement

- **Date d'intervention** :/...../.....
- **Type d'intervention** - Enclouage antérograde centromédullaire alésé et verrouillé statique : Oui
- Fractures fraîches : Oui Non
- Fractures anciennes : Oui Non
- Fractures de la diaphyse fémorale : Oui Non
- Fracture de la diaphyse tibiale :
- **Type d'anesthésie** :
 - Anesthésie locorégionale (ARL) : Oui Non
 - Anesthésie générale (AG) : Oui Non
- **Installation** :
 - Table orthopédique : Oui
 - Décubitus dorsal : Oui Non
 - Décubitus latéral : Oui Non
- **Incision** :
 - Ouverture du foyer de fracture de la diaphyse fémorale : Oui Non
 - Ouverture du foyer de fracture de la diaphyse tibiale : Oui Non
- **Qualité de la réduction** :

- Anatomique : Oui - Satisfaisante : Oui - Bonne : Oui
- Mauvaise : Oui
- **Ostéosynthèse utilisée: Clou centromédullaire verrouillé :** Oui
- Enclouage centromédullaire verrouillé statique : Oui Non
- Enclouage centromédullaire verrouillé dynamique : Oui Non
- Transfusion per opératoire: Oui Non
- Drainage post opératoire: Oui Non
- Durée d'intervention : heures
- Temps d'irradiation :secondes
- Radiographie post opératoire : Oui
- **Soins post opératoire :**
- Antibiothérapie : Durée : jours.
- Prophylaxie anti tétanique en cas de fractures ouvertes : Oui
- Anticoagulants :..... jours.
- Ablation du Redon aspiratif : jours.
- Cicatrisation de la plaie : Jours.
- Ablation des fils :.....jours.
- **Résultats :**
- **Résultats radiologiques :**
- Consolidation osseuse : Oui Non
- Délai de consolidation osseuse :..... semaines oumois.
- Retard de consolidation osseuse : Oui Non
- Reprise chirurgicale du clou : Oui Non
- **Résultats fonctionnels :**
- Délai de reprise de l'appui :.....semaines ou.....mois.
- Durée de la reprise totale du travail pour les patients :
actifs :.....semaines.....mois.

▪ **Evaluation de la mobilité des patients en postopératoire selon :**

I- Le score de Parker (Parker Mobility Score 0-9) [272]

- Le score de Parker est basé sur l'évaluation de la mobilité des patients avec un recul de 6 mois.

Mobilité	Sans difficulté	Avec aide (tuteur externe)	Avec aide d'un tiers	Aucune
Au domicile	3	2	1	0
En dehors du domicile	3	2	1	0
Pour aller faire les courses	3	2	1	0
Total	9	6	3	0

▪ **Evaluation clinique des blessures du genou sur des clous de jambe selon :**

II-Score de Koos (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) [273]

- Le score Koos est basé sur l'évaluation clinique de l'évolution des blessures du genou des patients opérés avec un recul de 6 mois.

▪ **Questionnaire de genou Koos [274]**

Ce formulaire doit être dûment rempli après que le patient ait répondu au questionnaire formulé par le chirurgien orthopédiste.

▪ **Les symptômes ressentis au niveau du genou en cas d'enclouage centromédullaire verrouillé de la jambe.**

- Coté : Droit Gauche

1- Evaluation de l'inflammation du genou ?

Jamais rarement quelquefois souvent toujours pas précision

2- Craquement ou autre bruit à la mobilisation du genou ?

Jamais rarement quelquefois souvent toujours pas de précision

3- Coincement ou dérobage à la mobilisation du genou ?

Jamais rarement quelquefois souvent toujours pas de précision

4- L'extension totale du genou est-elle possible ?

Jamais rarement quelquefois souvent toujours pas précision

5- La flexion complète du genou est-elle possible ?

Jamais rarement quelquefois souvent toujours pas de précision

6- Quel est le niveau de raideur du genou au réveil le matin ?Aucun léger évère extrême pas précision **7- Quelle est la fréquence de la douleur du genou ?**Jamais plusieurs fois/mois plusieurs fois/semaine plusieurs/j constamment **8- Quel est le niveau ressenti de la douleur du genou ?**

- En tournant la jambe :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- A la flexion de la jambe :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- En marchant :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- En montant ou en descendant les escaliers :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Durant la nuit dans le lit :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- En position assise :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- En position debout :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis **9- Evaluer les aptitudes physiques ?**

- Descendre les escaliers :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Monter les escaliers :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Se lever d'un siège :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Se mettre debout :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Ramasser un objet :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Marcher sur le plat :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Entrer et sortir de la voiture :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Faire les courses :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Mettre ses chaussures :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Se lever du lit :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Ôter ses chaussettes :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Enter et sortir de la baignoire :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Enter et sortir des toilettes :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Allonger au lit en se retournant avec les genoux dans la même position :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

- Taches domestiques dures et modérées :

Aucun léger modéré sévère extrême non précis

10- Modification des habitudes de la vie courante ?

Jamais plusieurs fois/mois plusieurs fois/semaine plusieurs fois/jour

Non précis

11- Les difficultés ressenties au niveau du genou ?

Oui Non

Jamais plusieurs fois/mois plusieurs fois/semaine plusieurs fois/jour

III- Complications opératoires et post-opératoires

1- Complications précoces :

- Décès: Oui Non
- Troubles liés à l'anesthésie: Oui Non
- Fièvre : Oui Non
- Etat de choc : Oui Non
- Embolie pulmonaire : Oui Non
- Thrombophlébite : Oui Non
- Syndrome des loges (Jambe) : Oui Non
- Hématome : Oui Non

- Sépsis post opératoire:
- Rhabdomyolyse :

2- Complications tardives :

- Retard de consolidation : Oui Non
- Pseudarthrose du fémur : Oui Non
- Pseudarthrose du tibia : Oui Non
- Algodystrophie du quadriceps : Oui Non
- Problème de verrouillage proximal : Oui Non
- Problème de verrouillage distal : Oui Non
- Problème de verrouillage proximal et distal : Oui Non
- Changement de clou après infection : Oui Non
- Fracture de la vis proximale : Oui Non
- Fracture de la vis distale : Oui Non
- Fracture du clou : Oui Non
- Blocage du clou lors de l'ablation: Oui Non
- Raccourcissement du fémur : Oui Non
- Raccourcissement de la jambe: Oui Non
- Refend articulaire du pilon tibial : Oui Non
- Déplacement secondaire sur implant (Fémur) : Oui Non
- Déplacement secondaire sur implant (Jambe) : Oui Non
- Cal vicieux (Fémur) : Oui Non
- Cal vicieux (Jambe) : Oui Non
- Fracture iatrogène : Oui Non
- Douleur du genou : Oui Non
- Raideur du genou : Oui Non
- Douleur sur vis saillante : Oui Non
- Nécrose et désunion cutanée (Jambe) : Oui Non
- Déficit neurologique de l'extension de l'hallux après enclouage du tibia: Oui Non
- Douleur de la hanche après enclouage du col du fémur selon la classification de Charnley [259]

Classification de Charnley [259] :

Groupe A	Patient présentant un problème isolé de la hanche ne limitant pas l'activité
Groupe B	Patient présentant un facteur invalidant de la hanche controlatérale avec une atteinte de la hanche homolatérale
Groupe C	Patient présentant un handicap majeur entravant son activité

GLOSSAIRE :

AC:	Accident de circulation
AVP:	Accident de la voie publique
AT:	Accident de travail
AS:	Accident sportif
AD:	Accident domestique
BPO:	Bilan préopératoire
VS:	Vitesse de sédimentation
CRP:	Protéine C-réactive
FNS:	Formule de numération sanguine
GR:	Globules rouge
GB:	Globules blancs
ECMV:	Enclouage centromédullaire médullaire verrouillé
RX:	Rayons X ou rayonnement ionisant
GF:	Genou flottant
PSD:	Pseudarthrose

CV:	Cal vicieux
DS:	Déplacement secondaire
Clou G-K:	Clou de Grosse et Kumpf
CT:	Clou fémoral trochantéric
CG:	Clou Gamma
P /FNA:	Clou trochantéric antérograde
R/FNA:	Clou trochantéric rétrograde
ASLS :	Angle stable lockingsysteme
CTN2:	Clou trochantéric N2
CS2:	Clou tibial expert béquillé S2
CNPRS:	Centre national de prévention et de sécurité routière
OMS:	Organisation mondiale de la santé
DMO:	Densité minérale osseuse
TFL:	Tenseur du Fascia-lata
MVI:	Muscle Vaste intermédiaire
MVM:	Muscle Vaste médial
MVL:	Muscle Vaste latéral
MLEO:	Muscle long extenseur des orteils
FC:	Fovéa Capitis
AI:	Angle d'inclinaison
CD:	Cavité digitale

TQ:	Tubercule Quadrate
LCP:	Ligament collatéral péronier
LCT:	Ligament collatéral tibial
CF:	Calcar fémoral
MPO:	Muscle de la patte d'oie
MIO:	Membrane interosseuse
LFO:	Ligament fléchisseur des orteils
LCA:	Ligament collatéral antérieur
LCP:	Ligament collatéral postérieur
TFL:	Tractus ilio-tibial
MLEO:	Muscle long extenseur des orteils
MLFO:	Muscle long fléchisseur des orteils
MTA:	Muscle tibial antérieur
MTP:	Muscle tibial postérieur
MLFH:	Muscle long fléchisseur de l'hallux
MLF:	Muscle long fibulaire
LFC:	Ligament fibulaire collatéral
LTE:	Ligament tibio-fibulaire
LTFP:	Ligament talo-fibulaire postérieur
LCF:	Ligament calcanéofibulaire
LAH:	Ligament adipeux de Hoffa

GO:	Gros orteil
MJA:	Muscle jambier antérieur
MJP:	Muscle jambier postérieur
TFL:	Tenseur du fascia-lata
MF:	Muscles fessiers
MTF:	Mortaise tibio-fémorale
MMG:	Muscle moyen Glutéal
BMU:	Basic multi-cellular unit
ATB:	antibiotiques
AINS:	Anti inflammatoire non stéroïdiens
Classification	Classification internationale de l'ostéosynthèse Muller
AO:	
TTA:	Tubérosité tibiale antérieure
PTA:	Tubérosité para tibiale antérieure
FD:	Fossette digitale
SPE:	Nerf sciatique poplité externe
SPI:	Nerf sciatique poplité interne
SEG:	Syndrome d'embolie graisseuse
SFAR:	Société française d'anesthésie-réanimation
SOO:	Société française d'orthopédie de l'ouest
TVP:	Thrombose veineuse profonde

IMC:	Indice de masse corporel
SINGH:	Indice du col fémoral
Score ASA:	Score (American society of anesthesiologist)
SDRA:	Syndrome de détresse respiratoire aigue
SDRC:	Syndrome douloureux régional complexe
DMS:	Durée moyenne du séjour hospitalier
HBPM:	Héparine à bas poids moléculaire
EMG:	Electromyogramme
RA:	Rachi-anesthésie
AG:	Anesthésie générale
ALR:	Anesthésie loco-régionale
TP ou PR:	Taux de prothrombine ou Prothrombin Ratio
TCK:	Temps de Céphaline Caoline
PT:	Temps de Quick
INR:	International Normalized Ratio
FNS:	Formule de numération sanguine
Classification de Muller AO:	classification internationale de l'ostéosynthèse
Sup:	Supérieur
Moy:	Moyen
Inf:	Inférieur

Abstract :

Introduction : Pourquoi le choix de la technique de l'enclouage centromédullaire verrouillé des fractures traumatiques ou pathologiques des os longs du membre inférieurs ?

Son but est de permettre d'assurer une stabilisation solide du foyer de fracture afin d'obtenir une consolidation osseuse rapide et d'autoriser un appui précoce.

L'objectif principal de notre recherche consiste à évaluer les résultats cliniques et radiologiques des complications obtenus de cette technique chirurgicale afin de les comparer avec les données de la littérature médicale. Son second objectif s'efforcera d'évaluer les résultats obtenus en matière de consolidation osseuse à l'effet d'évaluer ensuite les résultats fonctionnels qui en auront résulté.

Matériels et méthodes : Etude prospective mono-centrique mono-opérateur allant de 2017 à 2021 se fondant sur 107 malades jeunes âgés entre 18 et 82 ans atteints de fractures fraîches et anciennes ou pathologiques du membre inférieur. Repartis en deux groupes (37 fractures fémorales et 70 fractures de jambes. L'analyse des dossiers de chaque patient s'est basée sur une fiche d'exploitation de données radio-cliniques et thérapeutiques ainsi que les complications per et post-opératoires apparues en précisant les critères d'inclusion retenus.

Résultats : L'âge moyen des patients était de 37.15 ans, de prédominance masculine, le membre inférieur gauche était le plus atteint, les accidents de la voie publique et de circulation repentaient la cause la plus fréquente des traumatismes (86% des cas), l'incidence des fractures simples était de plus de 80% des cas, les fractures fémorales du tiers moyen étaient de 64.86%, tandis que les fractures tibiales du tiers et du quart inférieur étaient de 45.7% de cas, dont 16.58% étaient ouvertes. Le taux des polytraumatisés étaient de 33.12 %, et les fractures étaient enclouées dans 20% des cas entre 6 et 24 h après le traumatisme et dans 80% des cas entre 24 et 72 h. L'intervention durerait 99 mn en moyenne nécessitant une exposition aux RX de 30 secondes alors que la durée d'hospitalisation était de 6.25 jours en moyenne. La reprise de l'appui partiel et total était de 6 et de 11 semaines, la consolidation était obtenue en 14 semaines et la reprise du travail était de 22 semaines en moyenne malgré quelques complications apparues en per et post-opératoire dont l'incidence était de 33.76%.

Discussion : Peut-on dire que toutes les fractures des os longs du membre inférieur traumatiques fraîches et anciennes ou pathologiques seront stabilisées par un enclouage centromédullaire verrouillé, offrant des résultats de guérison probants (consolidation rapide et court délai de réinsertion socio professionnelle) et ce malgré les complications liées à la technique et celles apparues en post-opératoire qui ont été statistiquement étudiés avec le khi carrée (χ^2) et la valeur (p) soit l'indication chirurgicale de choix ? Le but de cette recherche est de démontrer que cette technique en raison du taux de bons résultats obtenus (plus de 90%) dont l'indication pourrait servir de levier thérapeutique dans une variété de situations pathologiques.

Conclusion : Notre recherche a permis de faire la concordance entre l'objectif thérapeutique recherché (consolidation osseuse solide et appui précoce) et l'originalité de la technique chirurgicale indiquée qui reste la technique de référence dans le traitement des fractures traumatiques fermées ou ouvertes de type 1 et 2a de Gustillo et Anderson et pathologiques des os longs du membre inférieur.

Mots clés : Fractures traumatiques fraîches, anciennes, pathologiques du fémur et de jambes, fractures ouvertes de jambes, clou verrouillé en statique et dynamique, complications per et post-opératoires de l'enclouage verrouillé.

SUMMARY

Introduction: Why the choice of the locked intramedullary nailing technique for traumatic or pathological fractures of the long bones of the lower limb? Its purpose is to ensure solid stabilization of the fracture site in order to obtain rapid bone consolidation and allow early support. The main objective of our research's therefore to evaluate the clinical and radiological results of the complications obtained from this surgical technique in order to compare them with data from the medical literature. Its second objective will end eav or to evaluate the results obtained in terms of bone consolidation in order to then analyze the functional results.

Results: The average age of patients was 37.15 years, predominantly male, the left lower limb was the most affected, road and traffic accidents were the most common cause of trauma (86% of cases). The incidence of simple fractures was more than 80% of cases, femoral fractures of the middle third were 64.86%, while tibial fractures of the third and lower quarter were 45.7% of cases, of which 16.58% were open. The polytrauma rate was 33.12%, and fractures were nailed in 20% of cases between 6 and 24 hours after the trauma and in 80% of cases between 24 and 72 hours. The intervention would last 99 minutes on average requiring an exposure to X-rays of 30 seconds while the duration of hospitalization was 6.25 days on average. Resumption of partial and total weight bearing was 6 and 11 weeks, consolidation was obtained in 14 weeks and return to work was 22 weeks on average despite some complications that appeared per and postoperative, the incidence of which was of 33.76%.

Discussion: Can we assume that all fresh and old traumatic or pathological fractures of the long bones of the lower limb will be stabilized by locked intramedullary nailing offering convincing healing results (rapid consolidation and short time to socio-professional reintegration) despite the complications related to the technique and those that appeared post-operatively which were statistically studied with the chi-square (χ^2) and the value (p) or the surgical indication of choice? The purpose of this research's to demonstrated hat this technique, due to the rate of good results obtained (more than 90%), could serve as a therapeutic lever in a variety of pathological situations.

Conclusion: Our research made it possible to make the concordance between the sought-after therapeutic objective (solid bone consolidation and early support) and the originality of the indicated surgical technique which remains the reference technique in the treatment of closed or open traumatic fractures of the type 1 and 2a of Gustillo and Anderson and pathological long bones of the lower limb.

Keywords: Traumatic fractures - Tumor fractures - Open fractures - Pseudarthrosis – Locked nail - intraoperative complications - postoperative complications.