

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
N° d'ordre.....

UNIVERSITE DE BLIDA 1 "SAAD DAHLEB"

FACULTE DE MEDECINE

Département de médecine

THESE

**POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR EN SCIENCES
MEDICALES**

**« Les pseudarthroses suppurées de la diaphyse fémorale:
Difficultés et Stratégies thérapeutiques »**

Soutenue par Monsieur le Docteur SAIDI Zoheir
Maitre-assistant en Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
CHU DOUÈRA

Jury

Président : Monsieur le professeur, Ahmed MEKHALDI

Membres du jury : - Professeur Rachid BENBAKOUCHE

- Professeur Tahar HAMD AOUI

- Professeur Zoubir KARA

Directeur de Thèse : Professeur Farid ZIANI

Soutenue le 27/03/2019

Dédicaces

A ma mère qui m'a tout donné dans cette vie,

A mon père, mon premier exemple qui a été à l'origine de mes réussites dans les différents domaines de la vie,

A ma femme Nacéra pour son soutien et ses encouragements,

A mes deux enfants Omar yanis et Mohamed nadjib,

A mes frères Mahfoud, Yacine et Sofiane ainsi que leurs petites familles,

A mes sœurs Sihem, Souhila, Bahia et Nadjjet ainsi que leurs petites familles,

A tous mes neveux et toutes mes nièces,

A toute la famille MEZAOUI en particulier mes tantes Saliha, Zoulikha, Halima et Houria.....A mes oncles Abderahmane , Abdelkrim ,Abdelaziz et Ahmed .

A toute la famille SAIDI,

A ma belle famille OMARI en particulier Safia,

A la famille GHLIB en particulier Djillali qui n'a ménagé aucun effort pour la réalisation de ce travail.

Remerciements

A mon Maitre et directeur de thèse, le professeur Farid ZIANI,

Mes remerciements vont s'étaler sur 22 ans, depuis le résidanat j'ai commencé à apprendre avec vous les bases de l'orthopédie en particulier la chirurgie septique et réparatrice.

Je vous remercie de m'avoir fait confiance et de m'avoir confié ce sujet de thèse et de m'avoir aidé à le concrétiser.

Votre accompagnement était plus que fructueux durant toutes ces années.

Je vous témoigne ma gratitude et mon profond respect.

Remerciements

A mon Maitre, Monsieur le professeur Ahmed MEKHALDI,

Je tiens à vous remercier profondément pour la confiance que vous m'avez accordée en m'acceptant dans votre service depuis le résidanat. Je vous remercie pour l'aide que vous m'avez apporté durant toutes ces années, en particulier lors des examens et concours,

Je vous remercie pour avoir accepté de présider le jury de ma thèse,

Je vous témoigne ma gratitude et mon profond respect.

A mon maitre, Monsieur le professeur Rachid BENBAKOUCHE,

Je tiens à vous remercier maitre pour avoir accepté avec plaisir de siéger dans ce jury.

Je vous remercie pour vos encouragements, vos conseils et pour vos remarques pertinentes et très enrichissantes.

Votre accueil m'a fait énormément plaisir.

Je vous témoigne ma gratitude et mon profond respect.

A mon Maitre, Monsieur le professeur Tahar HAMDAOUI

Je vous remercie pour votre aide dans mon apprentissage de ce noble métier durant toutes ces années,

Je vous remercie pour vos conseils,

Je vous remercie également pour avoir accepté de faire partie de ce jury, Je vous témoigne ma gratitude et mon profond respect.

A mon Maître, Monsieur le professeur Zoubir KARA,

Je vous remercie en premier pour vos encouragements constants à chaque manifestation scientifique pour présenté ce travail le plutôt possible,

Je vous remercie ensuite pour avoir accepté d'être dans ce jury,

Votre apport pour l'enrichissement de cette thèse est considérable,

Je vous témoigne ma gratitude et mon profond respect.

Mes remerciements vont aussi :

Au docteur Kerri Ouahiba,

Avec qui on apprend tous les jours ce métier, la manière de gérer le travail et surtout faire face à tous les problèmes qu'on peut rencontrer,

Mes sincères remerciements.

Au Docteur Abdelmalek DJEGHRI,

Vous étiez parmi les premiers avec qui j'ai appris la base de la traumatologie et de l'orthopédie, vos conseils m'ont été d'un grand apport,

Je vous remercie.

A Monsieur le professeur Yahia Guidoum,

Durant deux décennies, vos conseils, votre aide étaient d'un grand apport pour nous dans l'apprentissage de ce métier noble que vous aimez tant et que vous avez su transmettre à la manière d'un joueur-entraîneur,

Nous vous témoignons notre profond respect et nos sincères remerciements.

Au professeur Mourad AMGHAR,

Grand ami depuis 22 ans, vous faites partie des gens qu'on ne regrette jamais d'avoir connu,

Je te remercie professeur.

Au Docteur Bachir RAFA,

Durant 21 ans, on a partagé beaucoup de belles choses, tu as été comme un frère pour moi,

Je te remercie profondément.

Au Docteur Hadia HAOUARI,

Ton aide durant la réalisation de ce travail a été d'un grand apport,

Ta générosité dans l'effort m'a marqué,

Je te remercie profondément.

A tous les chirurgiens du service COB : Pr.MA.Benzemrane, Dr.N.Dhiaf, Dr.K.Hachlef, Dr.F.Chouchaoui, Dr.A.Boumediene, Dr.N.Chergou.

A nos deux medecins généralistes du service COB : Dr.Zaaf et Dr.Meridja.

A l'ensemble des médecins résidents du service COB,

Je vous remercie tous pour votre aide considérable dans la réalisation de ce travail.

A Monsieur le professeur Bouamra et Dr.Amimeur du service d'épidémiologie du CHU de Blida.

A Monsieur Belarbi ali et sa collaboratrice Nesrine, pour leur disponibilité et leur professionnalisme dans leur travail d'impression.

A l'ensemble des réanimateurs du service COB et curtillet, qui nous accompagnent pour gérer les malades lourds : B. Ameziane, F. Azzazi atig, G. Ait mezghat, Mesbah, F. Boudali, G. Kadouche, N. Kerkouche, L. Abed, Sais.

A Madame Adaoud, enseignante de la langue française, pour les corrections apportées à ce travail.

A Monsieur Mustapha Akermi, l'informaticien du service pour son aide précieuse pour la réalisation de ce travail.

A l'ensemble du personnel du service femme, du service homme, de la consultation et du bloc opératoire.

A l'ensemble du personnel du service curtillet et du bloc septique, vous consentez un travail immense avec ces patients lourds à gérer.

A l'ensemble des amis et collègues orthopédistes,

Pr H.Chérifi, Dr B.Cheriet, Dr A.Hennine, Dr Benchenouf, Dr R.Chender Dr N.Halfaoui, Pr A.Aissia, Dr Ider, Dr Akkache, Dr Haddad.

Dr A. Khouas, Dr M. Zaanine, Dr K. Bouacha, Pr A. Amalou, Dr H. Elzoghbi, Dr N. Bouane, Dr A. Ikhlef, Dr H. Louifi R. Kabiche, Pr R. Nemmar, Feu M. Cherifi, Dr M. Oubira, Dr F. Misraoui.

A. Djerbal, T. Kouba, Allache, Y. Benhamouche

SOMMAIRE

Chapitre I introduction	1
1-Définition	2
2-Problématique	3
Chapitre II étude théorique	6
I-Rappel sur la physiologie de la consolidation osseuse	7
A-Histoire naturelle de la consolidation osseuse	7
1.L'hématome fracturaire	7
2.Le cal mou ou primaire	8
3.Le cal dur	9
4.Le modelage	10
B-Processus de réparation de l'os cortical chez l'adulte au cours du traitement chirurgical	13
1.Ostéosynthèse par plaque vissée	13
2.Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire à foyer fermé	15
3.Ostéosynthèse par fixateur externe	16
C-Processus de réparation osseuse par des méthodes biologiques	17
1.Biomatériaux ostéo-conducteurs	17
2.Biomatériaux ostéo-inducteurs	18
D-Particularités des greffes osseuses	18
1. L'autogreffe non vascularisée	18
2. L'autogreffe vascularisée	19
3. L'allogreffe	19
E-Conclusion sur la consolidation osseuse	21
II-Rappel anatomique du femur	22
A.Ostéologie	22

1. La diaphyse	22
2. Extrémité proximale	22
3. Extrémité distale	23
B-Architecture	23
C-Vascularisation et zones pseudarthrogènes	24
D-Les muscles	27
E-Les voies d'abord	28
a. Voie postéroexterne	29
b. Voie externe	29
c. Voie interne	30
d. Voie antéro-interne	31
e. Voie antéro-externe	32
f. Voie postérieure	33
III- Biomécanique du femur et moyens de son ostéosynthèse	34
A.Biomécanique	34
B-Ancrage des implants	35
1.Ostéosynthèse par plaque vissée	35
2. Ostéosynthèse par clou	45
3. Les fixateurs externes	50
IV-La pseudarthrose infectée de la diaphyse fémorale	53
A. Définition	53
B.Ethiopathogenie	53
1 -Physiopathologie	53
2- Les facteurs de risque de survenue de la pseudarthrose	54
a-Facteurs de risque généraux	54

a.1-Le Sexe	54
a.2-L'âge	54
a.3-Le régime alimentaire	54
a.4-Le diabète	55
a.5-L'ostéoporose	55
a.6-Les masses musculaires	55
a.7-Le tabagisme	55
a.8-L'alcool	55
a.9-Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)	55
b-Facteurs de risque locaux	56
b-1-Les caractéristiques de la fracture	56
b-2-L'ouverture cutanée	56
b-3 -Complication vasculaire	56
b-4 -La qualité du premier traitement entrepris	56
b-5 -La faute d'asepsie et les conditions de déroulement de la première intervention	56
C. Diagnostic d'une pseudarthrose suppurée du fémur	57
1. L'interrogatoire qui précise	57
2.L'examen clinique	58
2. a-Des signes de pseudarthrose	58
2. b-Des signes d'infection	58
3. Radiologie	59
3. a-Radiologie standard	59
3. a-1-Pour la pseudarthrose	59
3. a-2-Pour l'infection	59
3. b-Tomodensitométrie	60

4. Les classifications de la pseudarthrose	60
4. a-Classification de l'équipe grecque Megas Panagiotis	60
4. b-Classification de l'A.O	61
4. c-Classification de Chi-Chian et wen-Jer	61
4. d-Classification d'ASAMI	62
5..Le bilan biologique	64
6. Le diagnostic bactériologique	64
V-Historique	65
VI-Traitement de la pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale	66
A.Lutte contre l'infection	67
1.Assèchement chirurgical	67
2. Assèchement médical	67
3. Les bases de l'antibiothérapie	67
4. La surveillance biologique	68
5. L'efficacité du traitement	68
6. Cas des billes de gentamycine	69
7. La prévention d'infection dans les greffes spongieuses	69
B-Stabilisation du foyer de pseudarthrose	70
C- Les différents types de fixateurs externes	70
C-I Fixateur externe à 2 composantes	72
C-I-1. Le fixateur de Judet	72
C-I-2.Le fixateur de CHARNLEY	72
C-I-3.Le fixateur des services de santé des armées : FESSA	72
C-I-3-a Modele simple	73
C-I-3-b Modele complexe	75

C-II- Fixateur à trois composants	76
C-II-1 Fixateur d'Hoffmann	76
C-II-2 Fixateur d'Alain Lortat Jacob	77
C-II-3 Fixateur de Wagner	78
C-II-4 L'orthofix	79
C-III-Les différents types de montages	82
C-IV-Fixateurs particuliers	82
C-IV-1-Fixateur d'Ilizarov	82
C-IV-2 Autres types de fixateur	83
D-Conclusion sur les fixateurs externes	83
E-Stabilisation du foyer de pseudarthrose par un tuteur interne	84
F- La consolidation osseuse	88
F-1. Méthodes avec apport biologique	89
F-1-a. Procédé de Papineau-Burri ou greffe osseuse spongieuse à ciel ouvert(GOSCO)	89
F-1-b. Papineau-Burri modifié par A. Lortat Jacob(GOSFP)	91
F-1-c. Technique de la membrane induite : stratégie séquentielle	94
F-1-d. Les transferts osseux libres vascularisés (TOLV)	96
F-1-e. L'ostéo-induction	97
F-1-e-1. Bone morphologic proteins ou protéine morphogène	98
F-1-e-2. La réparation osseuse par thérapie cellulaire	101
F-1-e-3. Conclusion	103
F-2. Méthodes sans apport biologique : Les transferts osseux segmentaires par la méthode d'Ilizarov	104

Chapitre III étude pratique	108
I-Objectifs de l'étude	109
II-Matériels et méthodes	109
1-Caractéristiques de l'étude	109
2-Limites du sujet	109
3 - Procédures chirurgicales	110
3.1 - L'excision osseuse ou le débridement	110
3.2 - La stabilisation osseuse	110
3.3-Les méthodes permettant la consolidation osseuse	111
4. Le suivi des patients	112
5-Méthodes d'analyse	112
a-Collecte des données	112
b-Analyse statistique	113
III-Résultats	114
A- La série et l'épidémiologie	114
1. Présentation de la série	114
2. Sexe du patient	114
3. Age du patient	115
4. Répartition selon le côté de la fracture	116
5. Origine des patients	116
6. Type d'accident en cause	118
7. Les lésions associées	119
8. L'ouverture cutanée	120
9. Complications initiales	121
10. Délai de prise en charge initiale	122

11. Classification des fractures initiales du fémur	123
12. Type d'ostéosynthèse initiale	124
13. Greffe osseuse lors de l'intervention initiale	125
14. Délai d'apparition du sepsis	126
B. Lapseudarthrose et les méthodes thérapeutiques	126
1. caractères de la pseudarthrose	126
1.1 Le siège de la pseudarthrose	126
1.2 Le type de pseudarthrose	127
1.2.1 Aspect	127
1.2.2 La perte de substance osseuse (PSO)	127
2. Les germes en cause	128
3. Délai à la prise en charge de la pseudarthrose	129
4. Méthodes thérapeutiques	129
4.1. Excision	129
4.2. Stabilisation osseuse	130
4.2.1. Fixateur externe	131
4.2.2. Tuteur interne	131
4.3 La consolidation osseuse	132
4.3.1 Types de greffe osseuse	132
4.3.1.1 Origine de l'os spongieux	132
4.3.1.2. Greffe corticospongieuse	134
4.3.2. Les méthodes de reconstruction	134
5 .Nombre d'interventions chirurgicales	136
C .Résultats thérapeutiques	137
1. La consolidation osseuse	137

1.1. Résultats globaux	137
1.2. La qualité du cal osseux	138
1.3. Influence des facteurs épidémiologiques	139
1.3.1. Le sexe	139
1.3.2 .L'âge	139
1.3.3. Le côté de la fracture	140
1.3.4. Le type d'accident initial	140
1.3.5. Les lésions associées	141
1.3.6. L'ouverture cutanée initiale	141
1.3.7. Le délai de la prise en charge de la fracture	142
1.3.8. La classification de la fracture	142
1.3.9. La greffe osseuse initiale	143
1.3.10. Corrélation entre perte de substance osseuse et délai de consolidation	143
1.3.11. Corrélation entre siège de la pseudarthrose et délai de consolidation	144
1.4. Influence du traitement sur la consolidation	145
1.4.1. Le matériel d'ostéosynthèse	145
1.4.2 Les méthodes de reconstruction	146
1.4.3. Les délais de consolidation versus techniques opératoires	146
2. Tardissement de l'infection	147
2.1. Résultats globaux	147
2.2. Résultats en fonction des données épidémiologiques	148
2.2.1. Le sexe	148
2.2.2. L'âge des patients	148
2.2.3. L'ouverture cutanée	148
3. Ostéite résiduelle	149

4. La raideur du genou	149
5. Le raccourcissement du membre inférieur	151
6. Fractures itératives	152
7. Le cal vicieux	153
8. L'amputation de cuisse	154
9. La douleur	154
D- résultats finaux:	155
1. La classification d'ASAMI osseuse et clinique	155
2. La classification fonctionnelle d'ASAMI	155
3. Reprise socioprofessionnelle.	156
E-Iconographie	157
Chapitre IV Discussion	192
Chapitre V Recommandations	204
Chapitre VI conclusion	207
Chapitre VII Annexes	211
Abréviations	212
Fiche d'exploitation des dossiers de malades	213
Table des Figures	215
Table des tableaux	220
Table des graphes	222
Table des classifications	223
Références bibliographiques	228

CHAPITRE I

INTRODUCTION

1-Définition :

La pseudarthrose infectée de la diaphyse fémorale est la double complication d'une fracture associant l'infection et sa non consolidation. Elle est très redoutée et son traitement reste difficile.

La pseudarthrose pour la diaphyse fémorale se définit par l'arrêt du processus de guérison, généralement 6 à 9 mois après le traumatisme en l'absence de consolidation.

Dans la littérature anglophone les termes de 'pseudarthrosis' ou de 'nonunion ' sont utilisés.

La FDA (Food and Drug Administration) américaine apporte une définition pour la pseudarthrose comme étant « une fracture qui manque de potentiel de guérison sans intervention additionnelle » 9 mois après le traumatisme et en l'absence de progression radiologique pendant les trois derniers mois sur les radiologies subséquentes, et ou avec présence de douleurs et de mobilité au niveau du site de fracture. (1)

On peut aussi parler de pseudarthrose avant terme en cas de perte substance osseuse acquise lors du traumatisme initial ou à la suite d'exérèse osseuse chirurgicale après un sepsis précoce lors des 3 à 4 premiers mois d'évolution. Ces cas là doivent être considérés et traités comme une véritable pseudarthrose infectée (55).

Les facteurs favorisants sont essentiellement les délabrements osseux et musculo-périostés acquis lors du traumatisme initial à haute énergie, l'acte chirurgical ainsi que l'infection par l'émergence de germes multi-résistants. Tous ces facteurs concourent à la dévascularisation osseuse et à la pseudarthrose infectée

Le traitement de cette complication est long et astreignant pour le malade avec des interventions chirurgicales multiples durant de longues périodes.

La gravité est liée aux échecs thérapeutiques possibles dans des cas de grandes pertes de substance osseuse pouvant conduire parfois à l'amputation.

L'arsenal thérapeutique est varié. Les méthodes utilisées sont nombreuses avec ou sans apport biologique par greffe osseuse.

Elles font partie de Stratégie de prise en charge avec à chacune ses adeptes. Certaines méthodes peuvent même être complémentaires.

2-Problématique :

Notre étude qui est à la fois retro et prospective propose une attitude thérapeutique vis-à-vis des pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale. Une attitude acquise à travers une expérience longue de 20 ans et avec une évolution des idées.

Au tout début lors des années 90 pour amener la consolidation nous avons utilisé essentiellement l'opération de Papineau-Burri (20 et 68) qui est le comblement par os spongieux à ciel ouvert pour compenser une perte de substance osseuse (PSO). Une greffe osseuse cortico-spongieuse mise par voie vierge peut être amenée après assèchement de l'infection dans certains cas sans PSO. La stabilisation osseuse en raison de l'infection était exclusivement assurée par un fixateur externe.

Par la suite des modifications ont été faites en raison des insuffisances de l'opération de Papineau-Burri qui sont la longueur du traitement, la mauvaise cicatrisation, l'ostéite résiduelle et l'insuffisance du cal osseux occasionnant des fractures itératives (11 et 26).

Pour cela nous avons introduit le concept de la fermeture partielle du foyer de pseudarthrose telle que préconisée par A. Lortat Jacob ainsi que celui d'une greffe corticospongieuse d'appoint par voie vierge(55).

En ce qui concerne la stabilisation osseuse, nous avons également évolué, sous certaines conditions, du fixateur externe vers l'enclouage centromédullaire (ECM) en raison:

- Des contraintes biomécaniques importantes sur ce segment osseux d'un membre portant que seul un tuteur interne peut contenir et assurer une rigidité primaire et pérenne du montage.
- Des déboires de la fixation externe que sont les soins locaux quotidiens sur les orifices des fiches, la raideur du genou par transfixation musculaire, les cals vicieux , la mauvaise tenue au delà de 06 mois par ostéolyse infectieuse sur fiche , l'ostéite résiduelle sur

fiche, le risque de fracture itérative après ablation de la fixation et tous les désagréments douloureux et psychiques occasionnés au patient.

Afin de diminuer les séquelles infectieuses par ostéite et d'améliorer les délais de consolidation nous avons introduit la méthode de Masquelet dite séquentielle (14et47). Elle permet par l'utilisation d'un «spacer» en ciment acrylique la formation d'une membrane pseudo synoviale qui va produire des facteurs de croissance (VEGF -TGF β -BMP) qui seront actifs sur la multiplication et la différenciation cellulaire favorisant ainsi la consolidation.

Les autres méthodes thérapeutiques citées dans la littérature que sont la méthode d'Ilizarov par transferts osseux segmentaires (43et56) ou les transferts osseux libres vascularisés (TOLV) (31,32et45) sont très intéressantes et gardent toutes leurs indications mais elles nécessitent un apprentissage et un matériel adapté.

Les voies de recherche actuelles sur la consolidation osseuse vont vers la thérapie cellulaire, les facteurs de croissance et les substituts osseux (5, 35,36et38).

La prise en charge thérapeutique des pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale est multidisciplinaire. Elle est lourde et complexe associant plusieurs spécialités comme la microbiologie, l'anesthésie réanimation, l'infectiologie, la chirurgie et la psychologie.

Notre étude a pour objectif d'étudier les facteurs étiologiques de survenu de cette complication et sa thérapeutique. Elle va permettre de :

- Cerner les indications en fonction du type de pseudarthrose infectée avec ou sans perte de substance osseuse.
- Souligner l'utilité d'une banque d'os et des substituts osseux dans les pertes de substance osseuse.
- Montrer l'intérêt de l'enclouage centromédullaire dans la pseudarthrose infectée du fémur.

- Souligner la nécessité d'une identification des germes en cause et de l'antibiothérapie adaptée.

Cette étude va globalement étudier les différentes méthodes thérapeutiques utilisées pour amener aussi bien la consolidation osseuse que l'arrêt de l'infection afin de les comparer et de mieux cerner leurs indications adaptées à notre contexte.

CHAPITRE II

ETUDE THEORIQUE

I- Rappel sur la physiologie de la consolidation osseuse :

La consolidation osseuse est un processus qui aboutit à la réparation du tissu osseux après une fracture, une ostéotomie, une arthrodèse ou une greffe osseuse.

A-Histoire naturelle de la consolidation osseuse

Elle se réalise en quatre stades : l'hématome qui aboutit au tissu de granulation, le cal mou ou primaire, le cal dur puis le remodelage (2, 3,62 et 65).

1. Hématome fracturaire

Il est issu des extrémités osseuses et des tissus mous environnants (figure 1). Il acquiert un pouvoir ostéogénique vers le quatrième jour. Une réaction inflammatoire locale s'installe en quelques heures dans les tissus périfracturaires ; des histiocytes et des macrophages apparaissent afin de détruire les débris. Des ostéoclastes érodent les surfaces osseuses. Il existe donc un processus complexe qui va être déclenché immédiatement après la fracture. Ce processus recrute des cellules précurseurs, les multiplie, assure leur différenciation en ostéoblastes, ostéoclastes, fibroblastes, contrôle la minéralisation, le remodelage puis le modelage. Le recrutement de cellules précurseurs des ostéoblastes s'effectue durant les premières heures par les phénomènes d'induction ostéogénique. Les cellules précurseurs sont des cellules non ostéoformatrices qui développent un potentiel ostéogénique en présence d'un stimulus approprié dans la moelle osseuse et la couche profonde du périoste. Les ostéoclastes dérivent de cellules souches multi potentielles hématopoïétiques présentes dans la moelle osseuse. Ces cellules précurseurs vont migrer vers le foyer de fracture grâce à des facteurs chimiotactiques libérés par les cellules nécrotiques du foyer. Les cellules du foyer entraînent la prolifération des cellules précurseurs par libération de substances mitogènes telles que platelet-derived growth factor (PDGF) et transforming growth factor beta (TGF β). Les cellules précurseurs ainsi proliférées vont se différencier grâce à des facteurs ostéo-inducteurs chimiques et physiques (2,3 et 62).

Les facteurs ostéo-inducteurs physiques sont les contraintes mécaniques telles que les mouvements du foyer de fracture et la variation des potentiels électrocinétiques (développés plus loin) de l'os qui augmentent avec l'intensité des contraintes mécaniques. La transformation de l'hématome donne suite à un tissu de granulation. Il s'agit d'un tissu riche en collagène de type III. A cette phase, qui dure 2 à 3 semaines, les extrémités osseuses ne participent pas à la restauration(4).

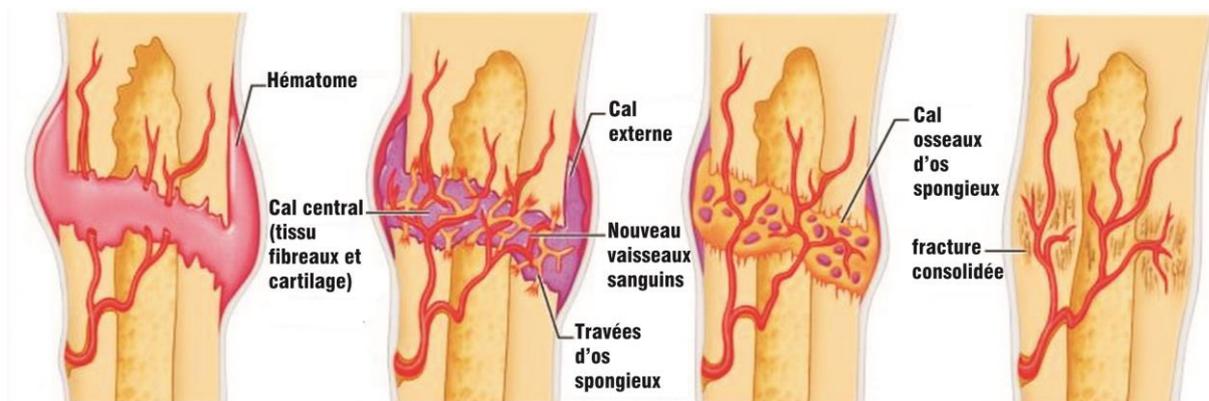


Figure 1 : Transformations de l'hématome fracturaire

2. Cal mou

À ce stade, le périoste a pour rôle d'immobiliser le foyer, situation indispensable à la minéralisation (figure 2,3 et 65). Le cal mou apparaît sur les fragments osseux dans le décollement du périoste. Il va former un manchon souple et fusiforme. Sous le périoste, les cellules précurseurs se sont déjà différenciées en deux types de lignées. La lignée ostéoblastique, à distance du foyer, élabore la substance ostéoïde qui contient des fibres collagènes de type I(4).

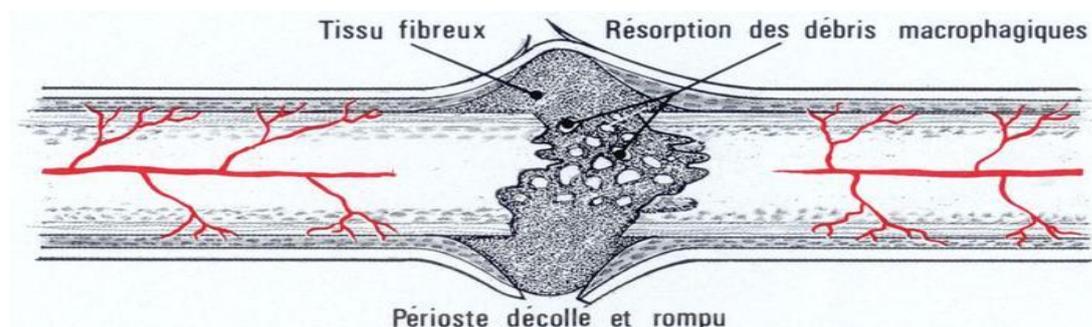


Figure 2 : Le cal primaire.

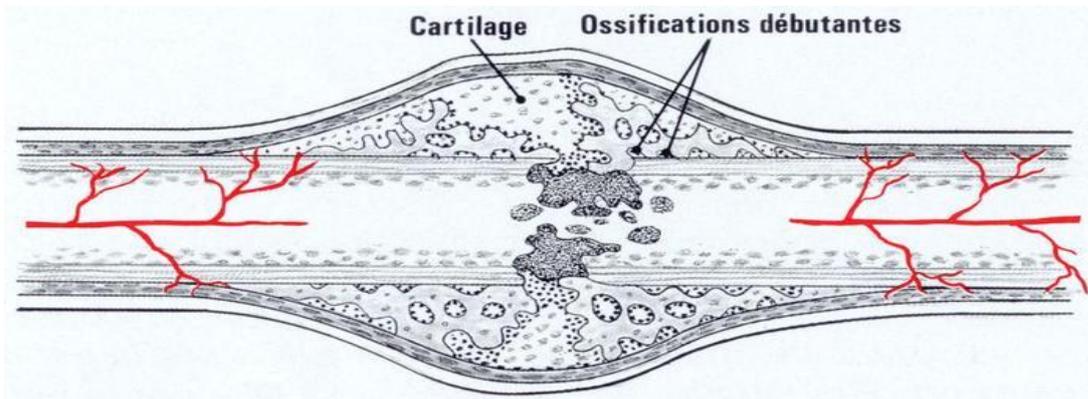


Figure 3 : Le cal mou.

La substance va se minéraliser progressivement, formant un manchon d'os immature qui va cesser de croître vers la sixième semaine. Une lignée de chondrocytes va se différencier au plus proche du foyer de fracture. Les chondrocytes vont former un anneau de cartilage sous-périosté autour du foyer. Le cartilage se minéralise progressivement(4).

A ce stade, les corticales ne participent pas à la formation du cal.

En revanche la moelle osseuse est le lieu d'une ostéogénèse en bande située à la face interne de la corticale.

3. Le cal dur

Il est déterminé par la création d'un pont osseux immature inter fragmentaire et assure une solidarité mécanique entre les fragments (figure4).

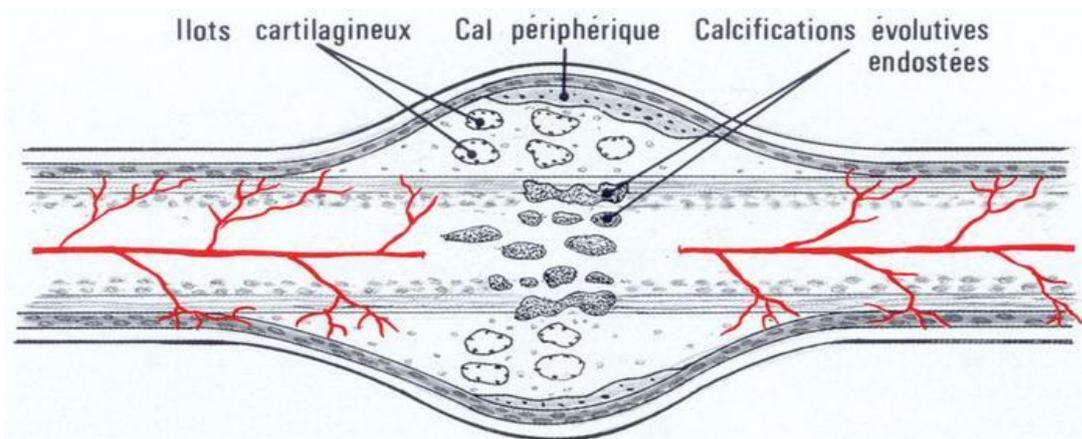


Figure 4 : Le cal dur.

4. Le modelage

C'est est une activité qui équivaut au remodelage de l'os cortical mais à l'échelle macroscopique. Il consiste en la résorption du cal externe et la restauration du canal médullaire (figure 5) (3, 4,62 et 65).

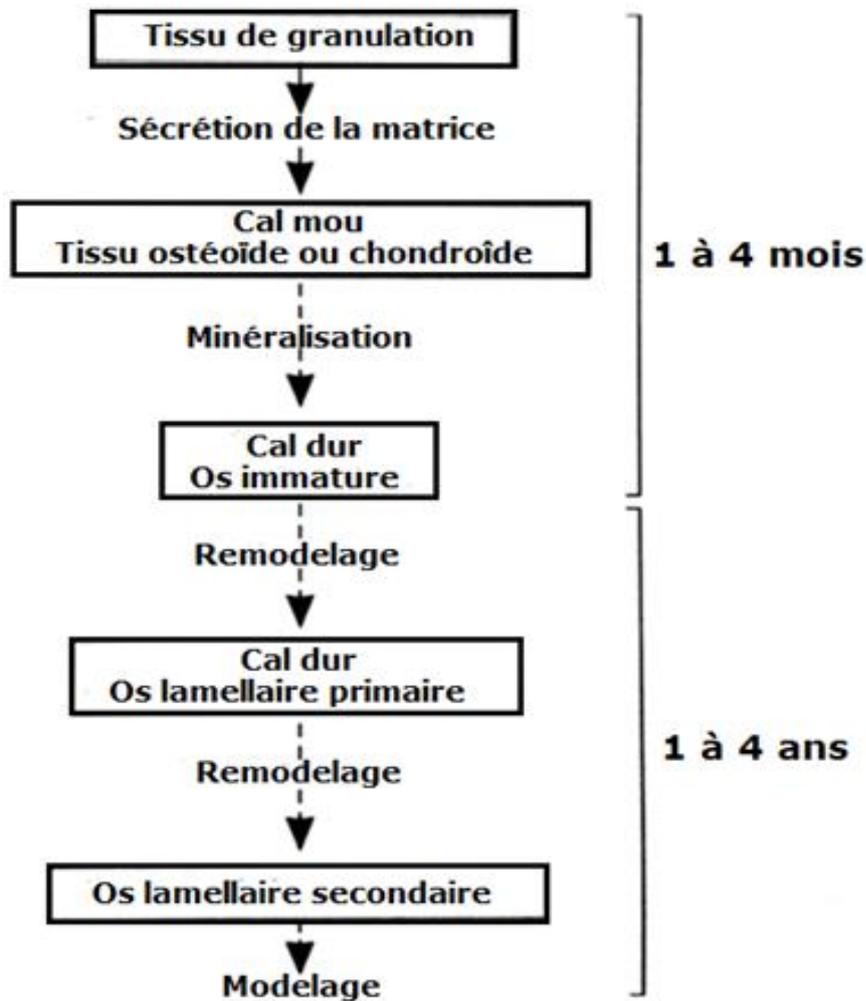


Figure 5 : Le modelage osseux

Biomécanique du cal (3) : (figure 6 et tableau A)

Après la courte phase de formation du cal primaire, le périoste, les corticales et la médullaire vont participer à la formation du cal de manière diverse. Le périoste forme rapidement un cal relativement volumineux et immobilise le foyer de fracture. Le cal périosté peut combler une vaste surface de perte osseuse, il nécessite la présence de l'hématome et des tissus mous. Il est stimulé par une mobilité relative du foyer de fracture. La stabilité du foyer diminue sa capacité de formation.

Au bout d'environ 6 semaines le cal périosté est fabriqué et le foyer est relativement stable ; ce qui permet au cal cortical de se construire. Celui-ci a besoin d'une immobilité parfaite du foyer de fracture. C'est le cal médullaire, de formation lente qui va pénétrer l'intervalle entre les corticales. Il n'est pas très sensible à la mobilité du foyer de fracture.

<i>Type de consolidation</i>	<i>Vitesse</i>	<i>Capacité à ponter le gap</i>	<i>Tolérance des mouvements</i>	<i>Tolérance de la rigidité totale</i>	<i>Importance des tissus mous extérieurs</i>
Cal externe pontant	+++	+++	+++	-	+++
Cal médullaire	++	++++	++ (lent)	+++	-
Cortical primaire	+	-	-	++++	-

Tableau A : Caractéristiques des différents types de réparation des fractures par Mac Kibbin (67).

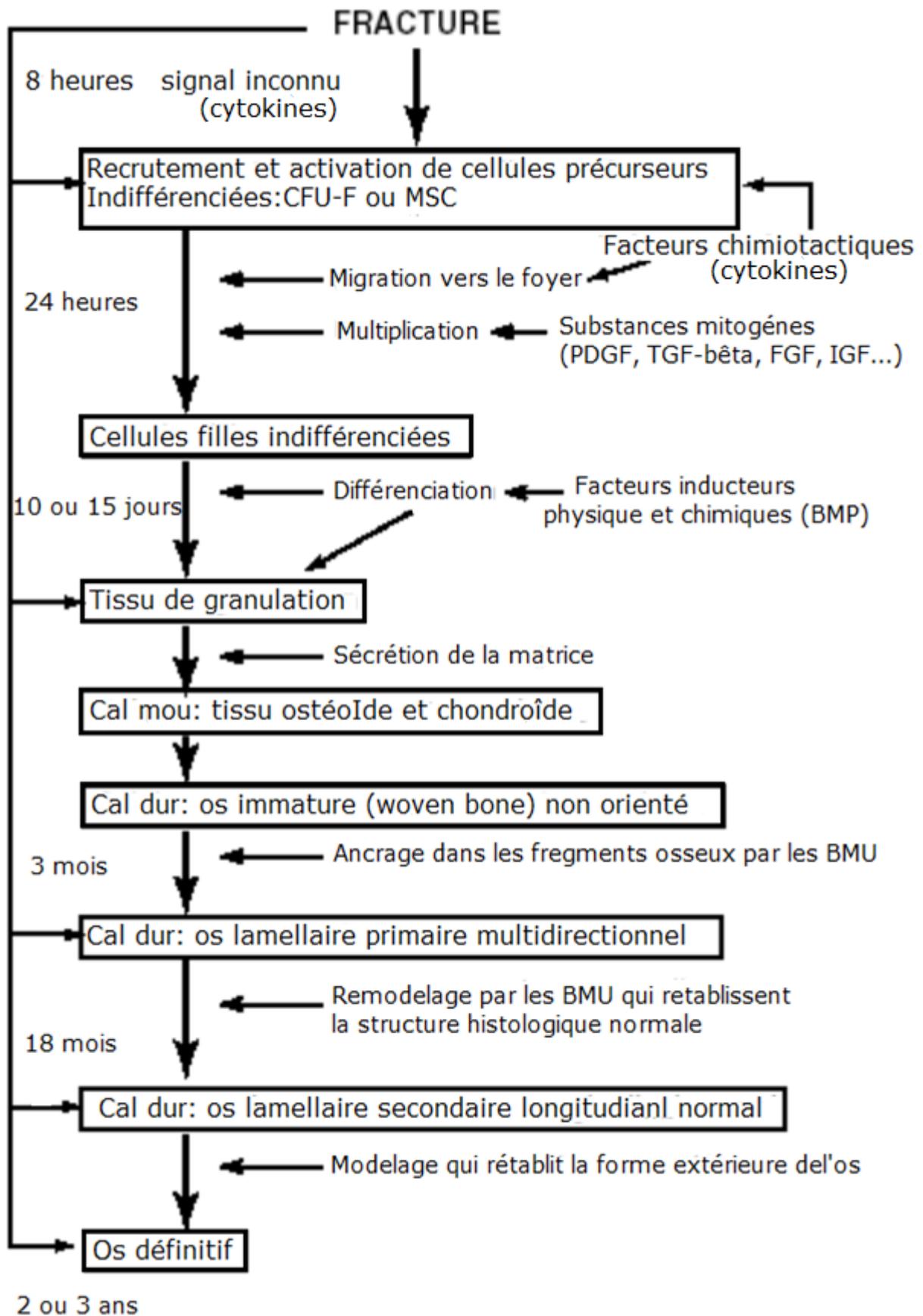


Figure 6 : Les étapes de la consolidation.

B-Processus de réparation de l'os cortical chez l'adulte au cours du traitement chirurgical (4) :

Le traitement par ostéosynthèse modifie le déroulement de la consolidation osseuse. Cela en fonction du matériel utilisé :

1. Ostéosynthèse par plaque vissée :

L'action la plus nocive de l'ostéosynthèse est l'ouverture du foyer de fracture. L'évacuation de l'hématome fracturaire, qui comprend les cellules précurseurs indifférenciées en cours de multiplication et les substances mitogènes puis les facteurs ostéo-inducteurs (BMP, TGF...). Cette évacuation va ralentir de façon considérable la production du cal osseux. Il est cependant possible de prélever l'hématome en début d'acte et de le remettre en place autour du foyer avant fermeture. Les lésions du périoste qui accompagne l'ostéosynthèse supprime la formation du cal périosté et entraîne un nouveau type de consolidation. Les facteurs inducteurs mécaniques prennent alors une importance considérable. Dans la situation idéale, de laboratoire le plus souvent, où l'ostéosynthèse est franchement stable, la consolidation corticale ne passe pas par le stade de cal mou fibrocartilagineux. Si le contact inter fragmentaire est rendu parfait, comme c'est le cas avec la mise en place de plaques à compression, les têtes foreuses des BMU vont passer directement le foyer, d'une corticale à l'autre. Les ostéons agissent alors comme des chevilles fixant directement le foyer de fracture. Il ne s'agit donc pas d'un processus de cal mais plutôt de remodelage. Le délai de consolidation est de l'ordre de 4 semaines, période durant laquelle la fracture tient grâce aux qualités mécaniques du montage d'ostéosynthèse. Lorsqu'il existe un espace entre les fragments, la consolidation corticale se réalise par invasion du cal médullaire. Fait d'os immature, le cal médullaire évolue vers une structure trabéculaire dense. L'ancrage de l'os immature est réalisé par des unités de remodelage osseux (BMU) venues de l'os immature et forant les extrémités des fragments de corticale. En pratique la consolidation se fait par l'association des deux mécanismes suscités. Le remodelage va se poursuivre durant 18 mois au minimum (figure 7 et 8) (2,4 et 62).

C'est la raison pour laquelle le matériel d'ostéosynthèse ne doit pas être retiré sous peine de risque fracturaire accru.

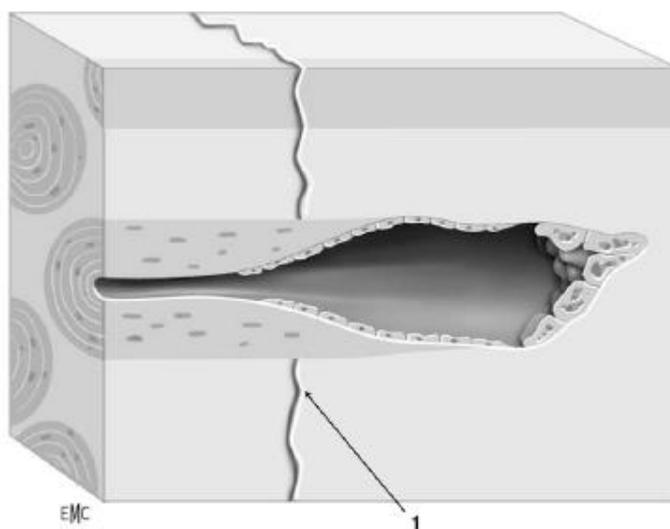


Figure 7 : Consolidation par passage direct des ostéons

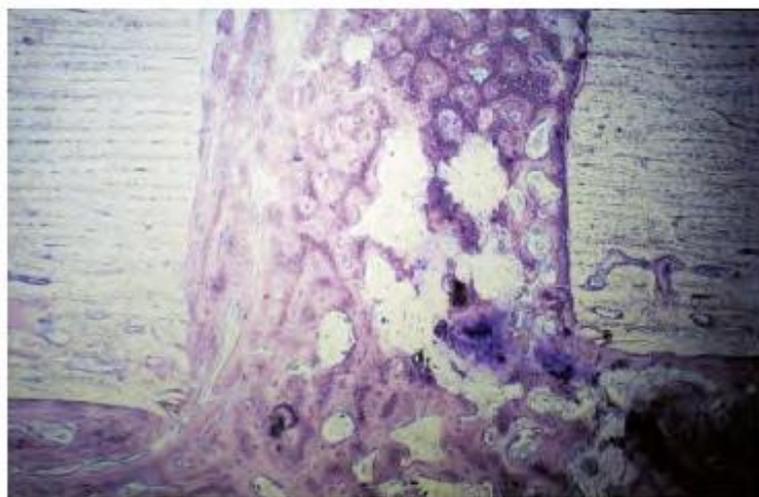


Figure 8 : Comblement de la fente fracturaire par l'os immature

Avantages / inconvénients de l'ostéosynthèse par plaque vissée :

Cette ostéosynthèse permet en théorie une réduction anatomique parfaite des foyers de fracture(62). Les montages sont en règle générale stables et autorisent une rééducation précoce. Les inconvénients de l'abord direct du foyer sont l'augmentation des risques infectieux et la perte du bénéfice de l'hématome péri-fracturaire. Cette technique n'autorise pas la mise en

charge de la fracture car le délai de consolidation est prolongé du fait de l'ouverture du foyer et de la dévascularisation.

Ce montage correspond à une fixation dite statique, c'est-à-dire que la raideur du montage est fixée une fois pour toute (figure 9).

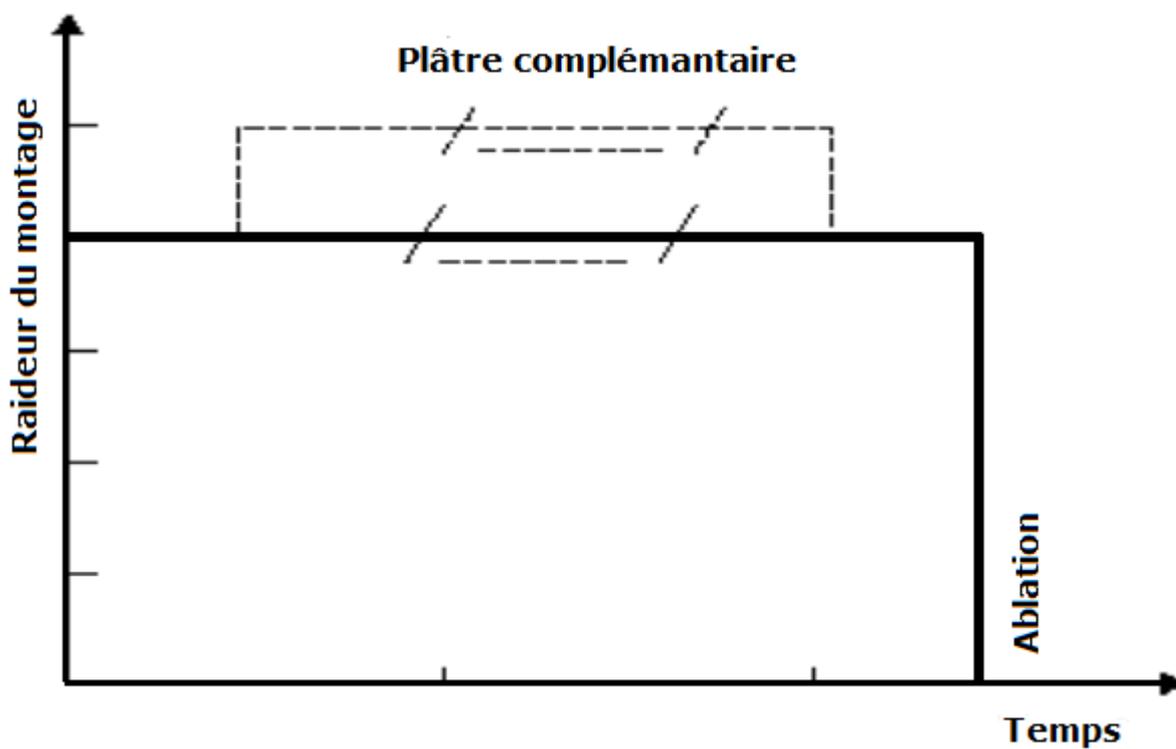


Figure 9 : Statique de l'ostéosynthèse par plaque

2. Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire à foyer fermé :

Au cours de cette ostéosynthèse, l'hématome fracturaire est en grande partie conservé. La portion médullaire est expulsée par l'alésage. Le cal périosté se forme sans contraintes supplémentaires, dans les délais habituels, il est généralement de gros volume(62).

Avantages / inconvénients :

Cette technique limite le risque de dévascularisation et le risque infectieux. Le matériel est situé dans l'axe mécanique du segment fracturé et permet habituellement des montages solides autorisant une mise en charge précoce. Les inconvénients sont les difficultés d'obtenir le rétablissement de l'axe longitudinal en cas de fracture métaphysaire et le contrôle rotatoire des fragments.

En dehors des fractures comminutives, l'enclouage permet une fixation dynamique, c'est-à-dire que la raideur du montage va varier dans le temps. Dynamiser l'enclouage signifie que le verrouillage du clou peut être reporté à la sixième semaine afin de stimuler la formation du cal périosté. Le déverrouillage tardif est possible afin de renforcer un cal déjà existant (figure 10).

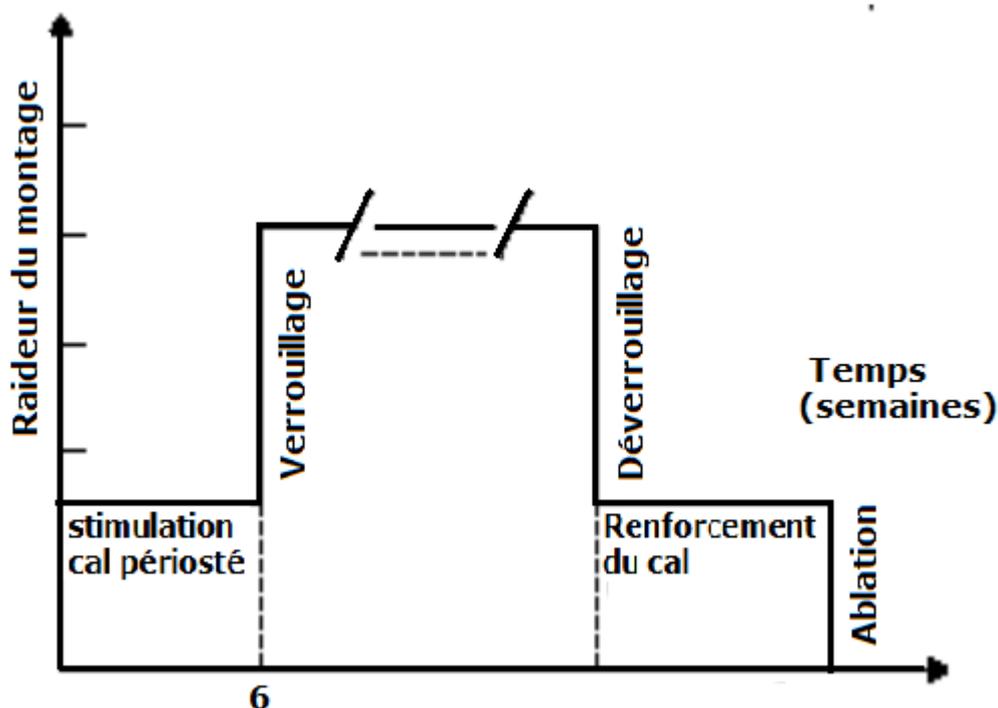


Figure 10 : Influences du verrouillage et du déverrouillage de l'enclouage sur le renforcement du cal osseux.

3. Ostéosynthèse par fixateur externe :

Les indications de la fixation externe concernent principalement les fractures ouvertes. Les fixateurs modulaires (Hoffman, Orthofix, Ilizarov) permettent de corriger secondairement les imperfections de réduction initiale. Les avantages sont de diminuer les risques infectieux en particulier en cas de fracture ouverte contaminée(62).

Les inconvénients sont la difficulté d'obtenir une réduction anatomique de la fracture, les risques d'infections sur les fiches et le retard de consolidation. Cependant le contexte dans lequel est employée cette fixation est à fort risque de défaut de consolidation.

L'intérêt est de protéger le foyer des contraintes extérieures dans un montage simple. Au cours des fractures comminutives l'ensemble des contraintes passe par le fixateur (figure 11). De même que pour l'enclouage centromédullaire, la fixation externe peut devenir dynamique.

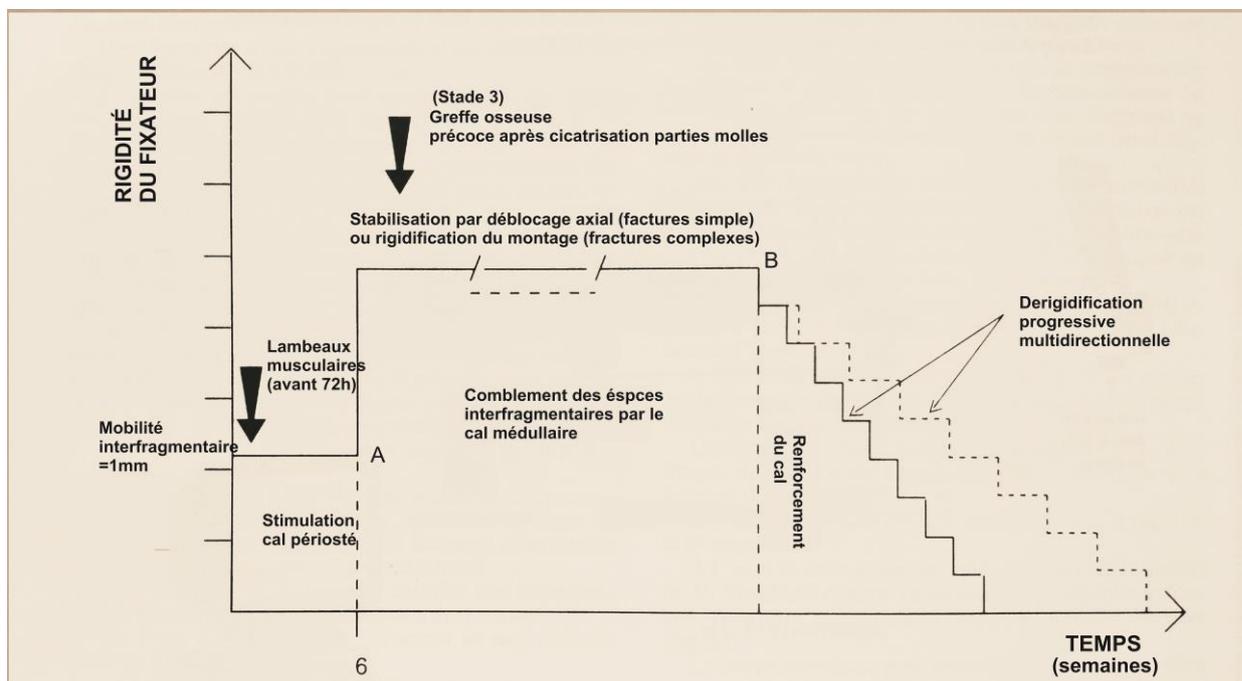


Figure 11 : Les effets du fixateur externe (71).

C-Processus de réparation osseuse par des méthodes biologiques (5 et 63) :

1. Biomatériaux ostéo-conducteurs :

Les céramiques de composition mixte, comprenant de l'hydroxyapatite (résorption lente) et du tricalcium phosphate (résorption rapide) sont les plus utilisées à l'heure actuelle (5 et 63) ; elles ont remplacé l'utilisation du corail. Elles sont utilisées avec un succès non négligeable dans le comblement des pertes de substance modérées et en traumatologie. En l'absence de fracture, le manque de facteurs ostéoinducteurs ne permet pas un comblement correct des pores du substitut ostéoconducteur. Le biomatériau est rendu ostéoinducteur par l'adjonction d'autogreffe osseuse et de cellules précurseurs prélevées dans la moelle osseuse du receveur(42).

2. Biomatériaux ostéo-inducteurs :

Les BMP ont été expérimentées chez l'animal en injection locale de rhBMP2 (recombinant human BMP2) ou en greffant du collagène associé à la BMP2. Les résultats sont une consolidation accélérée et un cal renforcé mécaniquement. Chez l'homme, les expériences portent sur le traitement des pertes de substance et dans la consolidation des fractures. Les BMP assurent l'obtention d'une quantité d'os au moins égale à celle obtenue par autogreffe. Les néoformations sont parfois exubérantes et risquent de comprimer un nerf à proximité. Les BMP sont retrouvées à des taux élevés dans certaines tumeurs osseuses malignes et les conséquences de leur passage systémique restent mal précisées. (6)

D-Particularités des greffes osseuses

1. L'autogreffe non vascularisée :

C'est le matériau de comblement osseux le plus anciennement et le plus couramment utilisé en orthopédie - traumatologie(54).

Il s'agit d'un prélèvement osseux effectué sur le patient lui-même à partir d'un site donneur et placé dans le même temps opératoire au niveau du site receveur à combler.

Sur le plan biologique, l'avantage de ces autogreffes est leur parfaite tolérance immunologique et pour les autogreffes spongieuses, l'apport de cellules vivantes, cellules souches mésenchymateuses et ostéo-progenetiques qui vont stimuler et favoriser une véritable ossification primaire et la consolidation.

Les autogreffes manifestent également des propriétés ostéo-inductives par les facteurs de croissance qu'elles apportent.

L'autogreffe spongieuse ou corticospongieuse par sa nature tridimensionnelle, permet l'envahissement progressif intertrabéculaire par des cellules de l'os périphériques et favorise l'ostéoconduction.

L'autogreffe par sa nature spongieuse ou corticospongieuse peut avoir un certain intérêt biomécanique.

Cependant, l'autogreffe corticale se réhabite moins bien et plus lentement que l'autogreffe spongieuse. En effet, la survie des cellules nécessite une diffusion des liquides physiologiques dans l'attente de la revascularisation.

D'une façon générale, les autogreffes permettent une bonne intégration et revascularisation, même si cette intégration n'est pas toujours totale.

2. L'autogreffe vascularisée :

Certaines autogreffes sont vascularisées. Elles peuvent être utilisées en greffon libre nécessitant une anastomose microchirurgicale ou en ilot, seules ou au sein d'un lambeau composite pluritissulaire comportant un composant musculaire et/ou cutané(54).

Ces greffons osseux vascularisés sont de nature corticale ou corticospongieuse.

Ils sont à la fois ostéogéniques en raison de l'apport de cellules vivantes, ostéo-inductrices grâce aux protéines matricielles et ostéo-conductrices de part la structure osseuse.

Il n'y a pas de phénomènes de revascularisation secondaire qui diminue la résistance mécanique de l'os. Elle conserve les propriétés mécaniques.

La vascularisation permet une véritable adaptation du greffon à l'environnement biologique et mécanique.

La fibula en est la plus utilisée(54).

3. L'allogreffe :

Une allogreffe se définit comme étant l'utilisation d'un os provenant d'un individu de la même espèce(54).

Sur le plan pratique, on a recours surtout aux têtes fémorales de banque. On peut également utiliser des pièces osseuses massives.

L'allogreffe a bénéficié des techniques de conservation, de traitement et des connaissances immunologiques.

Les allogreffes peuvent être cryoconservées (-80°) en l'état ou subir des traitements particuliers.

Les têtes fémorales sont prélevées lors des remplacements prothétiques des hanches(54).

Les pièces massives osseuses sont recueillies au décours des prélèvements multi-organes dans les 24 heures qui suivent le décès.

L'ostéo-intégration des allogreffes se fait par des phénomènes de résorption et d'apposition qui seront plus ou moins complets et prononcés selon leur nature corticale ou spongieuse.

Ces greffes sont acellulaires et ce sont les cellules de l'hôte provenant de l'os environnant qui permettent la néoformation osseuse.

Les événements biologiques qui mèneront à l'incorporation comportent l'hématome local qui apportera cytokines et facteurs de croissance, l'inflammation avec la migration et la prolifération de cellules mésenchymateuses et le développement de bourgeons conjonctivo-vasculaires, l'invasion par des néo-vaisseaux puis l'action ostéoclasique associée à la formation osseuse intra-membraneuse et/ou endochondrale à la surface de la greffe.

L'os spongieux subira une pénétration cellulaire par des bourgeons vasculaires puis par de l'os néoformé au sein des logettes intertrabéculaires correspondant à l'ostéo-conduction.

L'apposition osseuse ostéoblastique surviendra quelques semaines plus tard.

La jonction entre les corticales de l'os hôte et de l'allogreffe est pontée par un cal osseux unitif favorisé par un bon contact osseux et une bonne stabilité.

Ce cal provient du périoste et s'étend jusqu'à 3cm sur le pourtour de l'allogreffe.

L'application d'autogreffe à la jonction favorise le développement du cal sur l'allogreffe.

L'allogreffe termine son intégration en une année en moyenne(54).

E-Conclusion sur la consolidation osseuse (1)

La consolidation osseuse est un processus dynamique qui est conditionné par plusieurs facteurs, le diamond concept décrit 5 colonnes qui en sont la base :

1. La stabilité mécanique.
2. L'ostéogénèse : présence de cellules vivantes à potentiel ostéogénique.
3. L'ostéoinduction : présence de facteurs de croissance stimulant la formation d'os nouveau par recrutement de cellules mésenchymateuses pluri potentielles.
4. L'ostéoconduction : échafaudage poreux servant de matrice à l'incorporation de tissus périvasculaires et à la prolifération de cellules ostéoprogénitrices.
5. La vascularisation de l'os et des tissus mous avoisinants.

II- Rappel anatomique du fémur

Le fémur est un os très long et très volumineux, articulé en haut dans la cavité acétabulaire par une tête encroûtée de cartilage ; cette tête est réunie au corps de l'os par un col ; à la jonction du col et du corps se trouvent deux saillies d'insertions musculaires, le grand et le petit trochanter. (7)

En bas, le fémur répond au tibia et à la patella. Il offre à ces deux os une surface articulaire continue, en forme de trochlée en avant, pour la patella, divisée en bas et en arrière en deux condyles, pour le tibia. En position normale, le fémur est oblique en bas, en dedans et un peu en avant. Sa diaphyse présente une courbure à convexité antérieure.

Le fémur, est l'os le plus long et le plus résistant du squelette. Il a une forme cylindrique dans sa quasi totalité.

Le fémur présente une courbure à concavité postérieure et une torsion sur son axe longitudinal, comme tout os long, le fémur présente à étudier un corps ou diaphyse formée d'os cortical compact et deux extrémités contenant de l'os spongieux.

A. Ostéologie : Figure 12 :

1. La diaphyse :

Elle est triangulaire à la coupe avec trois faces, antérieure, postéro-latérale, postéro médiale, et trois bords, latéral, médial et postérieur. Bref, c'est l'orientation inverse de celle de l'humérus.

Elle débute de la ligne sous-trochantérienne à la région supra-condylienne.

Elle est divisée en 3 tiers proximal, moyen et distal(50).

2. Extrémité proximale :

Elle comprend à étudier la tête articulaire, le col et les deux trochanters.

Le col est une partie rétrécie de l'os, allongée, qu'on appelle souvent col chirurgical par opposition au col anatomique.

Les 2 trochanters représentent la limite supérieure de la diaphyse fémorale.

Le grand trochanter forme une éminence volumineuse qui surplombe l'angle d'union du col et du corps (diaphyse).

Le petit trochanter est une saillie arrondie située à la jonction du col et de la face postéro-médiale du corps (diaphyse).

3. Extrémité distale :

Très volumineuse, devenue quadrilatère, elle présente, au milieu de ses faces inférieure et surtout postérieure, une échancrure profonde la divisant en deux masses latérales, les condyles. Le condyle latéral continue à peu près l'axe du corps, le condyle médial est déjeté en dedans : c'est dire que leurs axes verticaux divergent en bas.

La ligne supra-condylienne représente la limite distale de la diaphyse fémorale.

B-Architecture :

Une coupe frontale de l'os montre que la diaphyse forme un cylindre de tissu spongieux entouré d'une gaine d'os cortical compact difficile à faire consolider. Les travées verticales qui constituent cette gaine s'infléchissent les unes vers les autres au sommet de la diaphyse, forment un système ogival à deux piliers principaux latéral et médial : le sommet de l'ogive est au sommet du grand trochanter. D'autre part, il existe dans la tête du fémur des travées résistantes auxquelles parvient, à travers l'os coxal, le poids du corps. Et un système trabéculaire unit l'ogive à la tête. Ce système comprend comme pièce essentielle un éventail de sustentation qui irradie de la compacte médiale vers la tête, et, comme pièce secondaire, des travées horizontales de renforcement longeant le bord supérieur du col (figure 12).

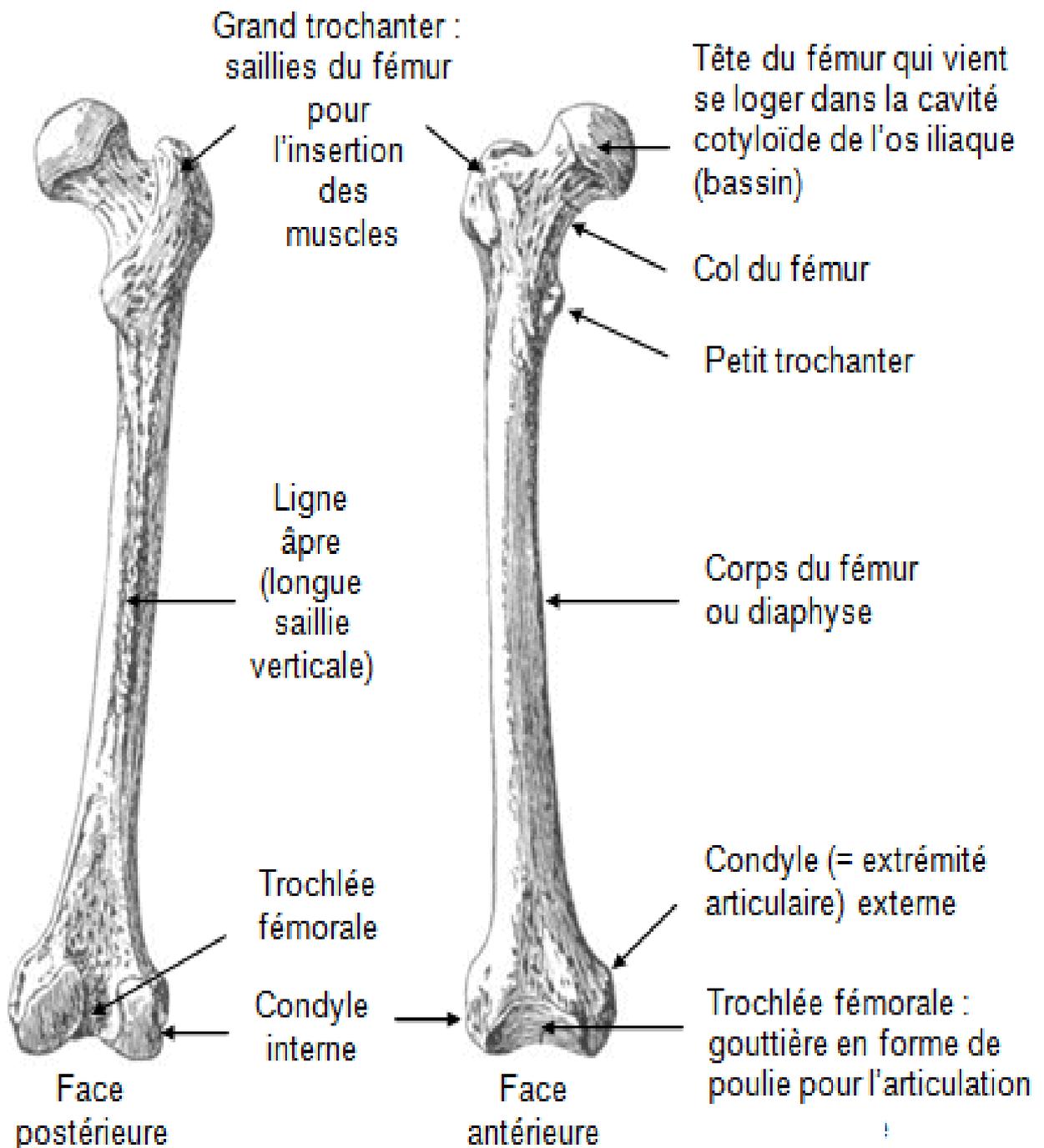


Figure 12 : anatomie descriptive du fémur d'après Georges DOLISI.

C-Vascularisation et zones pseudarthrogènes :

La vascularisation de la diaphyse fémorale est tributaire de l'artère fémorale profonde, issue de l'artère fémorale commune, elle-même branche de l'artère iliaque externe. Cette vascularisation se fait par l'intermédiaire des artères perforantes.

Les branches circonflexes fémorales médiales et latérales fournissent une anastomose autour de l'articulation de la hanche.

De même, une anastomose autour de l'articulation du genou est fournie par les artères paires médiale et latérale du genou (57 et 58). (Figure 13) (57).

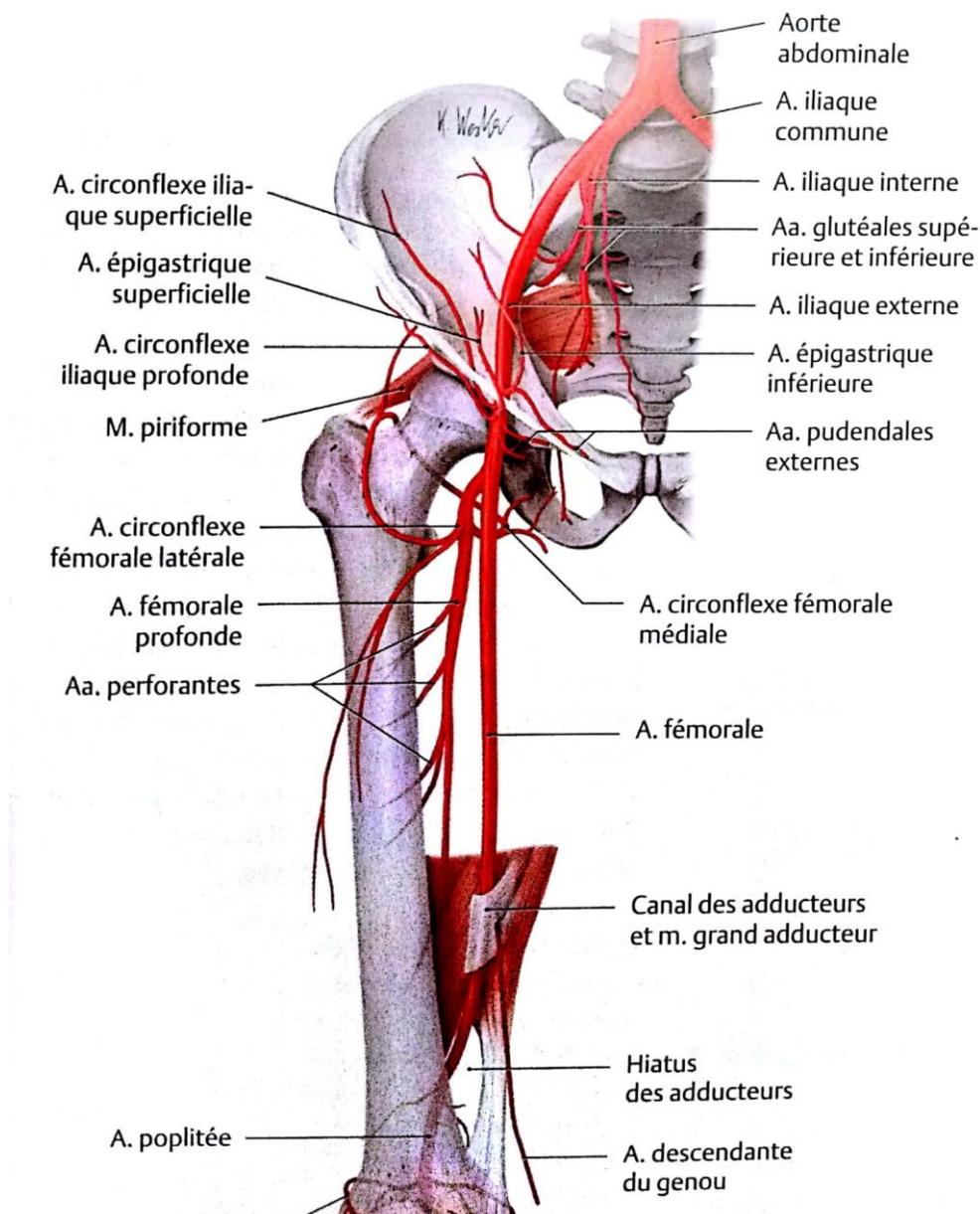


Figure 13 : Vascularisation du fémur D'après John T.Hanson.

Le quart proximal de la diaphyse fémorale reste la zone la plus pseudarthrogène vu que dans cette portion les muscles sont dans leur majorité à la partie tendineuse, il y a donc un manque de masses

musculaires charnues, de même que le quart distal où il y a surtout les terminaisons des muscles de la cuisse.

Ceci se confirme par l'étude de Santolini et son équipe, sur l'approvisionnement en sang fémoral et tibial (50) qui serait un facteur favorisant la pseudarthrose (figure 14).

En effet, l'étude a conclu à une vascularisation variable en fonction de la topographie des diaphyses fémorale et tibiale.

Pour ce qui est du fémur, l'étude le divise en 3 zones à différents niveaux de vascularisation.

L'application d'un procédé méthodologique au fémur a révélé que la zone du 1/3 moyen possède le plus haut degré de vascularisation, ceci est dû à l'entrée des artères nutritives et au complexe anastomotique composé par leurs troncs principaux une fois à l'intérieur de la cavité médullaire, ainsi qu'à la présence des branches circulaires de l'apport sanguin périosté.

Le 1/3 supérieur est classé comme étant le lieu d'une vascularisation modérée tandis que le 1/3 inférieur présente le degré de vascularisation le plus pauvre, car il n'est fourni que par des branches de l'artère nutritive du tronc principal, de plus il est caractérisé par un apport périosté insuffisant assuré seulement par les dernières branches circulaires du 1/3 moyen et d'une branche de l'artère fémorale à la partie médiale.(figure14)

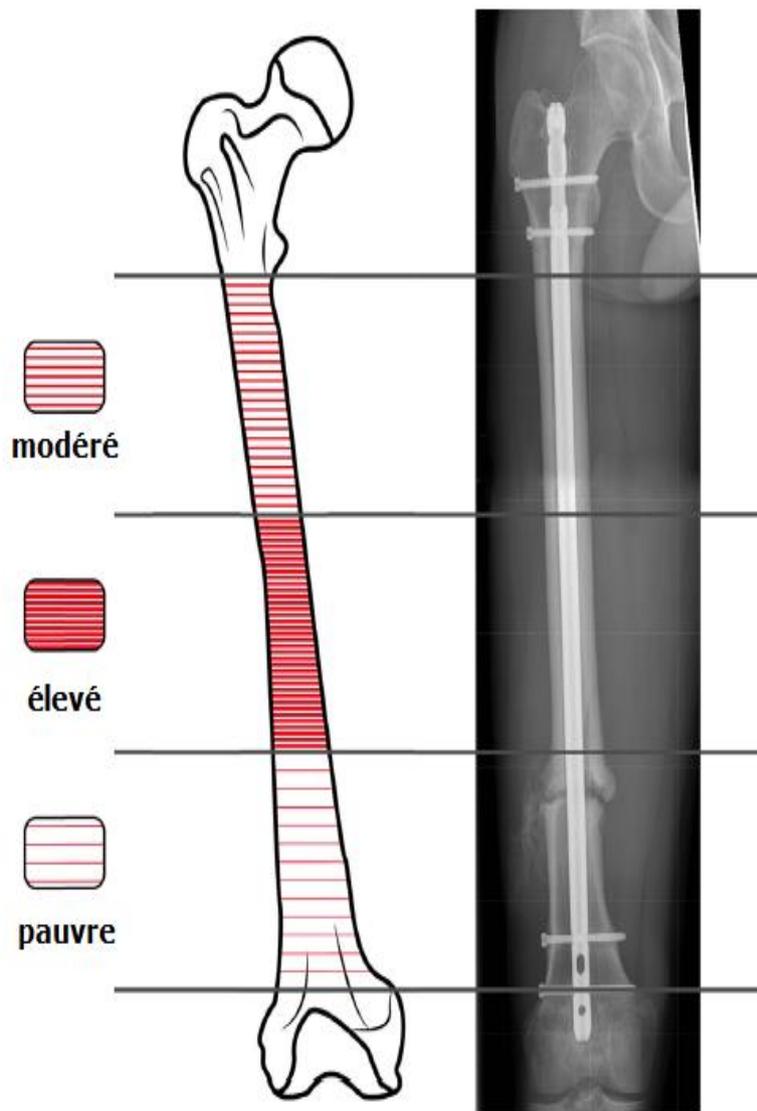


Figure 14 : La variation de la vascularisation du fémur en fonction des zones.

D-Les muscles

Les muscles de la cuisse entourent l'os du Fémur, plus grand os du squelette humain.

Les muscles de la cuisse se présentent sous la forme de trois groupes musculaires :

- Un groupe de muscles sur la face antérieure de la cuisse, nommé Quadriceps et composé des muscles Vaste latéral, Médial, Intermédiaire et Droit fémoral.

- Un groupe de muscles à la face interne de la cuisse, nommé Adducteurs et composé des muscles Sartorius, Long, Court et Grand adducteurs, gracile et pectiné.
- Un groupe musculaire sur la face postérieure de la cuisse, nommé Ischio-jambiers et composé des muscles Biceps fémoral ou crural, Demi-tendineux et Semi-membraneux.

Les loges sont délimitées par l'aponévrose de cuisse, ou Fascia Lata, en périphérie, et par deux cloisons, le septum fémoral médial et le septum fémoral latéral tendus de la ligne âpre du fémur au fascia lata. Le septum fémoral médial sépare le muscle vaste médial du plan des adducteurs le septum fémoral latéral sépare le muscle vaste latéral du biceps fémoral(9)

E-Les voies d'abord (52) :

L'abord du fémur doit minimiser au maximum les complications telle que la raideur du genou, éviter les délabrements musculaires responsables de pseudarthrose, éviter aussi les sections musculaires, l'hémostase étant parfois difficile à assurer.

De même pour les fiches des fixateurs externes, on doit éviter de transfixier le quadriceps pour ne pas provoquer d'adhérences responsables aussi de raideur du genou en particulier.

Pour toutes ces raisons, les fractures du fémur sont actuellement traitées d'emblée par un tuteur interne à foyer fermé.

Pour ce qui est de l'artère fémorale, sa situation par rapport au fémur n'est pas constante. Elle est antérieure dans son tiers supérieur ; interne dans son tiers moyen et postérieure dans son tiers inférieur.

Ce trajet conditionne les voies d'accès et l'emplacement de tout matériel.

Les artères perforantes naissent de la fémorale profonde et s'enroulent autour de la partie postérieure de la diaphyse fémorale avant de pénétrer la loge antérieure en traversant la cloison inter musculaire externe. Ces artères doivent être ligaturées soigneusement.

a. Voie postéroexterne : 1/3 supérieur et moyen (figure 15) :

Le plan de clivage entre la cloison inter musculaire externe et le vaste externe est facile à mettre en évidence, la dissection se fait pratiquement de façon exsangue. Cette voie conduit à la ligne âpre et pour exposer la face externe de l'os, les muscles doivent être refoulés vers l'avant.

L'essentiel dans cette voie au 2/3 supérieurs du fémur est de désinsérer le vaste externe du fémur. L'exposition du fémur s'effectue en sous périosté, (Raoul Tubiana) (52, p 106 à 109).

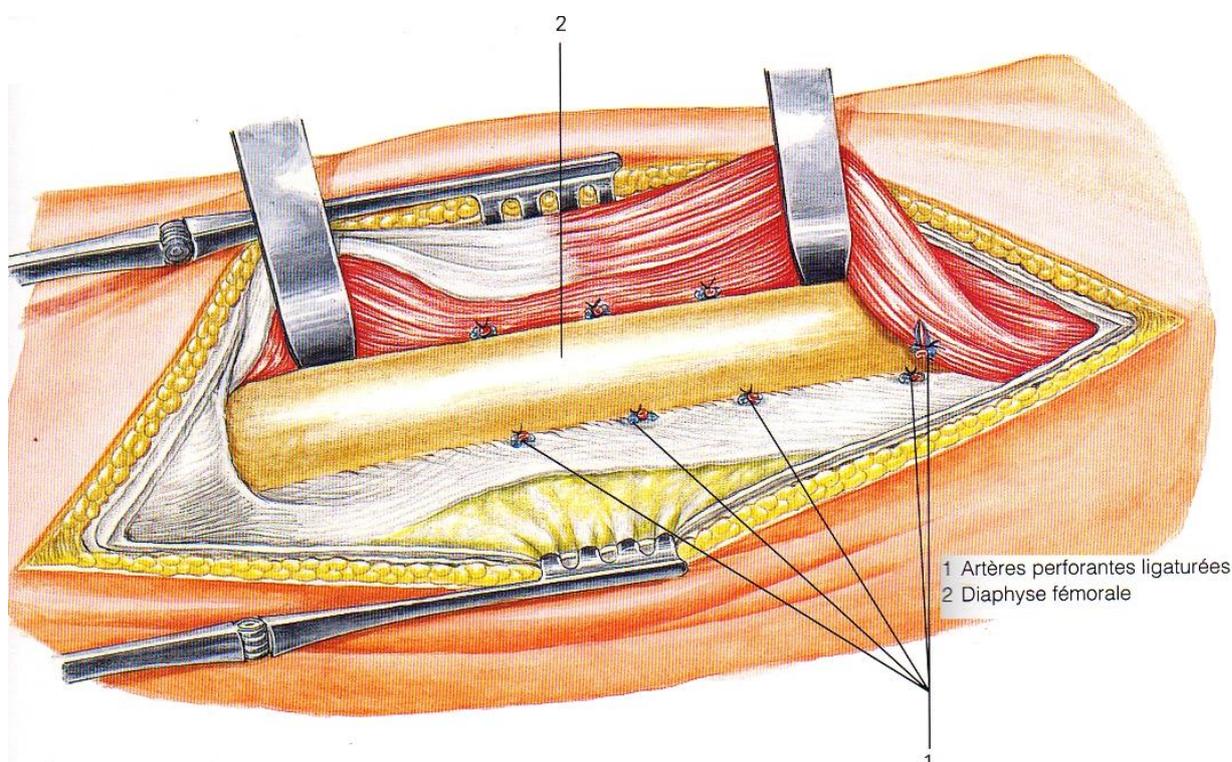


Figure 15 : Voie postéroexterne.

b. Voie externe : 1/3 inférieur du fémur

Au 1/3 inférieur de la cuisse, le bord postérieur du vaste externe, infléchit sa course pour s'unir à l'appareil extenseur du genou. Il est plus facile de détacher le muscle en son tiers inférieur qu'en ses 2/3 supérieurs (figure 16).

La voie externe peut être prolongée de manière à exposer la face externe du genou (Raoul Tubiana) (52 p112, 113,114).

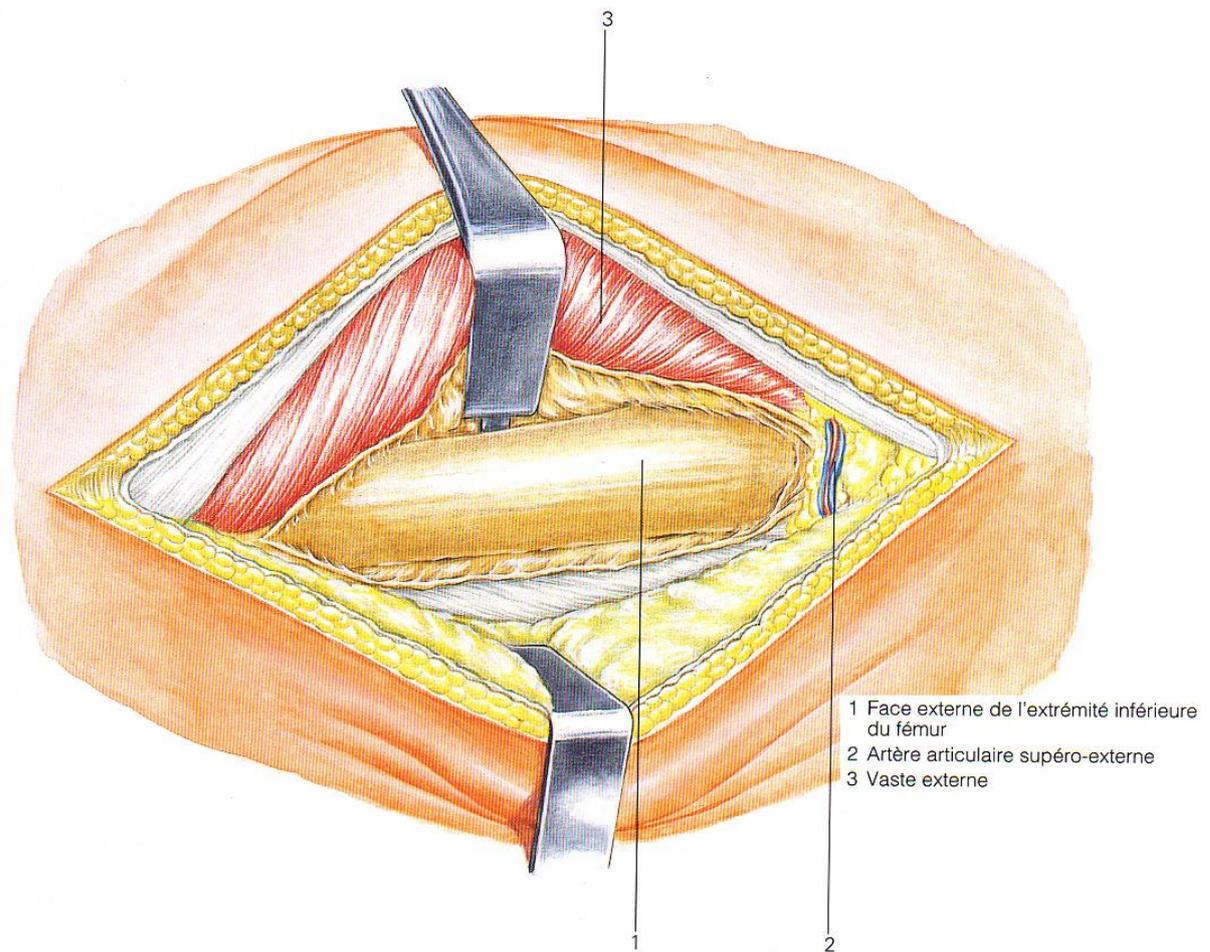


Figure 16 : Voie externe.

c. Voie interne : 1/4 inférieur du fémur

Ce n'est pas une voie courante, mais elle est sûre et facile à exécuter. Elle peut être prolongée vers le bas pour exposer la face interne de l'articulation du genou.

Sur le plan anatomique, au 1/3 inférieur du fémur, la loge des extenseurs est séparée de la loge des fléchisseurs par la cloison inter musculaire interne et est limitée en dedans par le tendon du grand adducteur (Raoul Tubiana) (figure 17).

Les vaisseaux fémoraux pénètrent l'espace poplité à travers l'anneau du grand adducteur. On peut être amené à ligaturer les rameaux articulaires et musculaires de la grande anastomotique (Raoul Tubiana) (52 p117).

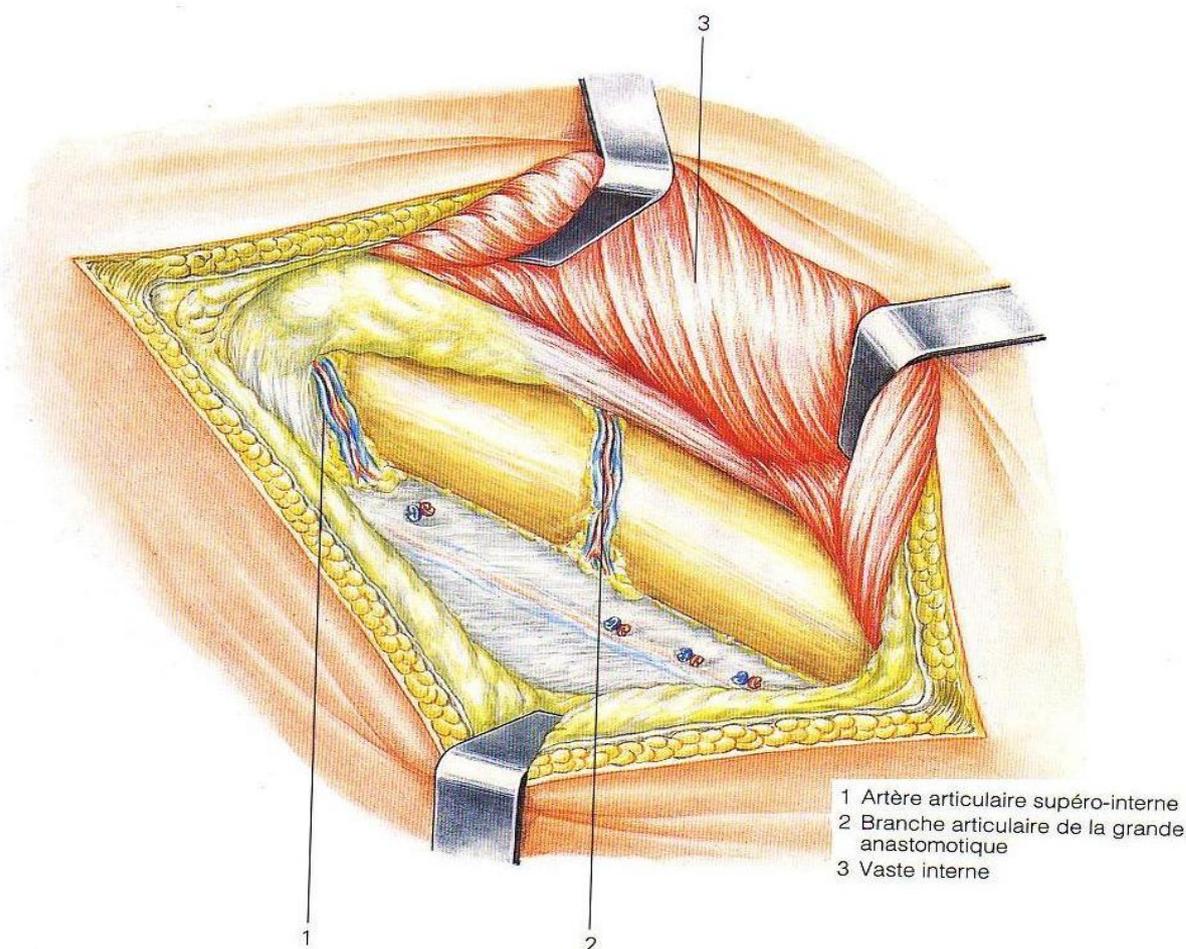


Figure 17 : Voie interne.

d. Voie antéro-interne : 2/3 inférieurs du fémur (figure 18) :

Rarement utilisée, elle est indiquée pour l'abord de la partie inférieure du fémur. Elle n'est pas recommandée systématiquement car elle implique une séparation entre vaste interne et droit antérieur ainsi que la traversée du muscle crural, cela entraîne la formation d'adhérences et par conséquent une raideur du genou (Raoul Tubiana) (52 p 120).

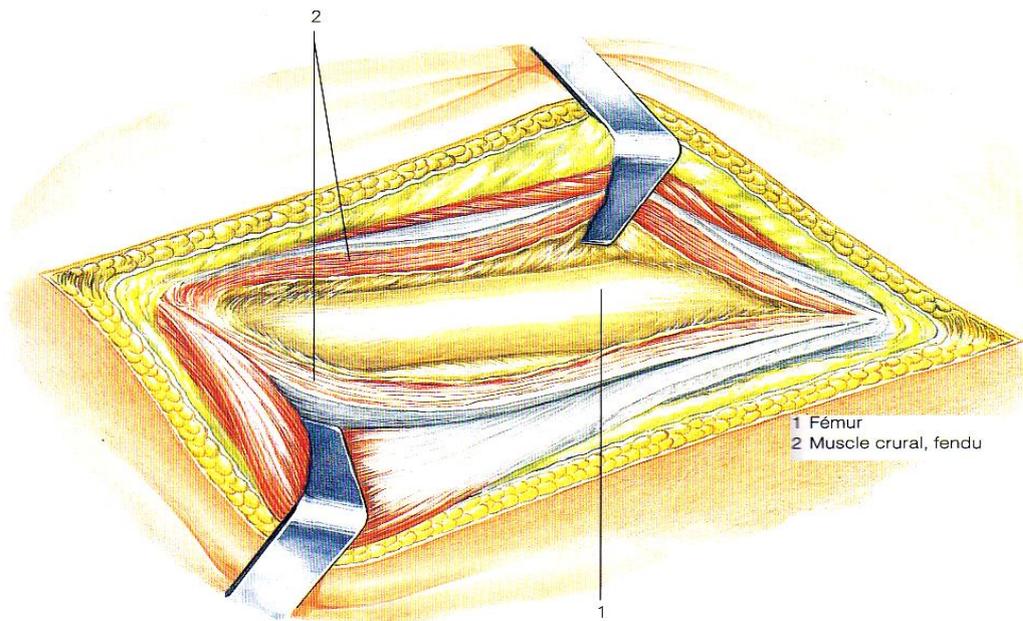


Figure 18 : Voie antéro-interne.

e. Voie antéro-externe : figure 19 :

Elle aussi est rarement utilisée, elle implique la traversée du muscle crural avec risque d'adhérences et de raideur du genou.

Elle peut être prolongée vers le haut et vers le bas pour aborder la hanche ou le genou (Raoul Tubiana) (52 p 125).

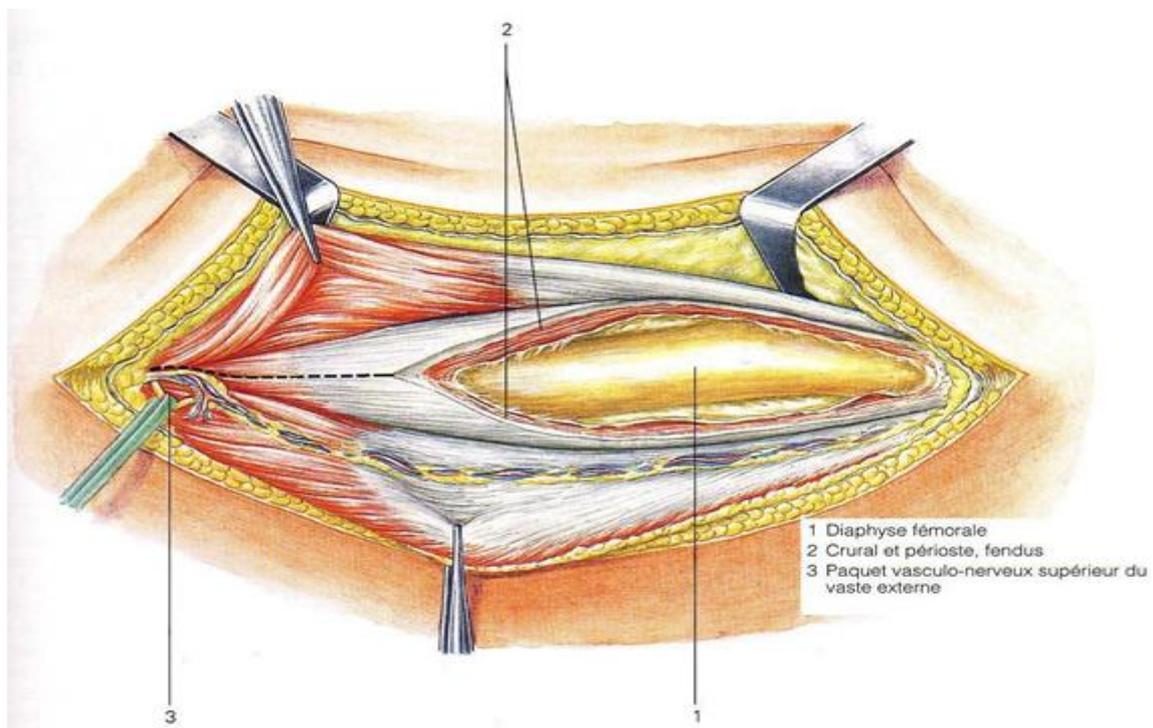


Figure 19 : Voie antéro-externe.

f. Voie postérieure : figure 20 :

Elle n'est pas utilisée de façon courante.

Sa principale indication est la mise en place d'un greffon cortico-spongieux lorsqu'on doit utiliser une voie vierge, en particulier quand il y a en plus de la pseudarthrose un problème infectieux sur les autres voies.

La connaissance des rapports entre fémur, biceps et nerf sciatique représente un intérêt important.

En effet, le biceps, élément le plus superficiel, surcroise la ligne de projection de la diaphyse fémorale et du nerf sciatique à la partie moyenne de la cuisse.

A la partie supérieure de la cuisse le nerf sciatique est situé à la face profonde du biceps est le bon plan de clivage intermusculaire à ce niveau se trouve entre biceps et vaste externe.

Dans la moitié inférieure il est préférable de passer entre biceps et demi membraneux, le nerf sciatique étant écarté en dehors (Raoul Tubiana) (52 p 128 à135).

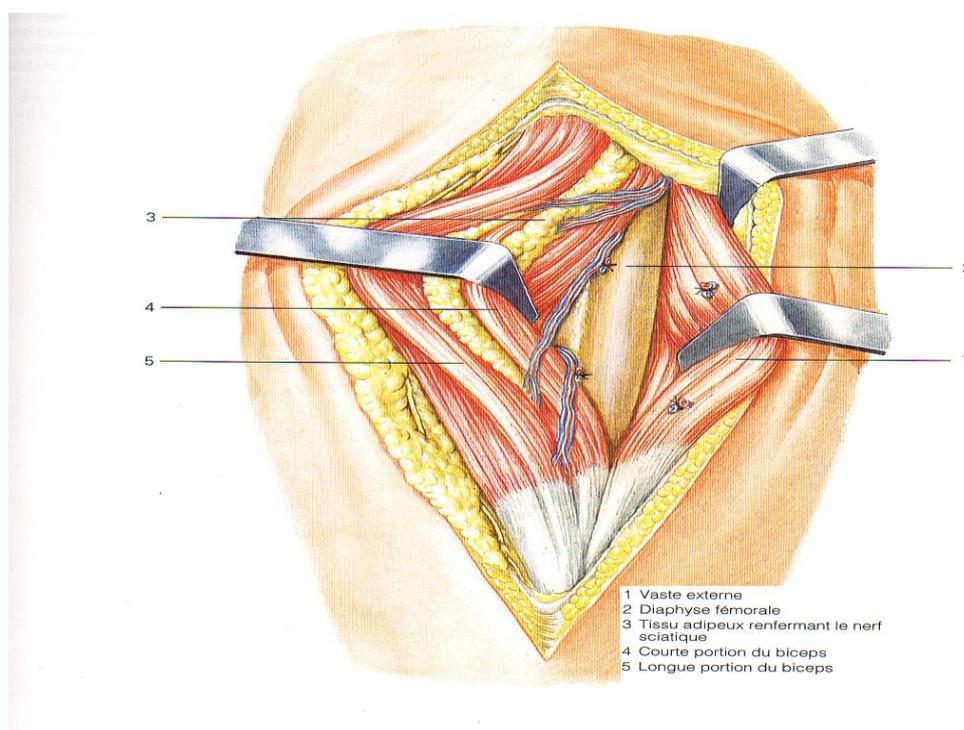


Figure 20 : Voie postérieure.

III- Biomécanique du fémur et moyens de son ostéosynthèse :

A. Biomécanique

Le fémur comme tout os est soumis à trois types de sollicitation : traction, flexion et torsion (figure 21 et 22), les deux zones en traction et en compression s'enroulent l'une autour de l'autre en spirale de haut en bas de la diaphyse dans le sens antihoraire pour le fémur droit et horaire pour le fémur gauche.(9)

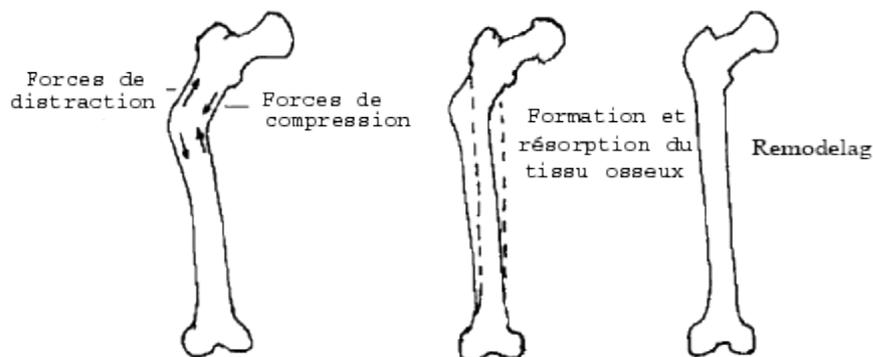


Figure 21 : Les forces de sollicitation du fémur (d'après G.Poitout).

Le fémur se fléchit sur toute sa hauteur de telle façon qu'à chaque niveau la valeur maximale de la compression excède celle de la traction.

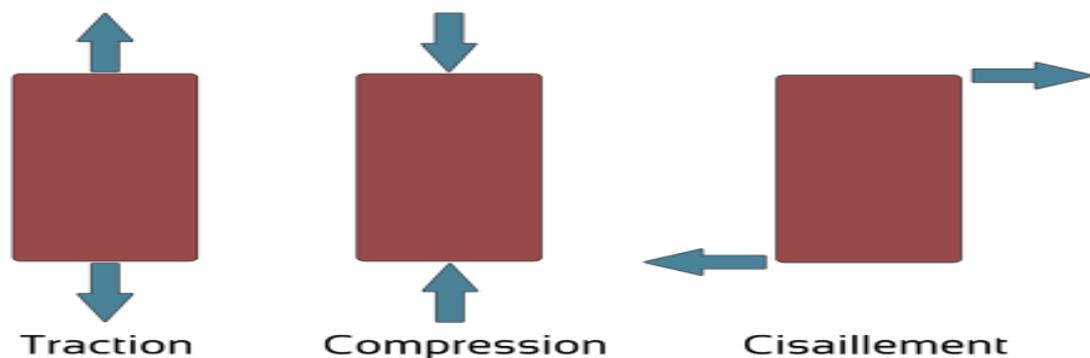


Figure 122 : schéma explicatif des différentes forces de sollicitation du fémur.

L'hétérogénéité de l'os adulte a été mise en évidence par microdurimétrie et ne varie pas selon les lois du hasard.

La dureté diminue de l'endoste au périoste (région périphérique) c'est-à-dire des zones de faibles vers les zones de fortes déformations qui apparaissent au cours de la sollicitation physiologique.

Ceci implique que puisque les zones les plus déformées sont aussi les plus défavorables, il s'en suit une tendance à l'égalisation des contraintes. (10)

B-Ancrage des implants :

La fixation de l'implant à l'os joue un rôle fondamental dans leur tenue.

A foyer ouvert une ostéosynthèse doit être stable, cette stabilité est obtenue par un matériel dont l'ancrage doit résister aux contraintes. La stabilité doit en effet rester parfaite pendant toute la durée de la consolidation. Il y a en permanence une course de vitesse entre la consolidation et la faillite du matériel.

1. Ostéosynthèse par plaque vissée

Les qualités mécaniques d'une plaque d'ostéosynthèse ne sont à prendre en compte que si la fixation à l'os par des vis est parfaite. Sous l'effet des contraintes qu'elles subissent ces vis peuvent se rompre, se dévisser, ou s'arracher par destruction du filet osseux (figure 23, 24 et 25). Il existe au niveau des vis deux types de contraintes :

Des contraintes de cisaillement qui tendent à rompre la vis au niveau de la jonction plaque-os

Des contraintes longitudinales ou de traction-compression qui tendent à l'arracher.

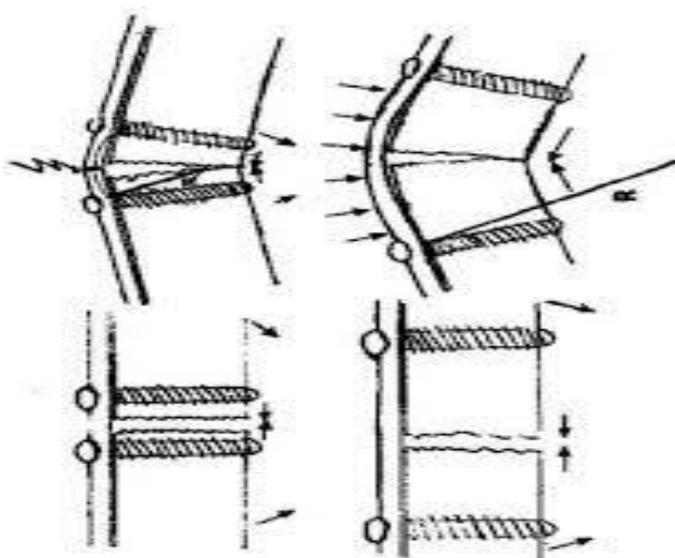


Figure23: Contraintes mécaniques sur l'ostéosynthèse par plaque vissée

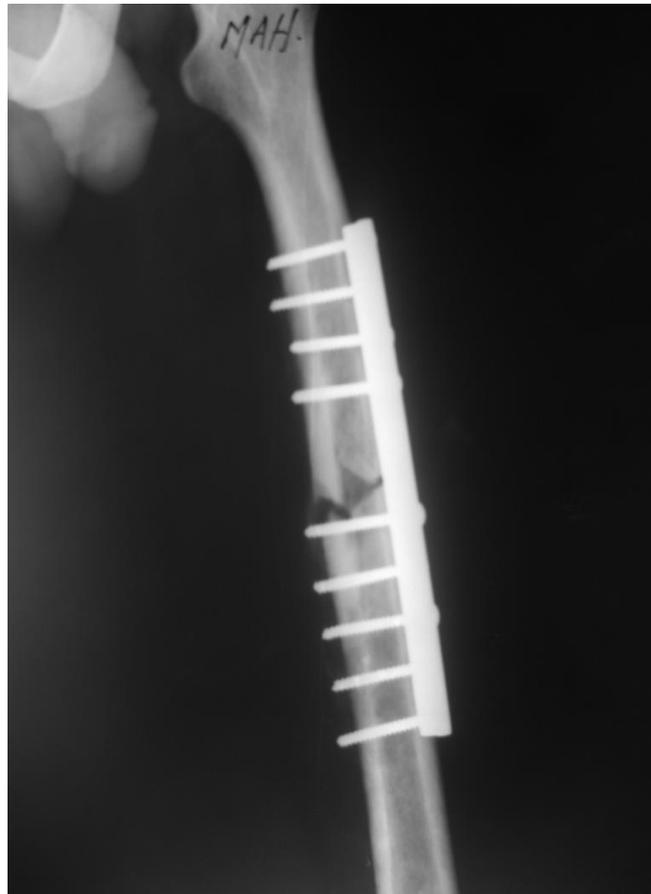


Figure24 : cas de pseudarthrose sur plaque vissée



Figure 25 : Cas de pseudarthrose avec démontage du matériel d'ostéosynthèse

Ces deux types de contraintes ont trois origines :

Le vissage qui provoque des contraintes longitudinales dans l'os au cours du serrage (figure 26), l'os qui est beaucoup plus élastique que la vis va se comprimer comme un ressort, ce qui exerce une contrainte permanente sur le filet de la vis tendant à chasser celle-ci vers le bas et à plaquer sa tête contre la plaque. La plus grande partie des contraintes dues au vissage épuisent en frottement entre la tête de vis et la plaque, si un serrage excessif entraîne une nécrose de la zone d'appui du filet osseux, le ressort sera étendu, les contraintes de vissage annulées et le blocage de la vis supprimé, celle-ci va alors se dévisser.

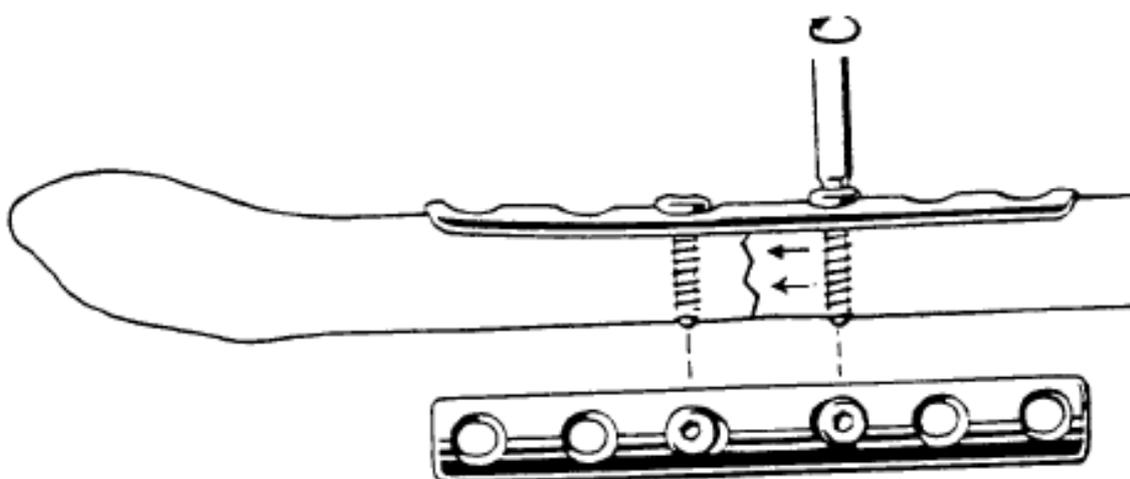
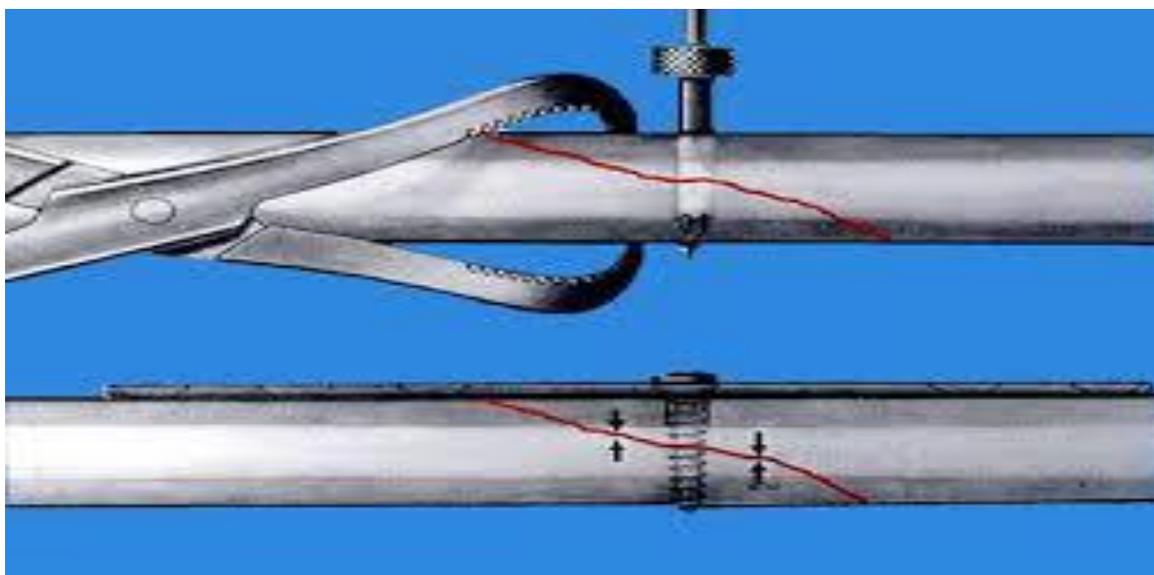


Figure 26 : Les contraintes sur l'ostéosynthèse par plaque vissée

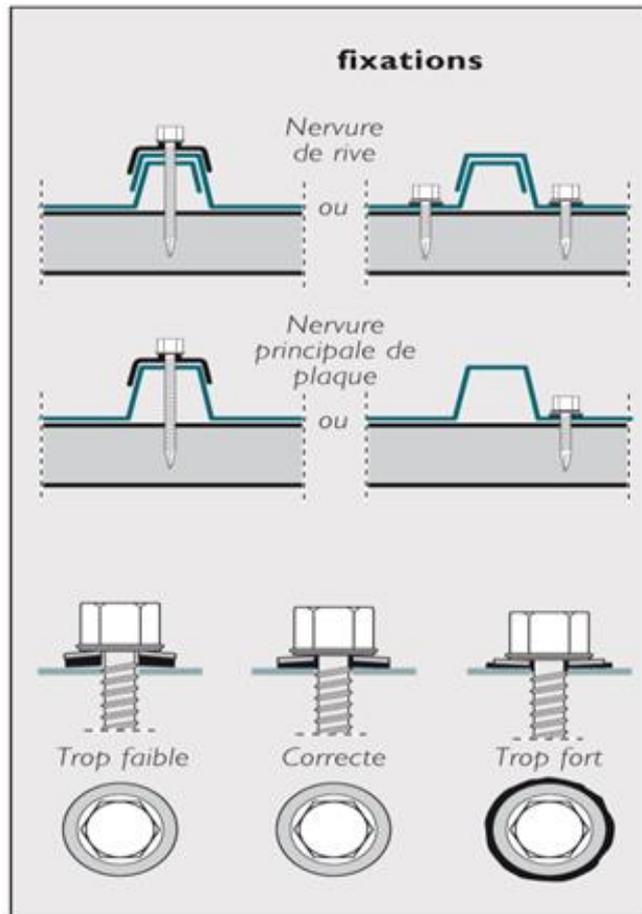


Figure 27 : Les contraintes de fixation par vissage

Les mouvements du membre provoquent soit des contraintes de cisaillement soit des contraintes longitudinales, ces dernières s'ajoutent à celles du vissage.

Si les contraintes dans l'os au contact de la vis se font dans le même sens que les contraintes de vissage, elles augmentent celles-ci ce qui entraîne une nécrose ou écrasement osseux, la vis peut alors s'arracher sans être dévissée, l'ostéoporose favorise ce phénomène.

Si les contraintes dans l'os au contact de la vis se font en sens inverse des contraintes de vissage, elles diminuent celles-ci et peuvent les annuler, la vis est alors débloquée.

La poursuite des événements va entraîner dès que la vis est débloquée un effet de matage, c'est-à-dire des petits mouvements verticaux qui écrasent l'os qui sont automatiquement transformés en rotation dans le sens du dévissage, la vis se dévisse et devient inefficace, c'est alors sa voisine qui

supporte les contraintes et va subir le même sort à moins qu'un plâtre ou que la consolidation osseuse arrêtent le processus.

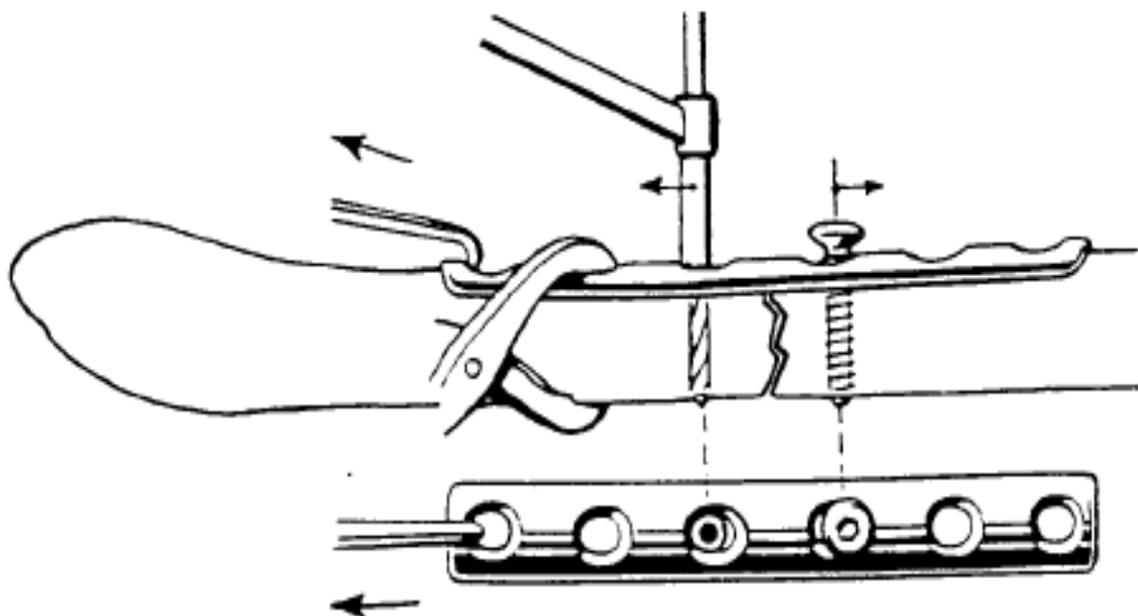


Figure 28 : Les contraintes de compression sur l'ostéosynthèse par plaque vissée.

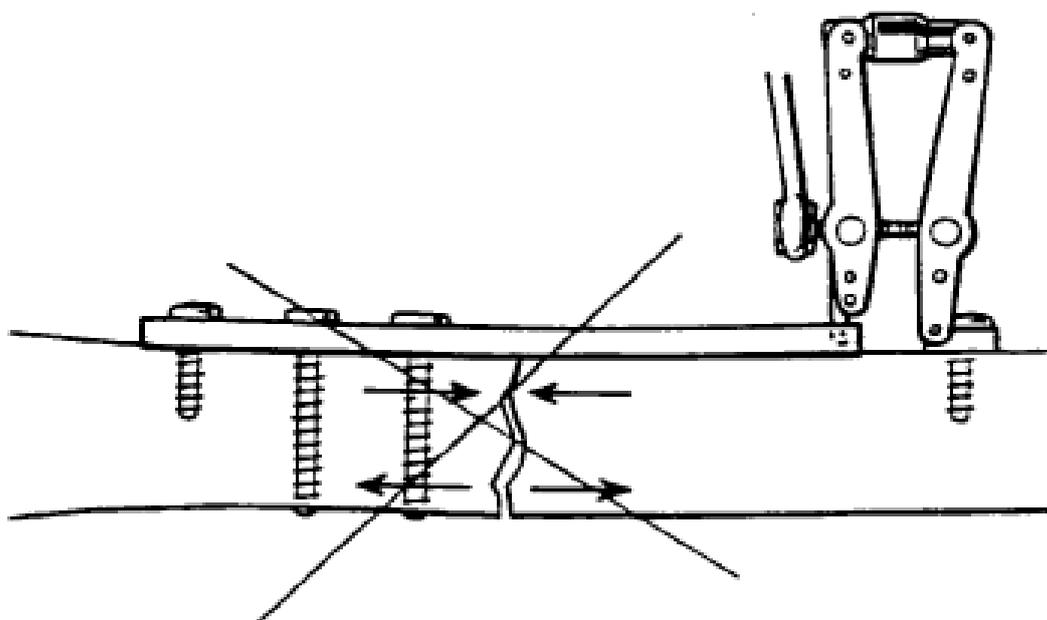


Figure 29 : Contraintes de cisaillement lors du vissage sur plaque.

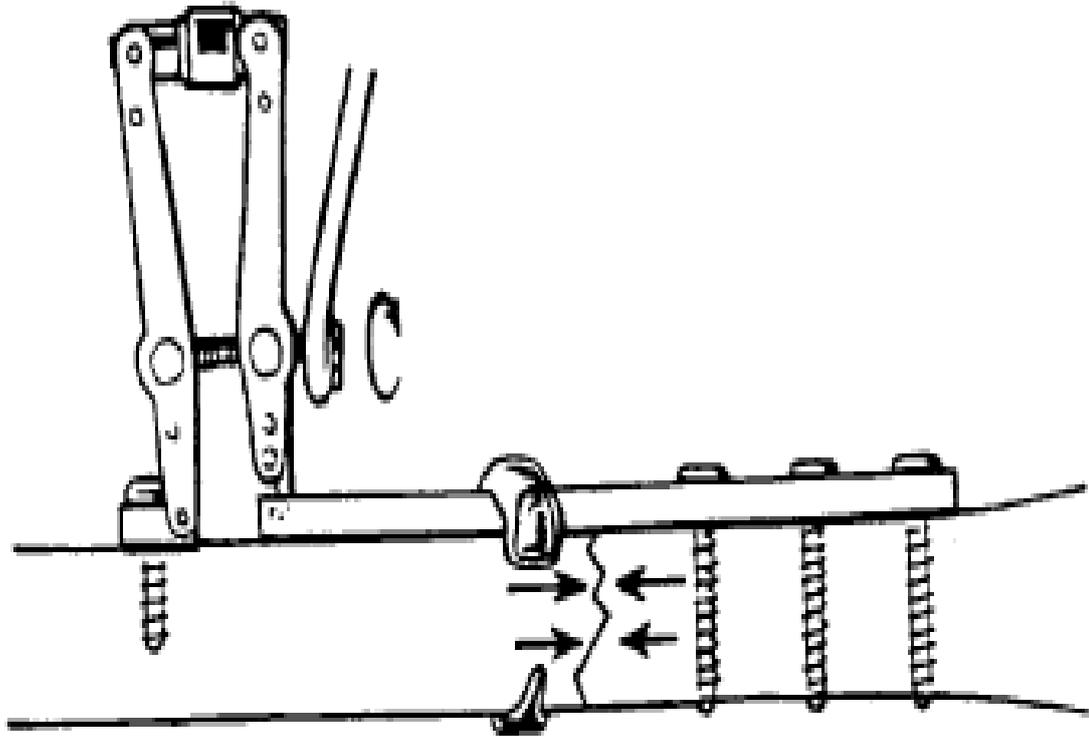


Figure 30 : Contraintes de compression lors du vissage sur plaque.

Les mesures nous ont montrés que les vis les plus sollicitées sont celles qui sont proches du foyer, il existe à ce niveau deux couples de forces intenses surtout lorsque le foyer est large.

Lorsque celui-ci est simplement impacté les contraintes de traction sont partiellement transformées en contraintes de cisaillement pour les mouvements du montage qui sont dans le sens opposé à la plaque, le risque de dévissage diminue.

Les vis des extrémités de la plaque sont très sollicitées en raison de la brutale discontinuité élastique entre l'os sain et l'os rigidifié par l'implant. L'amincissement des extrémités de la plaque c'est-à-dire la création d'une plaque à flexibilité variable diminue les contraintes de traction et leurs variations dans les vis des extrémités (figure 27,28 et 29).

Il existe deux couples de force : le premier d'intensité moyenne est placé sur les vis distales quelque soit l'état de l'os, dans le cas de plaques classiques, il disparaît quand on modifie le profil de la plaque, le deuxième groupe de

couples très intenses est situé dans le cas de foyers larges sur les vis proches du foyer de fracture, il est indépendant de la forme de la plaque et disparaît lorsque l'os est consolidé.

Les plaques :

Lors d'une ostéosynthèse par plaque le maintien de la stabilité initiale du montage est menacé par la mobilisation des vis (figure 30 et 31).

Il existe un procédé simple pour diminuer les contraintes de cisaillement supportées par les vis, la création d'aspérités sur la face osseuse des plaques, c'est le principe des plaques adhérentes.

Le coefficient de frottement entre une plaque banale et l'os est faible, sous l'action des mouvements du membre la plaque a tendance à glisser et à cisailer les vis.

Une plaque dont la face juxta-osseuse est rugueuse, c'est-à-dire recouverte d'aspérités, a en revanche un coefficient de frottement avec l'os est très élevé.

Les vis servent alors surtout à appliquer la plaque contre l'os, les mouvements transmis à la plaque par un fragment osseux sont transmis à l'autre fragment non seulement par les vis mais aussi par la totalité de la plaque (32,33 et 34).

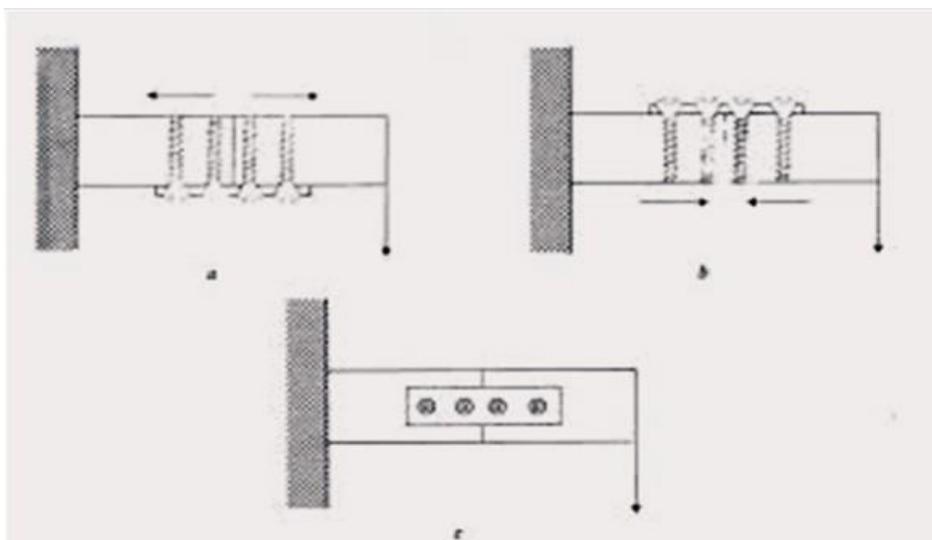


Figure 31 : Les contraintes osseuses sur plaque vissée.

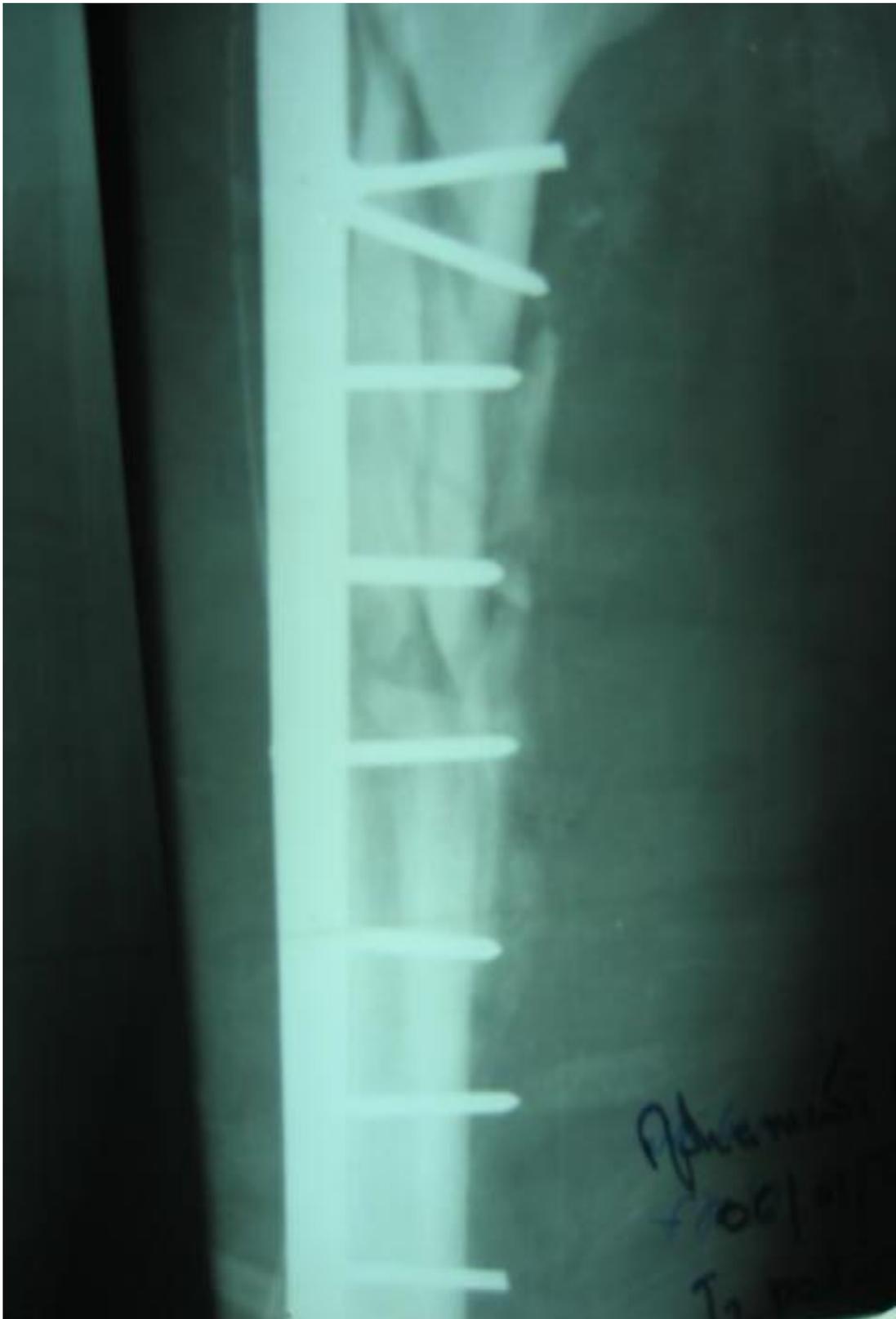


Figure 32 : Cas de pseudarthrose suppurée sur plaque vissée.



Figure 33 : Pseudarthrose hypertrophique avec fracture de la plaque.



Figure 34 : Cas de pseudarthrose avec démontage de la plaque vissée.

2. Ostéosynthèse par clou :

Lorsque l'ostéosynthèse par clou se fait à foyer fermé une stabilité absolue du foyer de fracture n'est plus indispensable, elle le devient à nouveau si le foyer a été ouvert ou lors des grandes communitions (figure 35, 36,37 et 38).



Figure 35 : Les différents procédés d'enclouage centromédullaire.

L'ancrage se fait essentiellement par appui du clou sur les corticales, le classique clou de Kuntscher est en fait très théorique, le clou ne prend appui qu'en certaines zones et bloque souvent très mal la rotation (figure 39).

De nombreux procédés ont été mis au point pour tenter d'améliorer son ancrage :

L'alésage augmente la qualité du coincement élastique transversal en augmentant la surface de contact clou-os, ce qui transforme le canal médullaire en forme de sablier en cylindre creux acceptant un clou de diamètre suffisant.

Les modifications de forme en particulier l'adoption des clous losangiques rainurés ou de clous fasciculés qui améliorent la tenue en rotation.

Le verrouillage qu'il s'agisse du simple verrouillage proximal par une plaque ergot de Geneste ou du verrouillage par vis transfixiantes aux deux extrémités du clou proposé par Grosse et Kempf doit assurer que ce dernier ne tourne plus dans l'os. Un effet important peut cependant entraîner une torsion du clou. Bonnel propose de modifier l'obliquité de la vis supérieure de verrouillage en l'orientant dans l'axe du col fémoral pour mieux répondre aux forces d'arrachement au niveau du fémur.

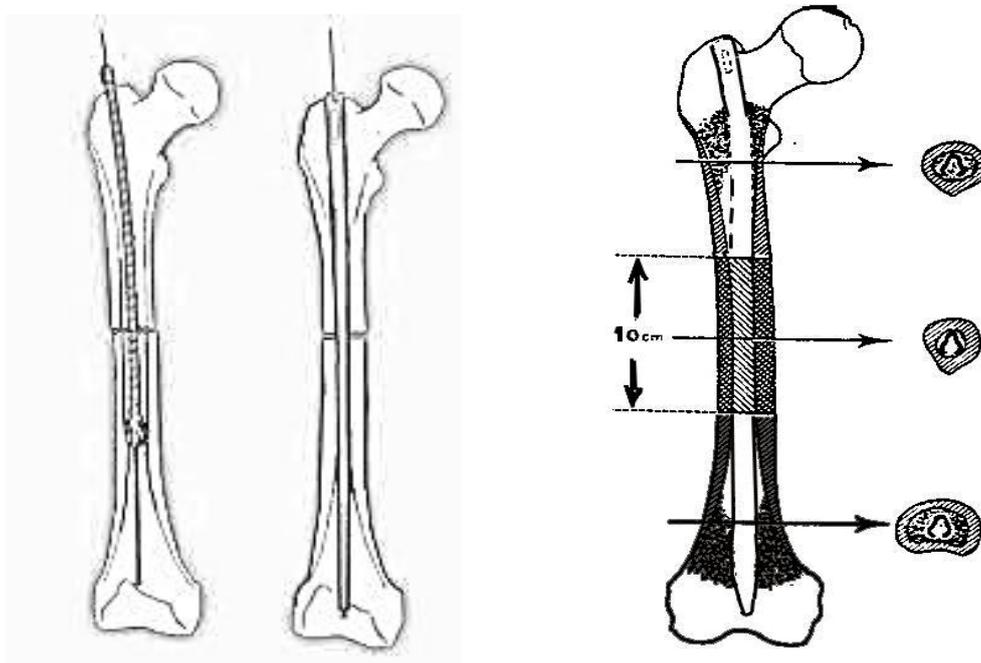


Figure 36 : L'enclouage centromédullaire du fémur avec alésage.

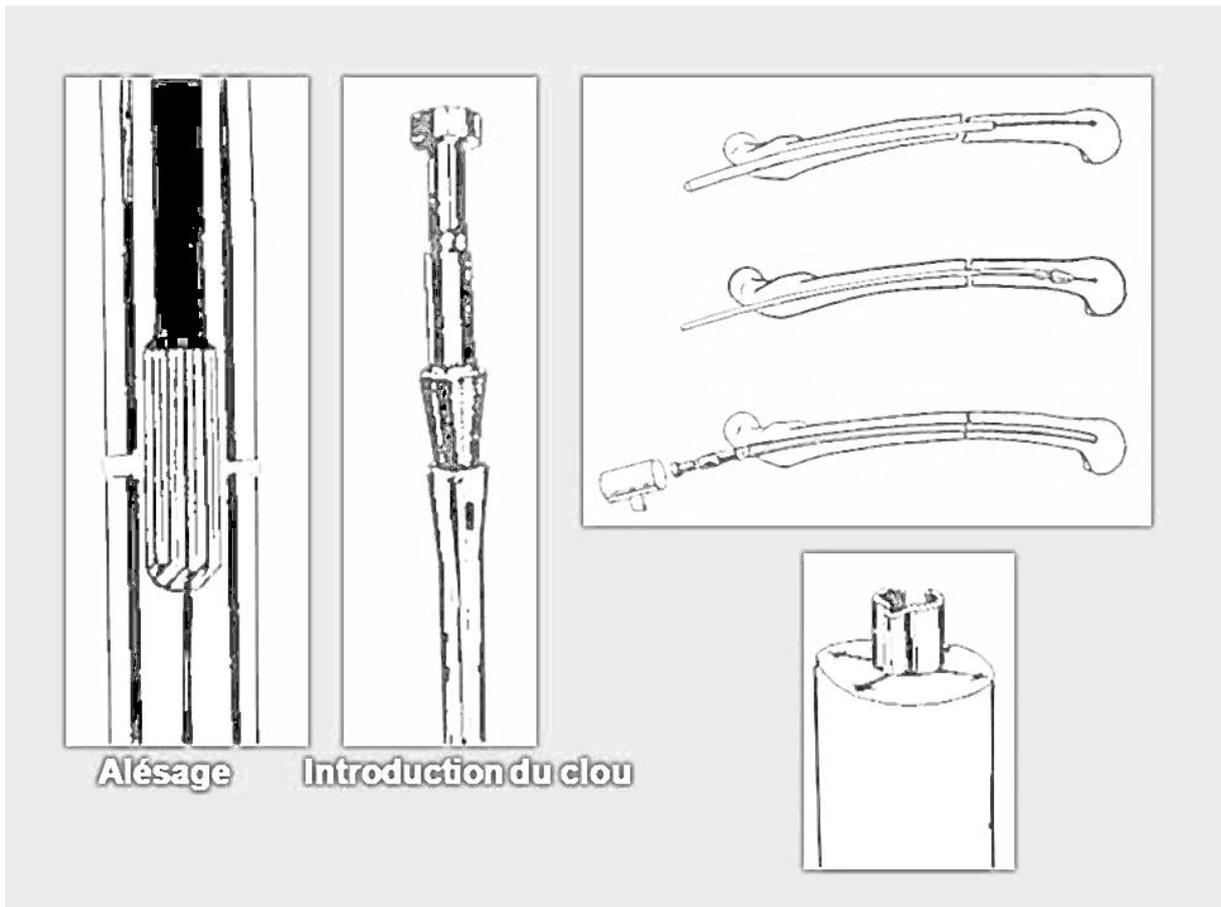


Figure 37 : Procédé d'alésage dans l'enclouage centromédullaire.

Si une seule extrémité du clou est verrouillée par une vis pour un fémur, le montage est dit dynamique, il évite la rotation et le contact fracturaire assure la stabilité longitudinale, la mise en charge est autorisée assurant la compression intermittente du foyer sans risque de déplacement : le montage est solide.

En revanche, si la perte de substance est importante, il faut alors éviter non seulement la rotation mais aussi le télescopage et verrouiller les deux extrémités, c'est un montage statique (figure 38 et 40), qui est stable mais non solide n'autorisant pas la remise en charge sous peine de risquer un bris de matériel, après un certain délai il est possible de dynamiser le montage qui autorise la compression inter fragmentaire et donc la corticalisation du cal.

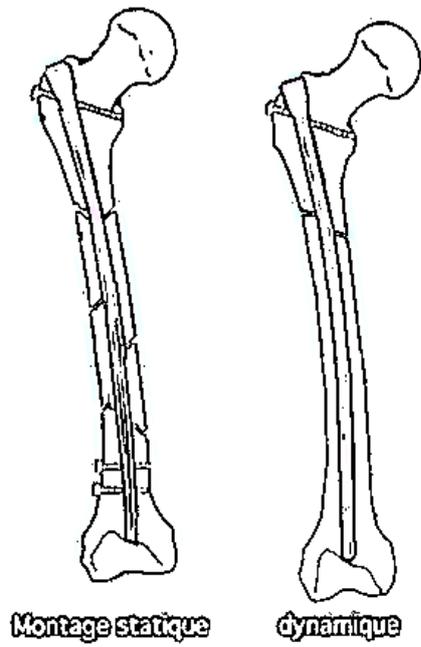


Figure 38 : Les différents types de montage dans l'enclouage verrouillé du fémur.



Figure 39 : Exemples de pseudarthrose du fémur sur enclouage.



Figure 40 : Exemple d'enclouage verrouillé sur pseudarthrose du fémur. (D'après leurat)

3. Les fixateurs externes :

Le principe est de reporter en dehors des téguments l'essentiel du matériel d'ostéosynthèse, des fiches ou des broches fixées dans les fragments osseux à travers les parties molles et qui seront solidarisiées par un support externe (figure 41 et 42).

Plusieurs dizaines d'appareils sont actuellement commercialisés, avec fiches de différent diamètre et dispositifs d'union différents.

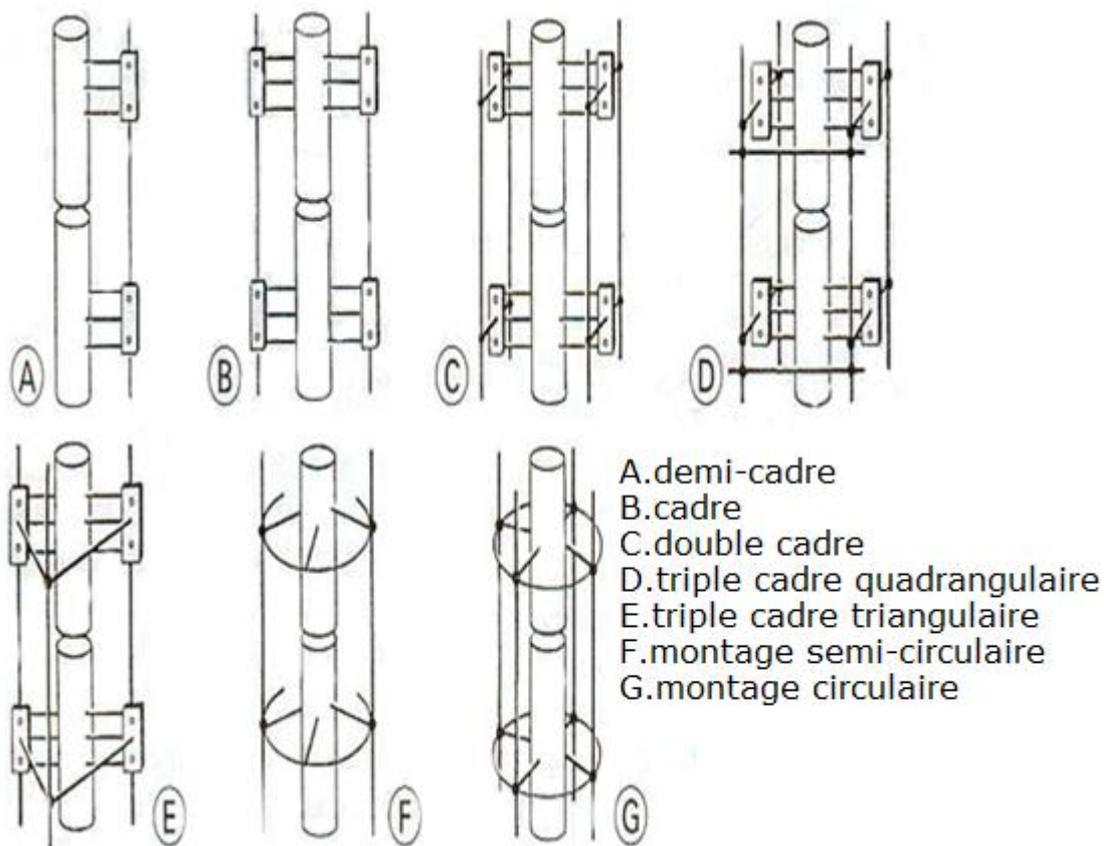


Figure 41 : Les différents montages de fixateurs externes.

Les fixateurs externes sont en règle générale utilisés à foyer ouvert, l'ostéosynthèse réalisée doit impérativement stabiliser celui-ci, donc en cas de perte de substance importante il faut limiter l'instabilité en augmentant au maximum la rigidité du montage (figure 44).

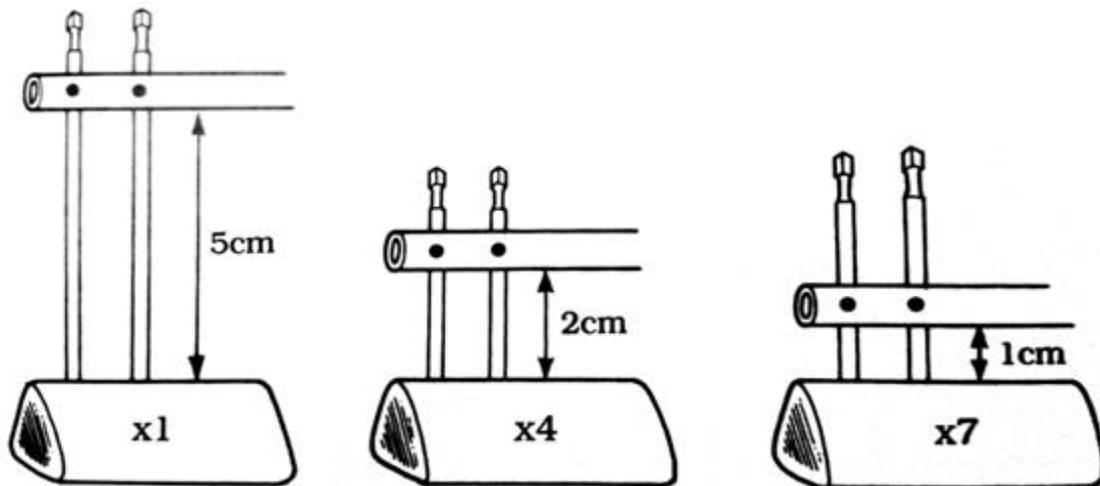


Figure 42 : Les principes du fixateur externe. Influence de la distance os-fixateur sur la stabilité.

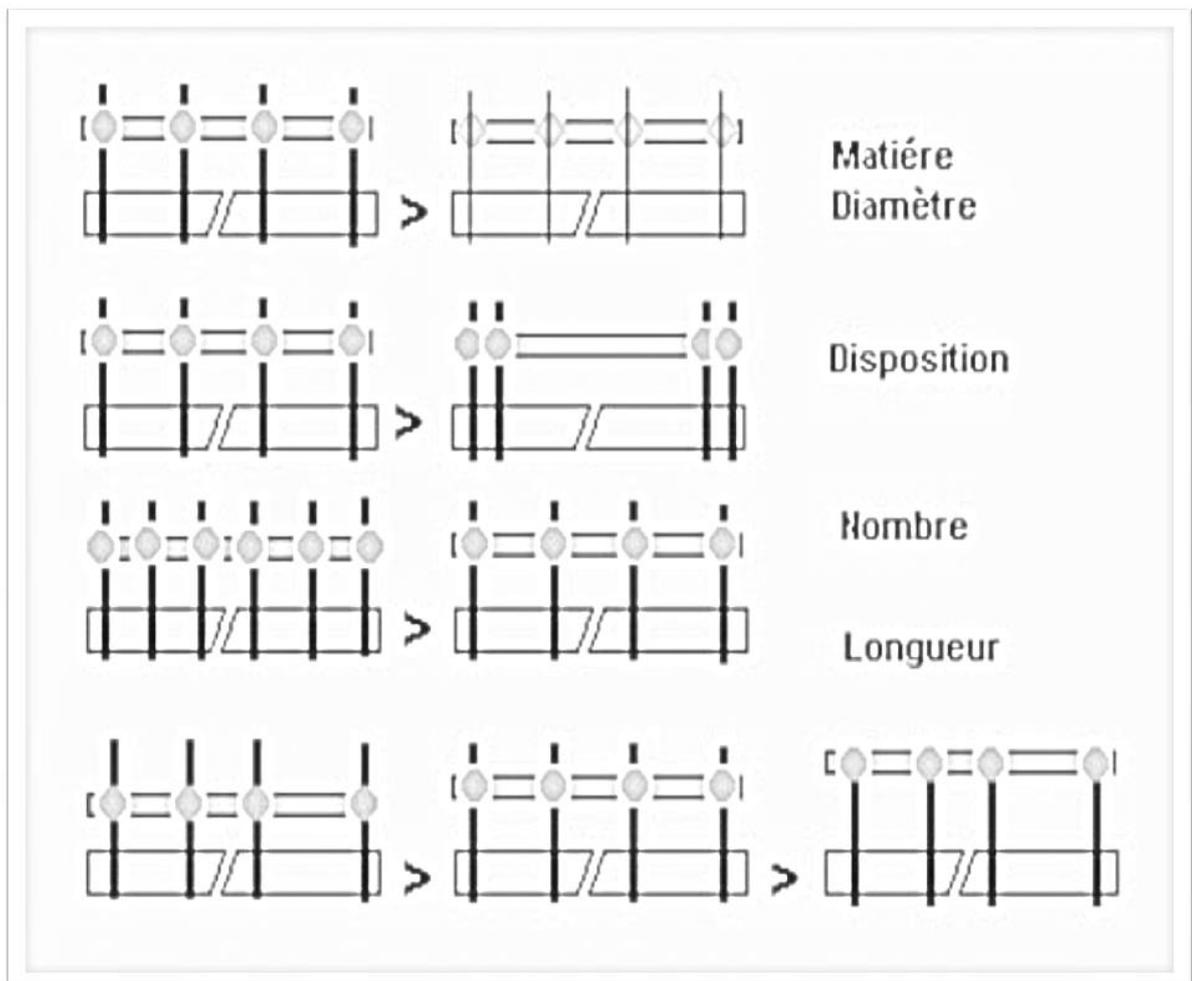


Figure 43 : Les principes de stabilité d'un fixateur externe.



Figure44 : Exemples de pseudarthrose septique du fémur stabilisée par fixateur externe.

Sur le plan biomécanique, certains principes de fixation externe diaphysaire permettent d'optimiser le montage (59 et 60) :

- On doit utiliser des portes fiches les plus larges possibles.
- On doit utiliser les fiches du plus gros diamètre possible, car en augmentant le diamètre de la fiche on diminue la mobilité focale. On est limité en pratique par le risque de fracture, la fragilisation doit être considérée comme intolérable dès que le diamètre de la fiche dépasse le $\frac{1}{4}$ du diamètre de la diaphyse (figure 43).
- La barre d'union doit être le plus proche possible de la diaphyse (figure 42). Plus la distance os-fixateur est petite plus la stabilité du montage est grande.

- Il faut mettre les fiches le plus proche du foyer de pseudarthrose.
- Le fixateur doit être monoplan.
- Au fémur, il doit être mis en postéroexterne.
- En fin, il ne doit pas transfixier les muscles.k

IV-La pseudarthrose infectée de la diaphyse fémorale :

A. Définition :

La pseudarthrose de la diaphyse fémorale se définit comme étant la non consolidation osseuse définitive au bout de six (06) mois de la diaphyse fémorale.

Entre 3 et 6 mois on parlera d'un retard de consolidation, ou la guérison peut encore survenir. En fait les délais définissant la pseudarthrose restent difficiles à définir. Un état infectieux est associé à cette pseudarthrose aggravant davantage la situation.

Parfois certaines fractures ouvertes, infectées d'emblée et qui ont un potentiel évolutif vers la pseudarthrose seront considérées comme telles puisqu'elles posent les mêmes indications thérapeutiques, et la conduite à tenir sera identique à celle d'une pseudarthrose infectée du fémur alors que les délais ne restent pas dans la définition classique.

C'est une des plus graves conséquences d'une lésion traumatique succédant le plus souvent à une ostéosynthèse, pour cela elle constitue un sujet toujours d'actualité et de débats en raison des difficultés de leur traitement. (11).

B.Ethiopathogenie :

1 –Physiopathologie :

La pseudarthrose est l'absence d'aboutissement du processus de consolidation d'une fracture à n'importe quelle étape. Ce dérèglement entrave la formation d'un véritable cal osseux unitif dans les délais habituels.

Ces pseudarthroses diaphysaires peuvent être classées en 2 types : les pseudarthroses hypertrophiques et celles atrophiques. Les premières sont secondaires à une instabilité du foyer de fracture, responsable d'un aspect en patte d'éléphant des extrémités osseuses.

Les secondes sont liées à une insuffisance de vascularisation ou d'ostéogénèse entraînant la formation d'un tissu fibreux comblant le foyer de fracture.

Cette insuffisance d'ostéogénèse peut être liée à des facteurs liés au traumatisme, au patient ou à une infection (61).

2- Les facteurs de risque de survenue de la pseudarthrose :

Les facteurs de risque de survenue d'une pseudarthrose suite à une infection sont divisés en facteurs généraux et facteurs locaux, l'infection figure parmi ces facteurs, elle est considérée comme un facteur de risque important. (15)

a-Facteurs de risque généraux :

a.1-Le Sexe :

Après l'âge de 55 ans, la femme est plus exposée que l'homme, cela est dû au fait qu'après la ménopause la femme a un taux d'œstrogène bas ce qui entrave la formation de cal osseux et la stimulation de l'anabolisme dans la genèse ducal.

a.2-L'âge :

Les jeunes adultes et les enfants ont une consolidation plus rapide que les vieux avec une capacité de remodelage importante.

a.3-Le régime alimentaire :

Il a un rôle important dans le métabolisme de la consolidation, ainsi plusieurs auteurs s'accordent à dire qu'un régime riche en protéines, calcium phosphore et vitamine D favorisent la consolidation osseuse, ceci est prouvé par des essais cliniques.

a.4-Le diabète :

Souvent associé à des retards de consolidation par ses complications vasculaires et neuropathiques, les patients bien équilibrés ont moins de risque.

a.5-L'ostéoporose :

Les patients ostéoporotiques perdent progressivement la trame osseuse, augmentant ainsi le risque de fractures, l'os ostéoporotique manque de capacités de régénération avec une structure altérée et une trame osseuse réduite et des ostéoblastes réduits.

a.6-Les masses musculaires :

L'atrophie musculaire est considérée comme un facteur de risque de pseudarthrose, vu son influence négative sur la consolidation.

a.7-Le tabagisme :

Il est statistiquement prouvé que le tabagisme augmente les délais de consolidation des fractures et cause même les pseudarthroses.

La nicotine empêche la prolifération cellulaire pendant le processus de consolidation osseuse, et altère la maturation des macrophages et fibroblastes agissant sur les ostéoblastes.

La nicotine est aussi un agent vasoconstricteur et provoque des altérateurs tissulaires vasculaires ainsi qu'une hypoxie et une ischémie.

a.8-L'alcool :

A doses excessives en post-traumatique, il devient un inhibiteur de la consolidation en empêchant la minéralisation et diminuant ainsi la stabilité mécanique de la fracture.

a.9-Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) :

Les AINS ont un effet retardant la consolidation osseuse surtout quand ils sont présents plus de quatre (04) semaines et juste en postopératoire immédiat comme antalgique.

Leur action est la diminution de l'activité ostéoblastique, ils inhibent la synthèse des prostaglandines causant le retard de consolidation.

b-Facteurs de risque locaux :

b-1-Les caractéristiques de la fracture :

Celles qui favorisent la survenue d'une pseudarthrose sont surtout :

- Les traumatismes à haute énergie,
- Les fractures complexes,
- Les pertes de substances osseuses importantes (contusion importante),
- Le déplacement initial important,
- L'écart inter fragmentaire.

b-2-L'ouverture cutanée

Avec évacuation de l'hématome fracturaire responsable d'une déplétion des éléments ostéo-compétents (médiateurs, cytokines, ostéoblastes), ceci en plus du risque de souillure et d'infection.

b-3 -Complication vasculaire :

Elle reste la plus redoutable aux conséquences néfastes.

b-4 -La qualité du premier traitement entrepris :

Elle est souvent déterminante surtout quand elle s'associe à :

- Un déperiostage important per-opératoire.
- Une ostéosynthèse par plaque vissée.

b-5 -La faute d'asepsie et les conditions de déroulement de la première intervention :

L'infection est un facteur de survenue d'une pseudarthrose septique. La faute d'asepsie du chirurgien et de son équipe représente aussi un facteur supplémentaire de survenue de cette pseudarthrose. Généralement il s'agit d'équipes chirurgicales mal entraînées, des interventions qui se prolongent dans le temps avec des manœuvres intempestives et des déperiostages exagérés.

C. Diagnostic d'une pseudarthrose suppurée du fémur :

Le diagnostic reste facile à poser. Il repose essentiellement sur la clinique et la radiologie.

Le diagnostic d'une pseudarthrose suppurée du fémur repose sur la présence d'écoulement purulent, d'abcès et de fébricule associé à une pseudarthrose dont il faut apprécier les caractéristiques radiologiquement (alignée ou pas, serrée ou lâche, armée ou pas, présence d'un démontage de matériel, atrophique ou hypertrophique, avec ou sans perte de substance osseuse). Les risques d'ostéites seront également notés à savoir les appositions périostées, zones d'ostéolyse, condensation des extrémités, séquestres osseux, pandiaphysite. Cette double complication pose des problèmes de prise en charge. Elle nécessite plusieurs reprises chirurgicales et plusieurs hospitalisations. Elle a des répercussions psychologiques pour le patient et son entourage et socio-économiques pour la société. (11).

Il repose sur :

1. L'interrogatoire qui précise :

- L'âge.
- Le sexe.
- Les antécédents du patient.
- L'histoire du traumatisme : en précisant :
 - La date du premier traumatisme.
 - Le type de fracture.
- Les complications en particulier l'ouverture cutanée (type selon Duparc - Cauchois et Gustillo)
- Les différents protocoles opératoires.
- Les séquences radiologiques (documents) en précisant les types d'interventions chirurgicales et matériels d'ostéosynthèse.
- Les études cyto bactériologiques et traitements reçus.

- Les facteurs de risque : régime alimentaire, diabète, ostéoporose, masses musculaires, tabagisme, alcool, anti-inflammatoires non stéroïdiens.
- Recherche de facteurs favorisants : traumatisme à haute énergie, fractures complexes, déplacement initial important, perte de substance osseuse importante, qualité du premier traitement.

2. L'examen clinique :

Sur le plan clinique la pseudarthrose infectée du fémur sera caractérisée par :

2. a-Des signes de pseudarthrose :

- L'utilisation de tuteur externe.
- Appui impossible
- Une mobilité du foyer de pseudarthrose.
- Une douleur à la mise en charge et à la mobilisation du fémur.

2. b-Des signes d'infection :



Figure 45 : Trajets fistuleux sur une voie d'abord externe.

Une augmentation de la chaleur locale,

- Les types de cicatrices chirurgicales.
- Une rougeur et augmentation de la chaleur locale.
- La présence de trajets fistuleux (fistules productives ou non)(figure 45).

3. Radiologie :

3. a-Radiologie standard :

Le bilan comportera les incidences du fémur :

- De face.
- De profil.
- Les 3/4 internes.
- Les 3/4 externes.

Les signes radiologiques qu'on recherche lors d'une pseudarthrose infectée du fémur sont :

3. a-1-Pour la pseudarthrose :

- Le siège de la pseudarthrose.
- La persistance de la solution de continuité avec selon des cas une perte de substance osseuse qu'on doit estimer (figures 39 et 46).
- L'état du matériel d'ostéosynthèse en place.
- Les caractéristiques de la pseudarthrose : atrophique, hypertrophique, cal débutant, cal insuffisant.

3. a-2-Pour l'infection :

- Présence de géodes.
- Appositions périostées.
- Zones d'ostéolyse.
- La présence de séquestres (figure 46).
- Pandiaphysite.

La surveillance radiologique se fait chaque mois pendant les 6 premiers mois, puis tous les 3 mois jusqu'à 2 ans puis chaque année.

3. b-Tomodensitométrie :

L'examen tomodensitométrique est demandé à la recherche de corpus ou des séquestres en particulier.

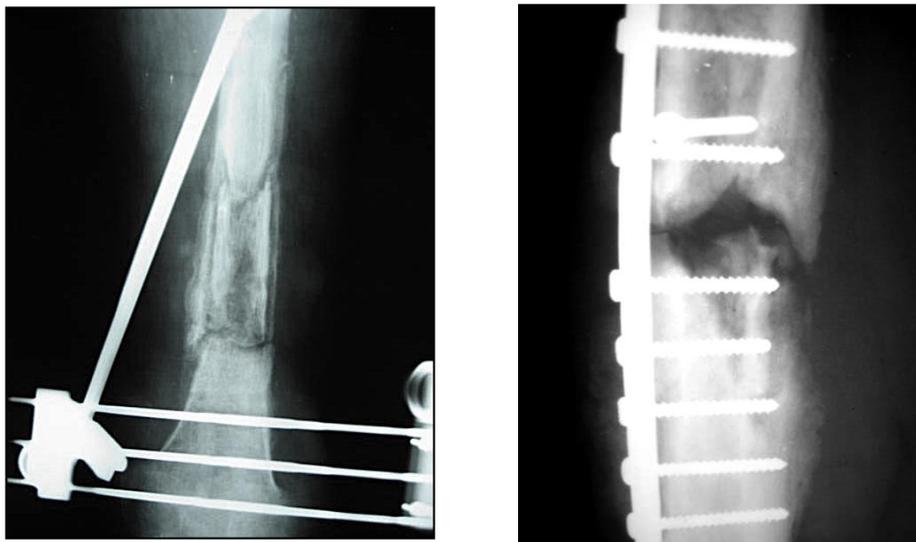


Figure 46 : Exemples de pseudarthrose avec séquestre et perte de substance osseuse.

4. Les classifications de la pseudarthrose :

Plusieurs classifications existent pour classer ces pseudarthroses ; mais elles ne tiennent pas compte de l'infection.

L'infection fémorale entrave l'apparition de la consolidation, sur la majorité des cas celle-ci va nuire à la consolidation (figures 47 et 48) (15).

Les décollements infectieux, les interventions de nettoyage, la nécrose osseuse d'origine infectieuse vont dans le même sens, celui de la non consolidation.

De même, plusieurs études dont celle de Milan (15) sur les facteurs de risque de survenu d'une pseudarthrose suite à une fracture ou l'infection figure parmi ces facteurs locaux et considérée comme un facteur de risque important.

Ces classifications concernent les caractéristiques de la pseudarthrose.

4. a- Classification de l'équipe grecque MegasPanagiotis

Les auteurs de cette classification scindent la pseudarthrose en général en (12):

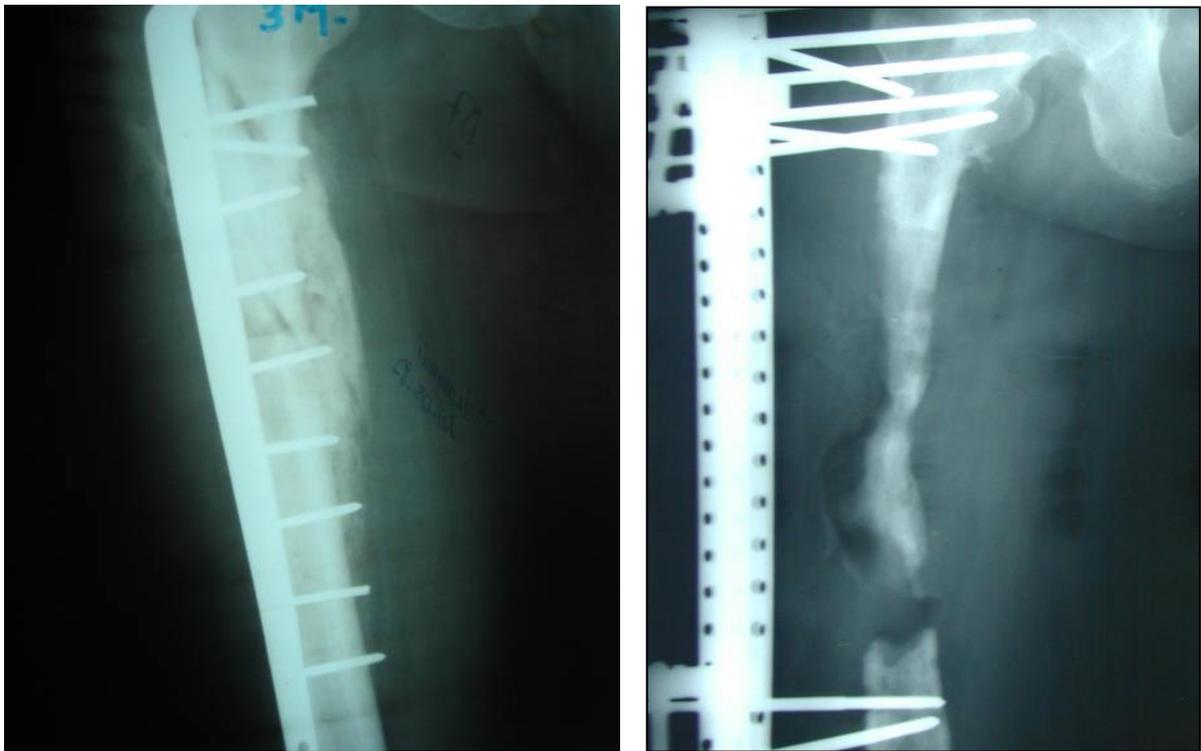
- ⇒ Pseudarthrose hypertrophique en patte d'éléphant, hyper vasculaire, viable qui fait suite généralement à une stabilisation inadéquate ou insuffisante de la fracture avec une bonne suppléance ; favorable à la formation d'un cal osseux. A la radiologie on note une hypertrophie en pattes d'éléphant avec hypertrophie des berges fracturaires.
- ⇒ Pseudarthrose atrophique avec sclérose, non viable avec une vascularisation pauvre pour la formation de cellules osseuses donc une repousse pauvre pour la formation d'un cal. Radiologiquement il s'agit d'une pseudarthrose atrophique avec un petit cal autour de la fibrose.

4. b-Classification de l'A.O

L'AO classe en deux types les pseudarthroses : le premier avec ou sans perte de substance osseuse ou avec fragment dévascularisé suite au traumatisme ou à l'acte chirurgical, et le second représenté par les pseudarthroses avec mobilité fracturaire persistante (pseudarthrose lâche en opposé à celle serrée).

4. c-Classification de Chi-Chian et wen-Jer

Chi-chian et wen-jeu suggèrent d'appeler les pseudarthroses avec fixation stable des pseudarthroses atrophiques avasculaires, et les pseudarthroses avec fixation instable des pseudarthroses hypertrophiques hypervasculaires. (13).



(a)

(b)

Figure 47 : Exemple de pseudarthrose du fémur sans perte de substance (a) et avec grande perte de substance(b).

4. d-Classification d'ASAMI : (ASAMI : association pour l'étude de la méthode d'Ilizarov)

Elle comprend 2 volets : Une évaluation des résultats cliniques, basée sur les critères osseux et une évaluation fonctionnelle.

Ces critères sont basés sur la consolidation ou non, l'absence d'infection ou sa persistance ainsi que l'inégalité de longueur des membres supérieure ou inférieure à 2,5cm. Les patients seront répartis en 4 groupes :

- Très bons : consolidation, absence d'infection, déformation $<7^\circ$, inégalité de longueur $<2,5\text{cm}$.
- Bons : consolidation+2 éléments suivants : absence d'infection, déformation $<7^\circ$, inégalité de longueur des membres inférieures $<2,5\text{cm}$.
- Moyens : consolidation+ un élément des options suivantes : absence d'infection, déformation $<7^\circ$, inégalité de longueur des membres inférieures $<2,5\text{cm}$.

- Mauvais : absence de consolidation ou refracture, infection, déformation $> 7^\circ$ inégalité de longueur des membres supérieure $> 2,5\text{cm}$.

De même, pour l'évaluation des résultats fonctionnels les patients seront classés en fonction des critères de la classification fonctionnelle d'ASAMI qui comprend 5 items :

- Excellent : Actif, raideur (perte de $< 15^\circ$ genou tendu/ $< 15^\circ$ cheville fléchie), douleur insignifiante.
- Bon : Actif, + 1 ou 2 critères suivants : raideur, douleur significative.
- Passable : Actif, + tous les critères suivants : raideur, douleur significative.
- Mauvais : Inactif (incapacité d'assurer les activités quotidiennes).
- Echec : Amputation.



Figure 48 : Exemple de pseudarthrose suppurée.

5. Le bilan biologique (16) :

Il comportera :

- Une formule de numération sanguine (FNS) ou on recherchera une hyperleucocytose et/ou une anémie.
- Une urée sanguine, une créatinémie sanguine.
- Un taux de prothrombine(TP).
- Une Vitesse de sédimentation (VS).
- Une C-réactive protéine(CRP). (17). Elle doit être chiffrée pour permettre un suivi objectif (marqueurs biologique de l'infection).

6. Le diagnostic bactériologique :

Etape indispensable pour instituer un traitement antibiotique adapté.

Le prélèvement doit être effectué par le médecin en absence de toute antibiothérapie pendant une semaine, au moins cinq prélèvements profonds. (18). Ces prélèvements sont effectués lors du geste chirurgical d'excision.

L'interprétation des résultats repose sur la possibilité de plusieurs prélèvements profonds avec le ou les mêmes germes.

Les prélèvements superficiels n'ont qu'une valeur d'orientation en raison de la présence de germes saprophytes cutanés à type d'actinomycies.

L'examen bactériologique se termine par l'étude de la sensibilité aux antibiotiques (antibiogramme).

Un certain nombre d'antibiotiques doivent être systématiquement testés sur les bactéries isolées.

L'antibiogramme permet de choisir des molécules actives in-vitro.

On peut aussi étudier le pouvoir bactéricide des associations antibiotiques :

Réalisé avec des bactéries cultivées en 24 heures, chaque antibiotique a une activité antibactérienne spécifique qui s'exprime en :

- CMI (concentration minima inhibitrice) : qui représente la plus petite concentration qui inhibe la multiplication (bactériostase) d'un nombre connu de bactéries, en particulier 100 000 bactéries par millimètre, mais qui ne le tue pas.

- CMB (concentration minima bactéricide) : qui est la plus petite concentration bactéricide laissant moins de 0.01% de bactéries vivantes cultivées pendant 24 heures en présence de l'antibiotique (19).

Les études CMI et CMB permettent de déterminer la posologie des antibiotiques à administrer, un antibiotique est dit bactéricide lorsque sa CMB est proche de sa CMI.

V-Historique :

Dans les années quarante, l'éradication de l'infection était obtenue par des opérations itératives allant du simple curetage à la saucérisation, associées à la stricte immobilisation plâtrée(14).

On s'efforçait d'obtenir la consolidation par de multiples procédés combinant greffe osseuse et matériel d'ostéosynthèse interne. Les échecs d'une telle approche étaient nombreux et pouvaient se produire à toutes les étapes du traitement par la reprise de l'infection. La cause principale d'échec était la reprise de la suppuration dont le risque était majoré par le fait que l'intervention visant à obtenir la consolidation traversait les tissus cicatriciels et faisait appel à des matériels métalliques (14).

Au début des années 1970 une nouvelle stratégie vit le jour sous l'impulsion des travaux de Burri repris par Papineau et diffusés en France par Roy Camille. Le principe de la greffe spongieuse à ciel ouvert, encore utilisée de nos jours, permet d'obtenir, de façon concomitante, l'éradication de l'infection et la consolidation, le recouvrement se faisant par granulation et greffe cutanée.

Les années 1980 virent l'essor foudroyant d'une stratégie complexe et originale que son auteur, Ilizarov, avait mise en œuvre dès 1950 .Dans la conception d'Ilizarov aucune des trois difficultés qui composent la pseudarthrose infectée n'est abordée de façon frontale. Fondée sur l'absence d'abord chirurgical du foyer et sur un gain en trophicité du membre obtenu par un intéressant mélange de concepts mécaniques et biologiques, la

technique d'Ilizarov permet d'obtenir simultanément, selon son auteur, le tarissement des fistules et la consolidation du foyer(14).

Par la suite, il y a eu l'apparition des transferts osseux vascularisés libres, en particulier la fibula (taylor 1975).

Cet arsenal s'est enrichi par la méthode de Masquelet qu'on peut utiliser avec différents matériels d'ostéosynthèse.

VI-Traitement de la pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale :

Le traitement de la pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale doit répondre à des objectifs quelque soit les méthodes utilisées :

- La lutte contre l'infection (l'assèchement) avec deux volets : médical et chirurgical (excision).
- La stabilisation du foyer de pseudarthrose qui se fait par différents moyens de fixation externe ou par un tuteur interne.
- La consolidation osseuse qui fait appel à un apport biologique et dernièrement aux ostéo-inducteurs qui sont à l'étape d'essais cliniques très avancée.

La couverture cutanée et des parties molles ne pose pas généralement de problèmes au niveau du fémur vu l'importance de la couverture musculaire que bénéficie ce dernier.

L'amputation reste le dernier moyen thérapeutique signant l'échec du traitement. Cette sanction est heureusement en nette régression ces dernières années grâce aux progrès techniques dans la prise en charge de ces malades. La prise en charge des malades ne doit pas occulter l'aspect psychologique du malade dont souvent le traitement est long et astreignant pour lui et son entourage. Il y a toujours une répercussion socioprofessionnelle importante et un cout élevé de la prise en charge. (11)

A. Lutte contre l'infection :

1. Assèchement chirurgical :

L'assèchement chirurgical consiste en un nettoyage du foyer de pseudarthrose. Une séquestrectomie est souvent associée. Après abord par voie externe en décortication et ablation du matériel s'il y a lieu, une résection des trajets fistuleux s'impose après épreuve au bleu de méthylène. On associe une résection des chambres de rétention : véritable résection des parties molles : muscles, aponévroses, tissus cellulaires sous cutanés, peau. Il s'agit d'une résection « carcinologique » connue sous le terme francophone d'excision et débridement chez les anglo-saxons. La résection osseuse concernera l'os nécrotique sec jusqu'au tissu sain, en cas de poursuite des phénomènes infectieux on renouvellera l'excision. (20).

2. Assèchement médical :

L'antibiothérapie a progressé ces dernières années de manière considérable. Le traitement de l'infection osseuse posait toujours des difficultés. Les raisons en sont la mauvaise diffusion des antibiotiques qui est ralentie en cas de nécroses osseuses ou la présence de séquestres ; la présence de matériel d'ostéosynthèse qui attire par des mécanismes physicochimiques les bactéries qui vont adhérer à sa surface et fabriquer du glycocalyx qui les unit entre elles accentuant l'adhérence ; l'apparition de souches multi résistantes de bactéries . Le choix judicieux de l'antibiotique en fonction du germe, du malade et du site infecté. (11).

Norden a montré que la stérilisation de l'os infecté dépendait de : la molécule utilisée ; des posologies administrées ; de la durée du traitement (28j>14j) ; et des choix des associations sachant que la bithérapie est très efficace. (17)

3. Les bases de l'antibiothérapie :

L'antibiothérapie doit être adaptée aux bactéries responsables de l'infection et au malade. Son but est de stériliser les tissus vivants infectés, de protéger la revascularisation de l'os capable de l'être, et d'éviter la récurrence infectieuse.

L'antibiothérapie est administrée par voie systémique mais aussi de manière locale par certains auteurs (la gentamycine est utilisée avec les différentes greffes pour permettre une diffusion locale).

L'administration d'antibiothérapie doit-être double par voie systémique pendant 21 jours, puis on prend le relais en per-os en monothérapie jusqu'à guérison complète de l'infection. Cette durée peut aller jusqu'à 3-4 mois.

Une étude allemande [49] décrit en 2014 la méthode de mélange de matériel ou de greffe osseuse avec des antibiotiques dont le Gentamycine, la Vancomycine et la Tobramycine et démontre l'existence d'une cinétique de libération cliniquement pertinente, une activité antimicrobienne et non cytotoxique.

Cette étude a pris des antibiotiques mélangés avec la greffe osseuse ou du matériel et arrive à la conclusion que c'est un moyen efficace et élégant qui prévient les infections associées.

Les concentrations sériques doivent être élevées, pendant des mois prolongés, avec surveillance clinique et biologique appropriée à chaque antibiotique. Il est préférable d'isoler les germes avant l'intervention pour qu'une antibiothérapie ciblée soit administrée au bloc opératoire (11).

A défaut, une association à large spectre est administrée, elle sera rectifiée par la suite en fonction du germe(s) isolé(s) et de l'antibiogramme. L'antibiothérapie par voie orale est constante comme relais du traitement intraveineux dont la durée peut atteindre les trois mois.

4. La surveillance biologique :

Elle est basée sur la FNS, le taux des plaquettes, la fonction rénale et hépatique qui doivent être contrôlés régulièrement, même en ambulatoire.

La CRP et VS sont utilisées pour suivre l'infection ostéo-articulaire.

5. L'efficacité du traitement :

Elle est liée à la rapidité de l'initiation du traitement antibiotique, mais surtout à la qualité du geste chirurgical associé (ablation du matériel infecté,

mise à plat des fistules et excision). Il peut toujours exister des rechutes malgré une association prolongée.

6. Cas des billes de gentamycine :

Son efficacité dans le traitement de l'ostéite chronique n'a pu être démontrée malgré les multitudes des essais cliniques, de même que le ciment mélangé aux antibiotiques qui n'a pas donné les satisfactions attendues. (21 ; 22).

7. La prévention d'infection dans les greffes spongieuses :

La gentamycine est mélangée avec la greffe osseuse comme antibiothérapie préventive qui donne satisfaction malgré le peu d'études randomisées (11). Cependant l'étude allemande publiée par N.Bormann qui décrit la méthode de mélange du matériel ou greffe osseuse avec des antibiotiques (figure 49) a conclu à de bons résultats. Il a testé la gentamycine (ainsi que la Vancomycine et la tobramycine) déjà citée dans le chapitre des bases de l'antibiothérapie. Il a démontré l'existence d'une cinétique de libération cliniquement pertinente et une activité antimicrobienne et non cytotoxique. Cette étude a conclu que c'est un moyen efficace de prévention des infections(49).



Figure49 : Allogreffe spongieuse (tête de banque).

B-Stabilisation du foyer de pseudarthrose :

Dans le traitement des pseudarthroses suppurées du fémur, il est très difficile d'obtenir à la fois la consolidation et l'assèchement. On est souvent obligé d'enlever le matériel d'ostéosynthèse initial en particulier quand il s'agit d'une plaque vissée et de la remplacer par un autre moyen de stabilisation qui est le fixateur externe quelque soit le type. Cette stabilisation peut faire partie de plusieurs techniques et stratégies thérapeutiques, elle représente la première étape vers la consolidation d'où l'importance capitale de sa fiabilité sur le plan mécanique sans aboutir à des montages trop complexes. (11).

La fixation externe au début représente l'indication de choix surtout si l'infection persiste, elle offre une rigidité efficace à visée septique mais elle a des limites au fur et à mesure que la durée s'allonge. Ces limites sont l'absence de stimulation ostéogénique, la raideur du genou, la transfixation musculaire très douloureuse, la grande probabilité de fracture itérative vu le cal insuffisant ainsi que l'altération de l'état psychologique du patient. (11).

Certains auteurs préconisent au début des signes infectieux une révision précoce avec excision carcinologique et changement de la plaque vissée en un temps. Ils associent une antibiothérapie générale et locale ainsi qu'un supplément de greffe osseuse avec de bons résultats confirmés par une série de 13 patients traités au service de chirurgie orthopédique à New York-USA par Presarum (23).

C- Les différents types de fixateurs externes (figures 50 et 51) :

Le fixateur externe est un moyen d'ostéosynthèse à distance de l'os et des parties molles. Plusieurs types de fixateurs externes existent, avec les progrès au fil du temps et même certains fixateurs externes ne se contentent pas du rôle de stabilisation mais ont aussi un intérêt pour la consolidation osseuse. (24).

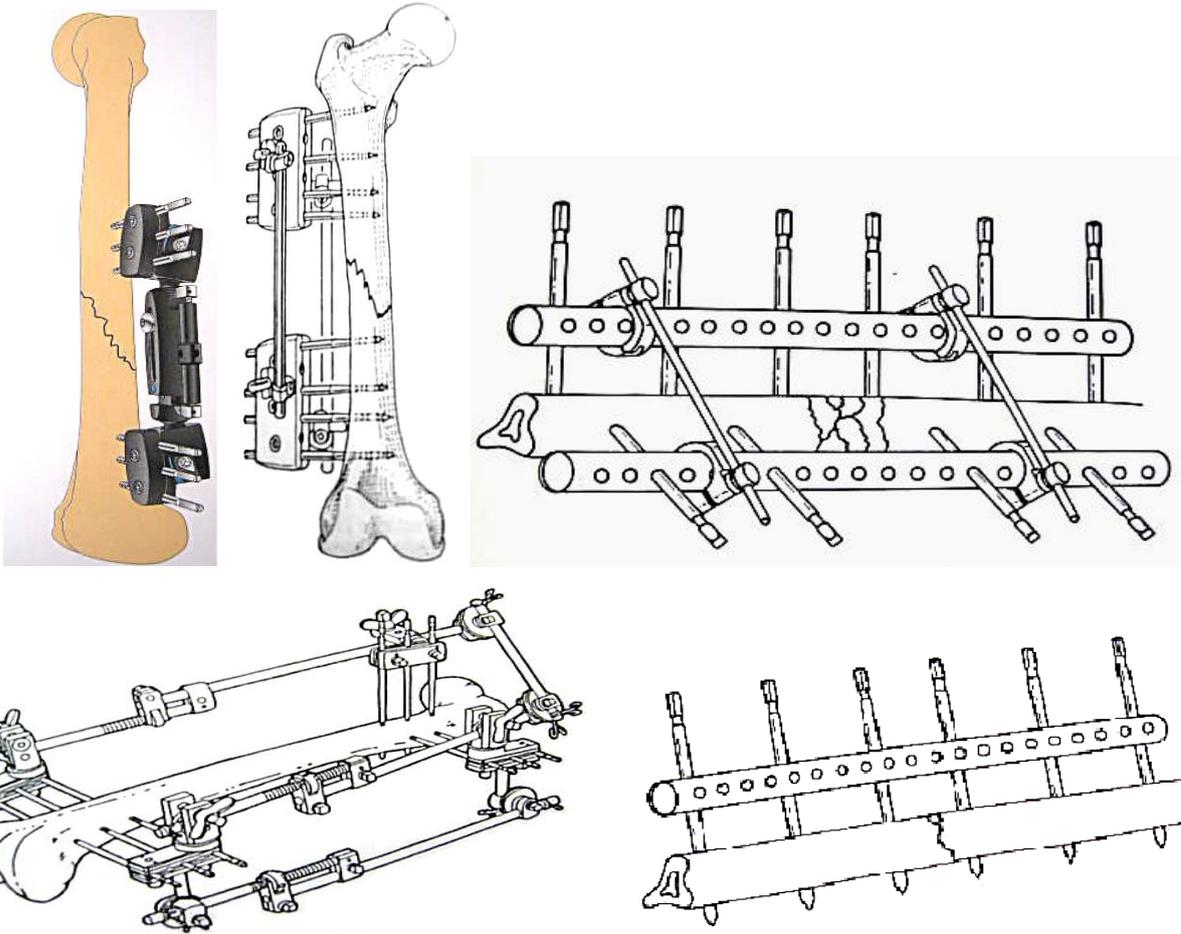


Figure 50 : Exemples de fixateurs externes.

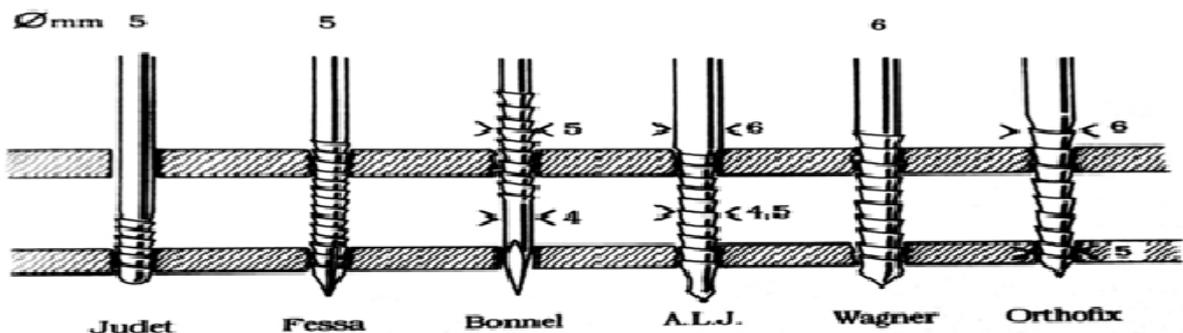


Figure 51 : Diamètre de différents types de fiches

Il existe deux grandes familles de fixateur externe :

-Les modèles à 2 composantes : n'assurant pas l'ostéotaxis, leur mise en place nécessite une réduction préalable avec ouverture du foyer.

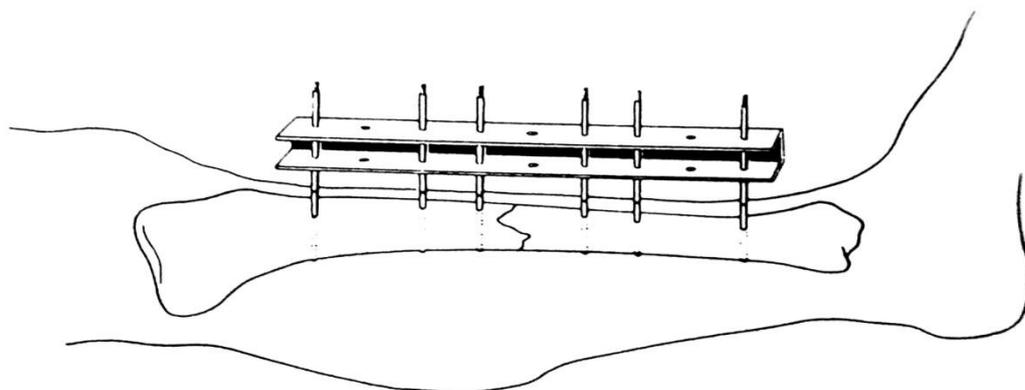
-Les modèles à 3 composantes : assurant l'ostéotaxis, et peuvent être utilisés à foyer fermé.

A côté de ces deux familles de fixateur existent des fixateurs particuliers.

C-I Fixateurs externes à 2 composantes :

C-I-1 Fixateur de Judet :

Il a apporté une amélioration de la stabilité du moyen de synthèse par compression inter-fragmentaire et augmentation du nombre de pièces de fixation (figure 52) (24).



-Le fixateur de Judet-

Figure 52 : Fixateur de Judet.

C-I-2 Fixateur de CHARNLEY :

C'est un appareil un peu ancien qui ne s'utilise que monte en cadre. Les fiches sont remplacées par des clous de STEINMAN.

Le tuteur externe se termine par une partie filetée qui permet d'obtenir une compression grâce à des papillons ou à des écrous molletés.

Il n'est plus pratiquement utilisé que pour fixer certaines arthrodèses en milieu septique (Genou-cheville).

C-I-3 Le fixateur des services de santé des armées : FESSA :

Il est simple et robuste, utilisé dans les situations d'urgence et de catastrophe et pendant les guerres.

Il assure une contention stable mais après réduction même approximative, c'est un fixateur tout à fait original, de pose rapide, conçu pour une chirurgie de guerre avec afflux massif de blessés, indiqué dans le traitement des pseudarthroses suppurées des os longs (24).

C-I-3-a Modèle simple :

Il est composé d'un tube cylindrique de 18mm de diamètre percé dans deux plans perpendiculaires d'orifices, de fiches de 5mm de diamètre à filetage continu, autotarodeuses mises en place après forage préalable à la mèche et un système de blocage par vis à fond plat introduites dans les trous perpendiculaires aux fiches (figure 53 et 54).

L'introduction des fiches se fait après méchage de 4mm avec un guide protecteur d'un perforateur a amené jusqu'au contact de l'os.

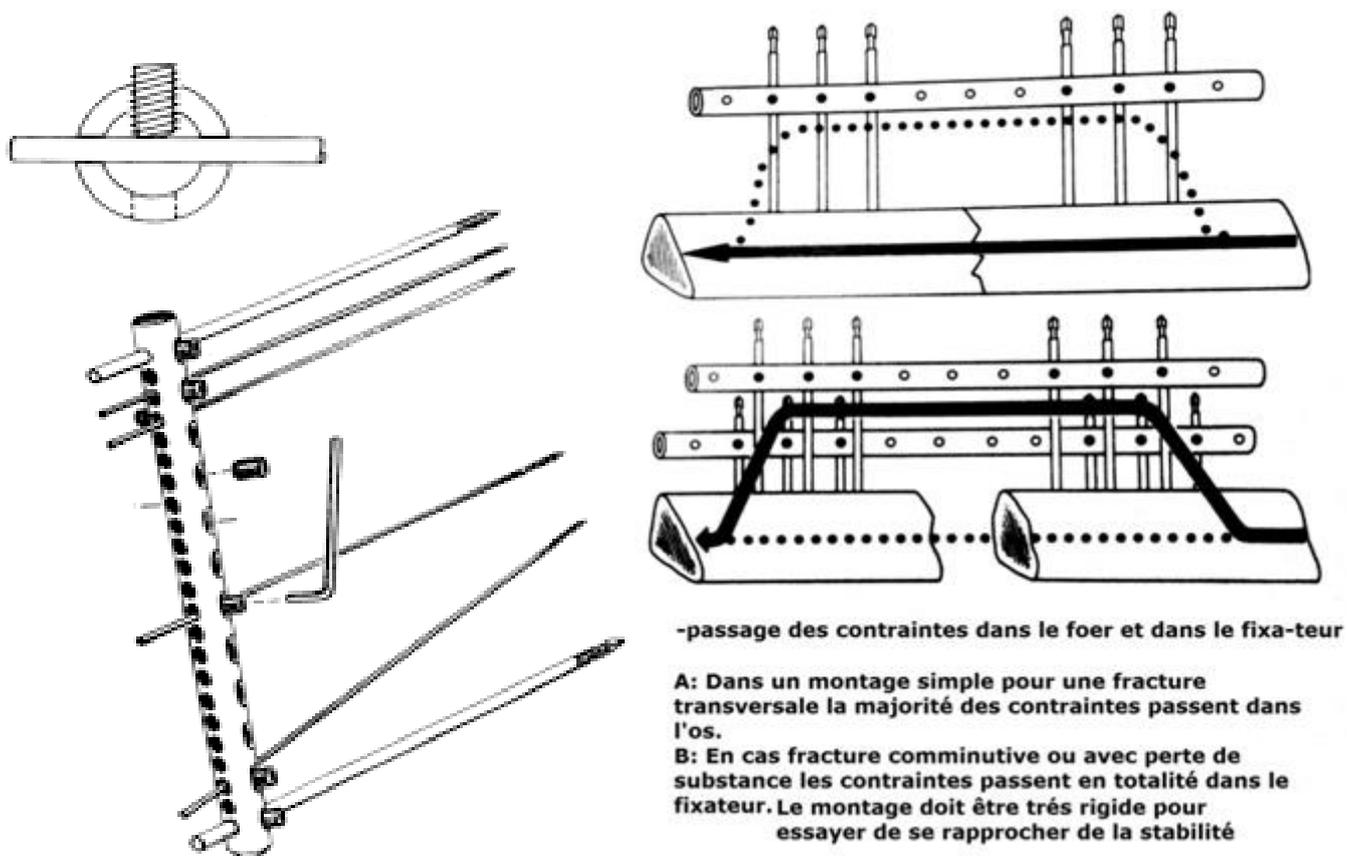


Figure 53 : Le Fixateur Fessa.



Figure 54 a : Exemple de fixateur Fessa.

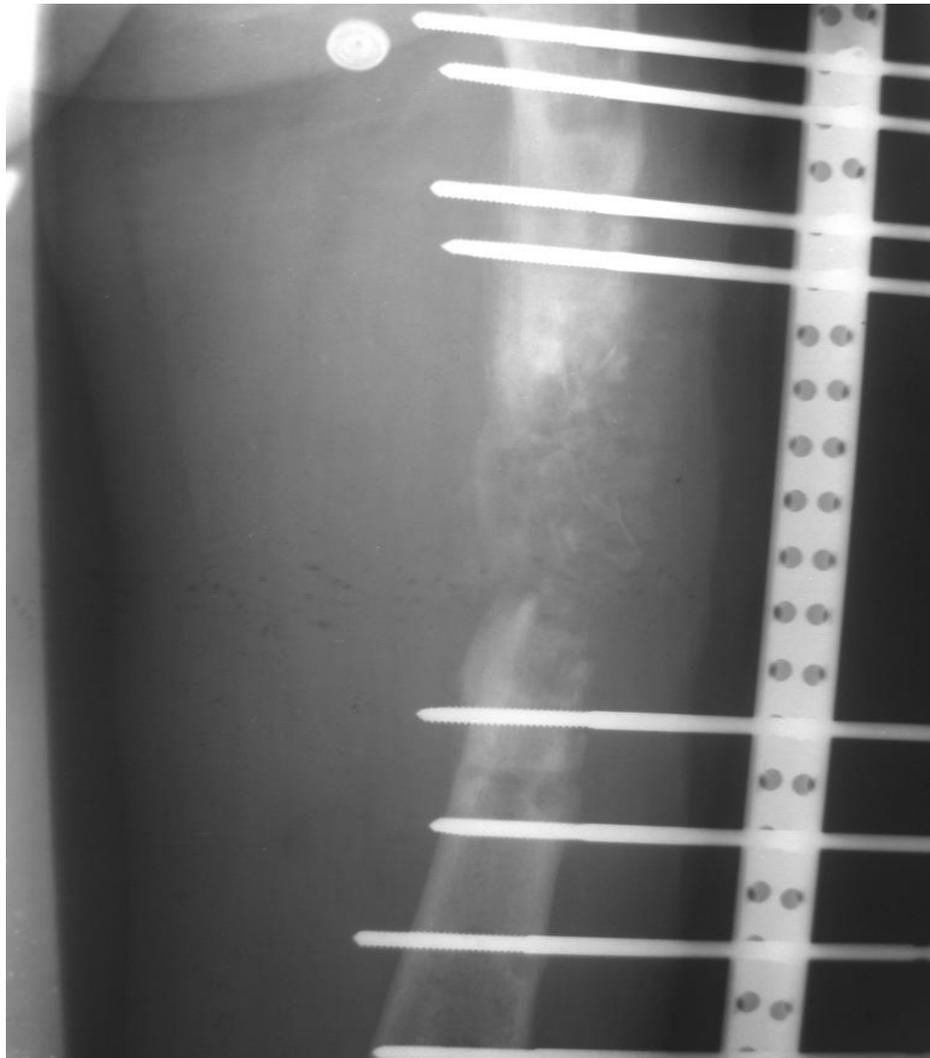


Figure 54 b : Exemple de fixateur Fessa.

C-I-3-b Modèle complexe

Il comporte en plus des petits segments de tubes prolongés à l'une de leurs extrémités par deux mâchoires, celle-ci enfermant une rotule sphérique solidaire d'un collier fixé au tube principal, grâce aux rotules, des segments de tubes peuvent pivoter de 360°.

Il permet l'amélioration de la réduction si celle-ci s'avère insuffisante, il faut remplacer le tube de l'appareil initial par deux segments de tube à rotule montés sur un tube d'union, les mâchoires et les colliers sont serrés dès que la réduction est satisfaisante, il permet aussi d'assurer une compression (figure 55).

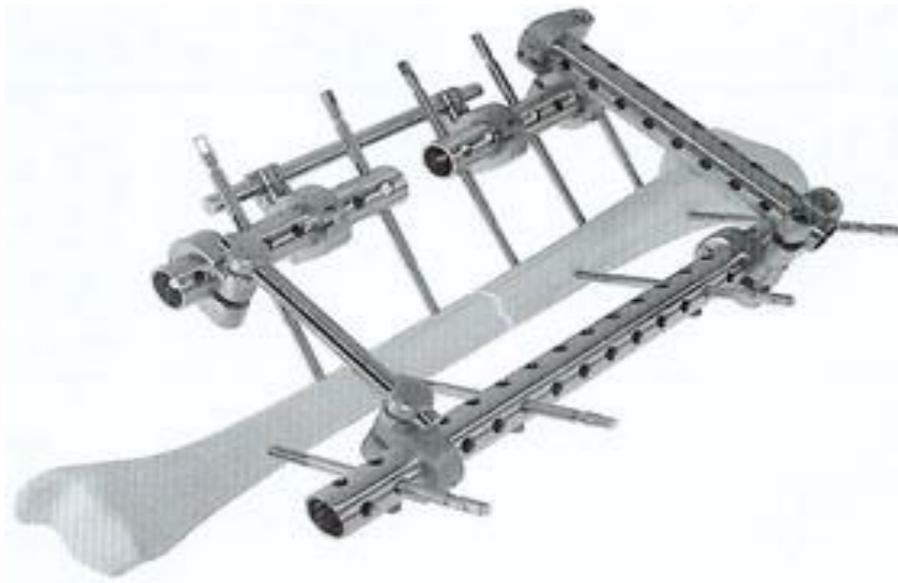
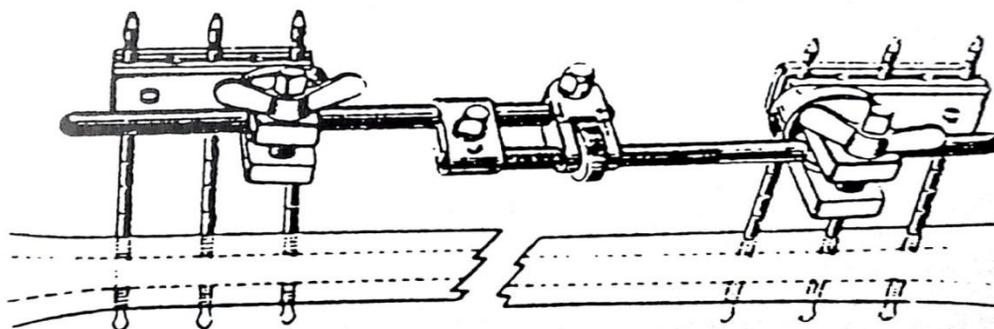


Figure 55 : Fixateur FESSA modèle complexe.

C-II- Fixateur à trois composantes :

C-II-1 Fixateur d'Hoffmann (Figure 56) :

Une fois placé, il permet la réduction des fragments contrairement aux précédents fixateurs qui exigeaient une réduction parfaite avant la pose du fixateur externe. (suisse1938). Il a été utilisé dans une étude sur Les fractures Ouvertes et les pseudarthroses infectées des membres menée par le Pr. Benbakouche (66).



– Le fixateur de R. Hoffmann (1938)

Figure 56 a : Fixateur externe de Hoffmann.

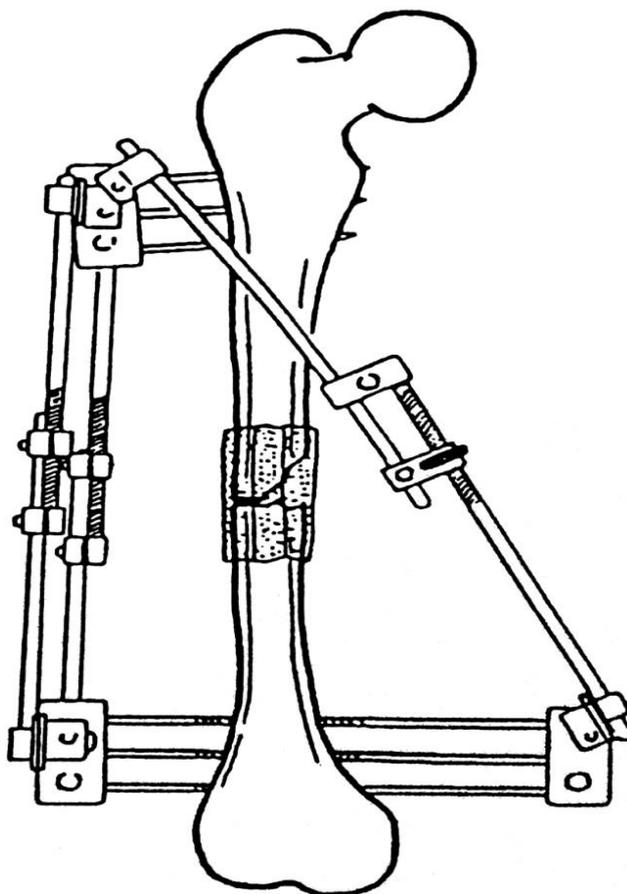


Figure 56 b : Fixateur externe de Hoffmann (en triangulation).

C-II-2 Fixateur d'Alain Lortat Jacob :

Il a modifié la taille des différents composants du fixateur externe en augmentant les dimensions des fiches, des têtes et des barres d'union (figure 57).

Son intérêt est aussi dans les localisations distales grâce au système de fixation métaphysaire semi circulaire par plaque à noix (24).

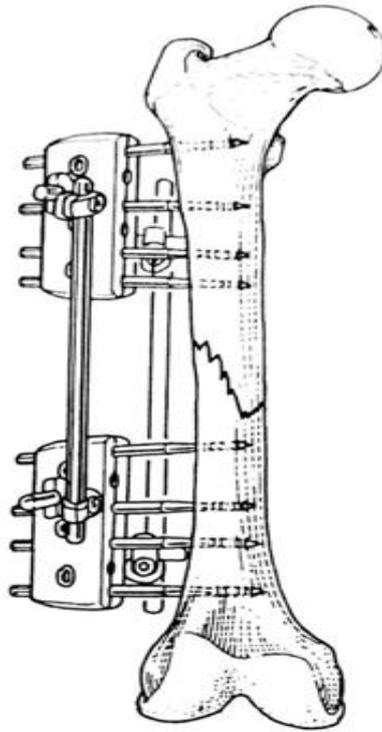


Figure 57 : Fixateur ALJ

C-II-3 Fixateur de Wagner :

C'est un fixateur mono latéral, destiné surtout aux allongements, il comprend des fiches de 6mm et un corps télescopique permettant la distraction et ou la compression (figure 58).

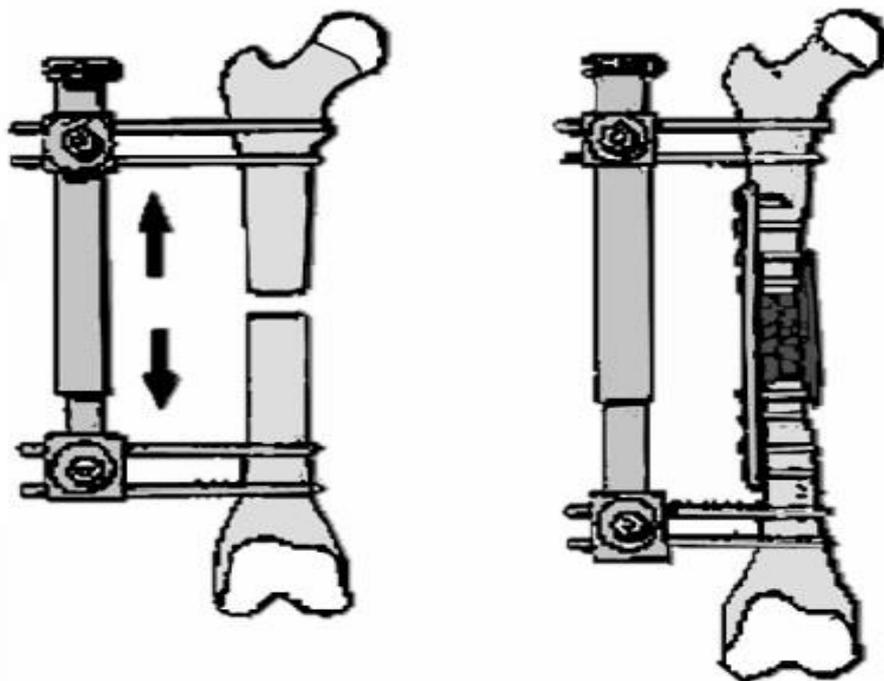


Figure 58 : Fixateur de Wagner.

C-II-4 L'orthofix :

Efficace, simple et rapide à poser, il s'agit d'une nouvelle génération de fixateurs qui est en fait l'équivalent de fixateur de Hoffmann dont chaque composant a été surdimensionné afin d'accentuer la stabilité (24).

Un avantage de taille est qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir une réduction du foyer avant la mise en place des fiches (figure 59 et 60).



Figure 59 : Matériels composant l'orthofix.

Caractéristiques de l'orthofix :

Il comprend :

- Des fiches autotarodeuses de 6mm s'effilant à 5mm.
- Une canne de verrouillage.
- Un corps télescopique permettant de passer d'un montage dynamique et d'assurer une compression linéaire sans torsion ni flexion après le début de consolidation à l'aide d'un montage rigide.
- Une vis d'arrêt qui évite le déplacement rotationnel et permet un ajustement télescopique.

- Un compresseur/distracteur.
- Des poignées articulées bloquées à l'aide d'un système de canne.

Avantages de l'orthofix :

Ils sont représentés par :

- La distance os-fixateur parmi les plus petites.
- L'écartement important entre les fiches sur chaque fragment osseux de part et d'autre du foyer de pseudarthrose.
- Les fiches de gros diamètre.



Figure 60 a : Exemple de Fixateur Orthofix.



Figure 60 b : Exemple de fixateur orthofix.

C-III-Les différents types de montages (72) :

Il existe plusieurs types de montage de fixateur externe pour renforcer la stabilité osseuse (comme les montre la figure 61). Concernant le fémur, le montage solide semble être l'hybride en triangulation qui réalise une immobilisation très stable (72).

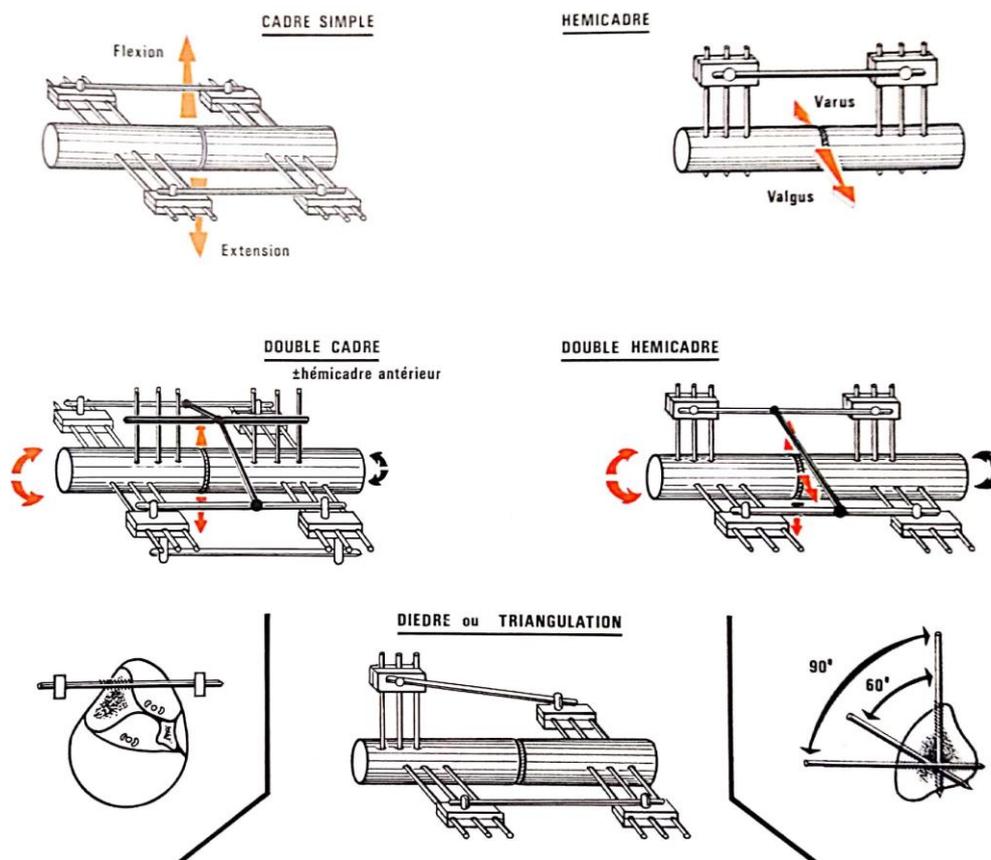


Figure 61 : Les différents types de montages (72)

C-IV-Fixateurs particuliers :

C-IV-1-Fixateur d'Ilizarov (figure 62) :

C'est un fixateur externe circulaire. Les éléments circulaires si possible de même diamètre doivent être placés parallèlement entre eux sur un membre donné pour former idéalement le dessin d'un cylindre dans lequel se place le membre. (66).

Les cercles fixent l'os au moyen de broches de Kirschner que l'on doit monter en tension avec des boulons dits boulons tendeurs qui tendent les broches et en même temps relient les broches aux cercles. Les cercles sont à leur tour joints entre eux avec des tiges filetées aux cercles des écrous. Dans le traitement des pseudarthroses ou une grande stabilité est nécessaire, on emploie quatre cercles.

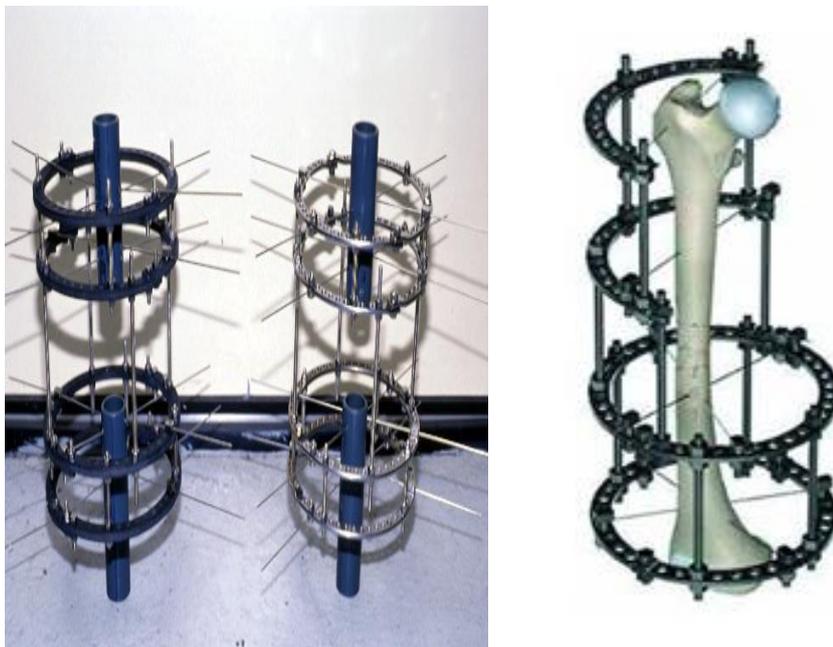


Figure 62 : Fixateur d'Ilizarov

C-IV-2 Autres types de fixateur :

On citera les fixateurs en résine et actuellement, il existe une tendance à l'utilisation de fixateurs à usage unique.

D-Conclusion sur les fixateurs externes :

Ces différents types de fixateurs externes diffèrent dans leur conception et leurs techniques de pose mais doivent répondre à un certain nombre d'impératifs qui nous intéressent dans la stabilisation du foyer de pseudarthrose et qui sont :

- La stabilisation osseuse à distance du foyer de pseudarthrose et du tissu pathologique.
- L'accès libre au foyer en cas d'intervention d'emblée ou différée par rapport à la fixation.
- La possibilité d'améliorer la réduction, l'angulation, la compression et la distraction en fonction du processus de guérison.
- L'interférence minimale avec les articulations voisines.
- La mobilisation facile du patient.

E-Stabilisation du foyer de pseudarthrose par un tuteur interne :

Arrivé à ses limites le fixateur externe ne peut plus répondre aux exigences du traitement de la pseudarthrose suppurée du fémur. Un autre moyen s'offre à nous pour la stabilisation du foyer qui est le tuteur interne. Il s'agit soit d'un enclouage centromédullaire (figure 63) avec alésage et ou verrouillage ou d'un clou gamma (figure 64 et 65).

Plusieurs auteurs ont fait la proposition d'enclouer le fémur secondairement après une fixation externe en considérant qu'il y a une agressivité de ce dernier (11). Cette agressivité est sur le plan anatomique, physiologique et sur la consolidation. De même le fixateur externe a un impact psychologique important sur le patient et un cout non négligeable pour la société. (25).

Se pose le problème du risque infectieux de cette méthode qui est très variable d'un auteur à un autre, il est de 43% pour Mac Graw en 1988, 4% pour Blachut et nul pour Bernat en 1996.



Figure 63 a : Pseudarthrose septique du fémur stabilisée par enclouage centromédullaire.



Figure 63 b : pseudarthrose septique du fémur stabilisée par enclouage centromédullaire.



Figure 64 a : Exemple de pseudarthrose septique du 1/3 proximal du fémur stabilisée par clou Gamma (face).



Figure 64 b : Exemple de pseudarthrose septique du 1/3 proximal du fémur stabilisée par clou Gamma (profil).



Figure 65 : Exemple de pseudarthrose septique du 1/3 proximal du fémur stabilisée par clou Gamma (radio du genou).

Sur le plan technique, on mesure cliniquement la longueur du clou

(Sommet du grand trochanter-pointe de la rotule) et le diamètre sur les clichés radiologiques en taille réelle.

Après ablation du matériel initial (plaque vissée ou fixateur externe), on introduit le guide clou en va et vient pour l'alésage suivi de l'introduction du clou centromédullaire qu'on peut verrouiller de manière dynamique ou statique.

Ce clou centromédullaire du fémur peut être changé autant de fois que cela est nécessaire ; avec à chaque reprise une séquestrectomie (s'il y a un séquestre), une excision carcinologique et une toilette aux différents antiseptiques.

Une autre variante de la technique d'enclouage centromédullaire, c'est celle qui associe la méthode de Masquelet (F-1-c). (47)

L'intercalaire en ciment a été coupé en deux avant l'insertion pour faciliter son retrait.

Le délai de consolidation était plus court quand on a utilisé le clou par rapport à la plaque vissée.

La mise en charge était en moyenne de 271 jours (9 mois).

Les auteurs de cette étude ont conclu que le clou était supérieur à la plaque par le fait qu'il permet une stimulation axiale de la greffe osseuse en plus du maintien des segments osseux alignés et empêche la survenue des fractures itératives (47).

Le clou réduit également le volume de la greffe osseuse nécessaire au comblement de la perte de substance osseuse.

L'inconvénient de ce procédé (clou + méthode de Masquelet) est la mise en place d'un corps étranger dans le canal médullaire pouvant générer, maintenir ou réveiller l'infection.

L'équipe de Douglas Matthews (UK) propose un autre artifice avec le même principe mais qui consiste en une utilisation d'un clou centromédullaire en ciment antibiotique. Il est façonné à la main en per-opératoire avec une

longueur supplémentaire en proximal, avec la même longueur en ruban de nylon pour faciliter l'ablation pour pouvoir en remettre à la place un clou métallique. Ceci permettra de diminuer les risques infectieux (figure 66 et 67). (48)



Figure 66 : Clou centromédullaire en ciment antibiotique façonné à la main selon l'équipe de Douglas Matthews.



Figure 67 : Clou en ciment.

F- La consolidation osseuse :

Plusieurs techniques (gestes isolés ou procédés) ont été décrites pour obtenir la continuité osseuse ce qui a fait naître des écoles différentes qui

peuvent parfois s'associer dans certaines indications sans que cela ne soit contradictoire.

La Décortication ostéo-periostée :

Décrite par Robert Judet, il s'agit d'une manière d'aborder le foyer de pseudarthrose, en détachant de gros copeaux pédiculés. C'est un principe qui s'applique à toutes les diaphyses. (26).

C'est un premier temps commun à toutes les méthodes.

F-1. Méthodes avec apport biologique :

Cet apport biologique est représenté essentiellement par de l'os spongieux ou de l'os cortical quelque soit leurs origines. Sur le plan histologique, ils ont des caractéristiques distinctes.

L'os cortical est fait d'ostéons constitués de lamelles osseuses concentriques disposées autour d'un canal de havers. De structure dense, l'os cortical offre une résistance mécanique qui protège contre les traumatismes (73).

L'os spongieux, constitué d'ostéons d'aspect en croissant. Entre ses trabécules spongieuses, on trouve le tissu médullaire hématopoïétique et graisseux. De structure lâche, il présente une résistance élastique avec un pouvoir de remodelage important de 80%(73).

Différentes techniques se proposent d'amener cet apport biologique :

F-1-a. Procédé de Papineau-Burri ou greffe osseuse spongieuse à ciel ouvert(GOSCO) (68) :

C'est une technique introduite en France par Roy Camille qui a été son promoteur dans les années 70, elle consiste en une transformation progressive de l'os spongieux laissé à ciel ouvert en os cortical, elle est considérée comme une arme de premier plan « Roy Camille ».

Cette technique a un triple but : elle permet de juguler l'infection, de combler les défauts osseux et d'amener la consolidation. (11).

La technique de Papineau-Burri comporte 3 temps :

1^{er} temps : est celui de l'excision :

Comportant :

- Une ablation de tout séquestre ou fragments osseux de vitalité douteuse.
- La réalisation d'une cavité régulière ne présentant ni pertuis, ni recessus inaccessible aux soins du pansement.
- La contention étant confiée au fixateur externe.
- Un lavage large de la cavité qui sera tapissée par un moule de tulle gras.
- Débute alors la phase de bourgeonnement de façon régulière, recouvrant la totalité des parois de la cavité d'excision et obturant les canaux médullaires curetés.
- Une règle à respecter pour éviter l'échec : ne pas faire l'apport spongieux sur un foyer présentant des zones de nécroses osseuses. (26).

2^e temps 15 jours après : L'apport spongieux

C'est le comblement de la perte de substance osseuse par une greffe d'os spongieux laissé à ciel ouvert, envahie par du tissu de bourgeonnement en quelques semaines.

Cet apport spongieux doit répondre à des impératifs ; il doit être purement spongieux (tout fragment cortical est voué à la séquestration) ; abondant (remplir en totalité la cavité bourgeonnante jusqu'au plan cutané). Les sites du prélèvement sont représentés par la crête iliaque antérieure ou postérieure (figure 68), l'épine tibiale supérieure, les condyles fémoraux, et les massifs trochantériens.

Il faut assurer un engainement des extrémités osseuses par le spongieux, évitant ainsi la fragilité et les fractures itératives.

Le spongieux ainsi déposé est tassé et recouvert d'un tulle gras, on aboutira progressivement à la phase de cicatrisation qui sera surveillée et guidée par des pansements successifs : le premier à j5 postopératoire puis au quotidien les jours suivants. (27).

En fin de bourgeonnement on obtient un englobement total du greffon (cas favorable) ou il reste une surface non englobée avec un petit pertuis imposant un mini Papineau-Burri qui consiste en une excision du spongieux séquestré jusqu'en zone saignante suivi d'un comblement immédiat de la cavité ainsi créée par du spongieux frais. (11).



Figure 68 : Prélèvement de l'os spongieux à partir des crêtes iliaques postérieures.

3^e temps : la couverture

Ce temps consiste en général en une greffe de peau sur la greffe osseuse envahie par le bourgeonnement, exceptionnellement utilisé dans notre série car le fémur possède une bonne couverture des parties molles. (11, 28).

On a souvent utilisé la technique de Papineau-Burri surtout au début de la série avec des bons résultats concernant l'assèchement et la consolidation.

On lui reproche d'être un traitement long avec une consolidation de qualité mécanique médiocre, la réinfection à distance est possible par ostéite résiduelle.

F-1-b. Papineau-Burri modifié par A. Lortat Jacob(GOSFP)

Lortat Jacob préconise pour diminuer les suites longues et éviter les contraintes des soins locaux une fermeture partielle rendant cette technique une reconstruction avec fermeture partielle du foyer de pseudarthrose (GOSFP). (27).

L'amélioration de la qualité du cal osseux nécessite dans certains cas une greffe corticospongieuse prélevée généralement à partir d'une crête iliaque (figure 70) par voie vierge postérieure soit la voie de Bosworth soit celle d'Evrard (69), (figure 69 et 71) fixée par deux vis (figure 71). Cette technique a permis d'obtenir une consolidation dans 86% des cas dans une série de 22 cas traités par l'équipe de Douéra. (11).



Figure 69 : Greffe corticospongieuse vissée par voie vierge : Abord postéroexterne d'Evrard (69).



Figure 70: greffe corticospongieuse prélevée à partir de la crête iliaque antérieure.

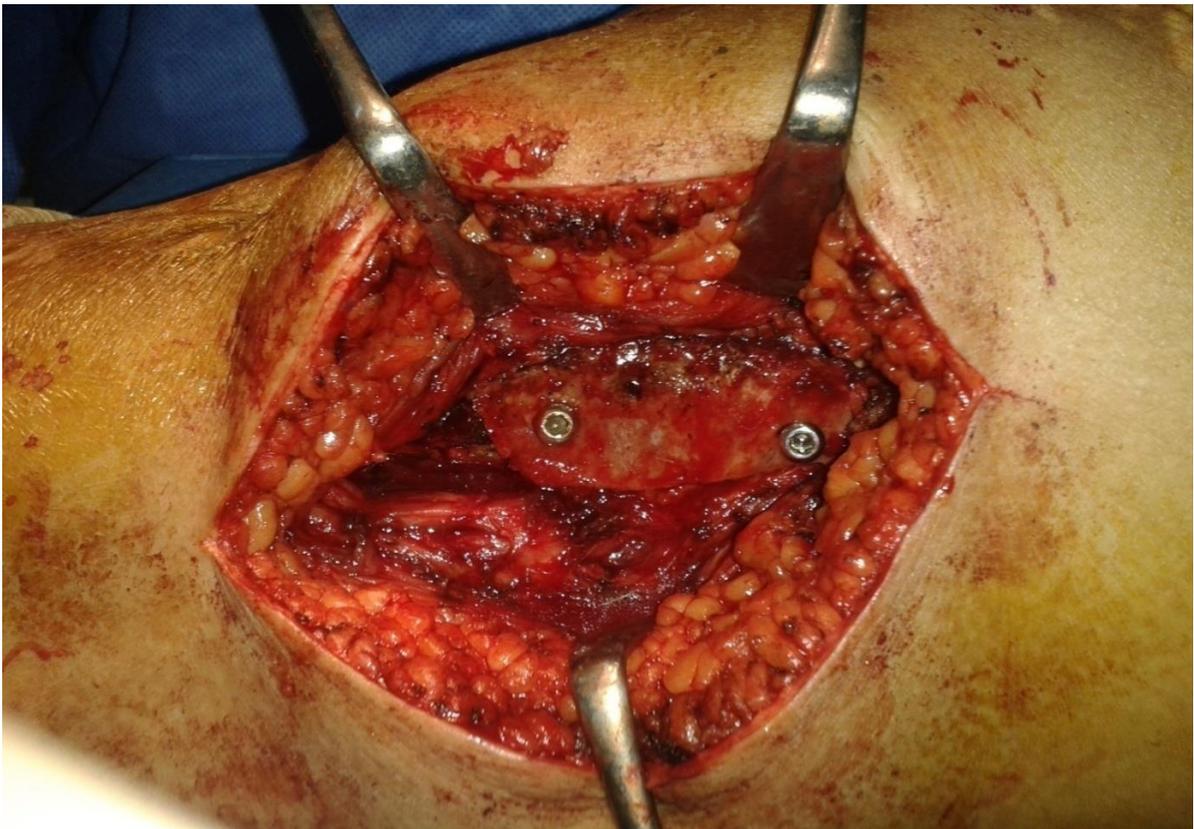
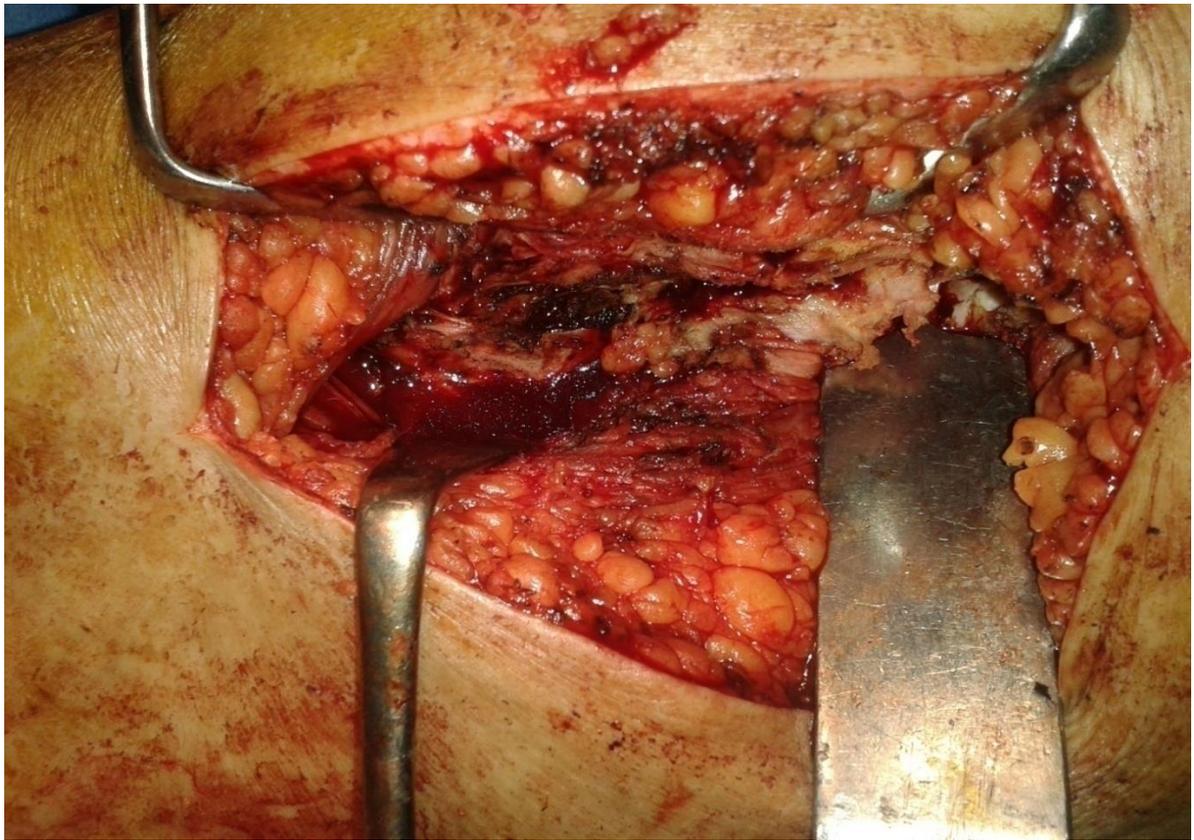


Figure 71 : Greffe corticospongieuse vissée par voie vierge : Vissage du greffon.

F-1-c. Technique de la membrane induite : stratégie séquentielle : figures 72 :

Utilisée depuis 1986 par son promoteur le Pr. Alain Charles Masquelet (29).

Il s'agit de reconstruction diaphysaire post-traumatique des os longs, son principe consiste à provoquer une réaction à corps étranger en interposant une entretoise en ciment acrylique dans la perte de substance osseuse. La membrane induite par ce corps étranger crée un effet de chambre biologique qui s'oppose à la résorption de la greffe en lui apportant sa vascularisation et des facteurs de croissance.

La technique de la membrane induite est réalisée en deux étapes :

- La première comporte l'excision large des tissus non viables ou infectés, la réalisation éventuelle d'un lambeau de couverture si nécessaire (dans le cas du fémur il n'est pas nécessaire dans la majorité des cas) et la mise en place d'une entretoise en ciment dans le défauts osseux résultant de l'excision après stabilisation stricte du squelette.
- La seconde étape réalisée au minimum 6 à 8 semaines après la première étape, consistait à ôter l'entretoise et à combler l'espace biologique ainsi constitué par des greffons spongieux morcelés en petits fragments de 1 à 2 mm³, éventuellement augmentés par des substituts osseux.

Cette étape est réalisée après la guérison acquise d'une éventuelle infection résiduelle, l'entretoise en ciment doit entourer les extrémités osseuses de la perte de substance pour préparer une greffe « enveloppante » des extrémités et lors de la pose des greffons, il conviendrait de reperméabiliser le canal médullaire et de décortiquer les extrémités osseuses, la fermeture des parties molles incluant la membrane néoformée créait un espace biologique clos contenant la greffe.

La reprise de l'appui est différée jusqu'à l'obtention de la consolidation.



Figure 72 : Les procédés de la technique de la membrane induite avec enclouage dans la pseudarthrose du fémur.

F-1-d. Les transferts osseux libres vascularisés (TOLV) :

Technique qui fait appel à la fibula vascularisée, sa première description est faite par Taylor en 1975 (31), ce transfert nécessite une équipe entraînée aux sutures microchirurgicales, la fixation du péroné est recommandée. Une greffe spongieuse autologue est associée en raison du risque de fracture secondaire (figure 73).

La vascularisation amenée va favoriser la consolidation rapide et permettre une bonne diffusion des antibiotiques. Les contres indications sont les artéritiques et les diabétiques. Il faut au préalable éliminer tout sepsis évolutif (32).

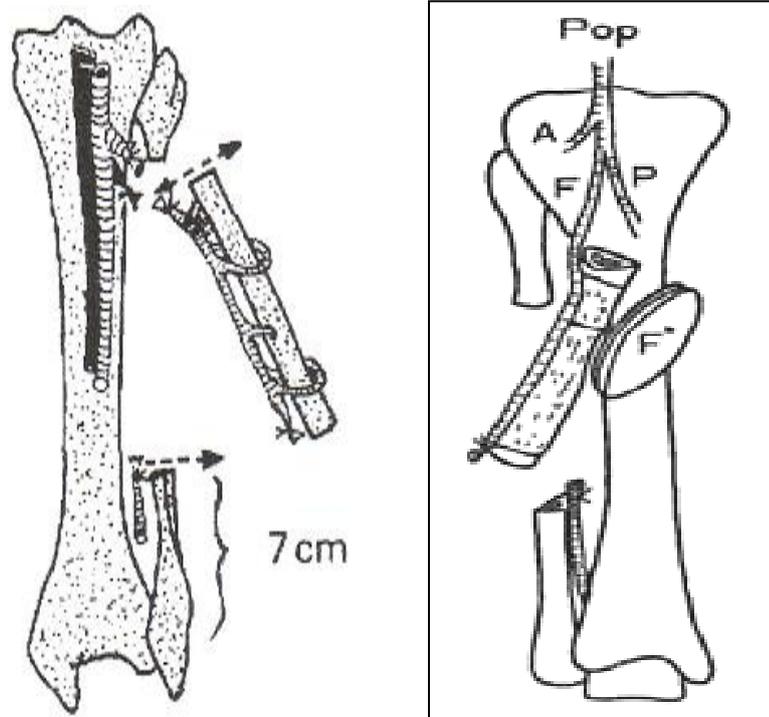


Figure 73 :Transfert osseux vascularisé libre (fibula vascularisée).

Les moyens de stimulation de la consolidation osseuse :

F-1-e. L'ostéo-induction :

L'ostéo-induction est la propriété passive d'un matériau à recevoir la réponse osseuse, par inversion vasculaire et cellulaire à partir du tissu osseux receveur au contact de ce matériau, alors que l'ostéo-conduction est la capacité d'induire une différenciation cellulaire pour synthétiser une matrice osseuse minéralisable.

A coté de ces deux notions, on a l'ostéo-formation (ou ostéogénèse) qui est la construction de la matrice osseuse par des cellules ostéoformatrices. Ainsi il est fondamental de comprendre que l'ostéo-induction n'est pas une capacité cellulaire, mais qu'elle est attribuable à une molécule chimique, telle une protéine. En revanche une cellule peut être qualifiée d'ostéogénique ou d'ostéoformatrice.

Les travaux de recherche sur la synthèse osseuse prennent ainsi trois orientations distinctes et complémentaires : une approche orientée sur la matrice ostéo-conductrice, une approche cellulaire et une approche clinique sur l'étude des facteurs ostéo-inducteurs.

Les autres voies de recherche sur la formation osseuse sont à l'étape expérimentale ou clinique traitant des facteurs intervenant dans la consolidation osseuse.

Parmi ces voies on a les cellules souches mésenchymateuses qui peuvent donner après prolifération et différenciation des lignées cellulaires osseuses, cartilagineuses, des tissus de soutien hématopoïétiques et adipeuses. En revanche les bone marrow cells (BMC) sont des cellules souches mésenchymateuses (CSM) déjà orientées vers la différenciation osseuse donc les CSM ne sont pas par définition ostéo-inductrices ; elles sont ostéogènes ou ostéoformatrices, tout l'intérêt de la voie de recherche cellulaire en bio-ingénierie tissulaire réside dans la possibilité d'apporter des cellules ostéogéniques directement sur le site désiré.
(33 et 34)

Les quatre stratégies expérimentales principales sont :

- L'apport de moelle osseuse fraîche.
- L'apport de CSM après purification et multiplication cellulaire.
- L'apport d'une population cellulaire déjà orientée dans la voie de différenciation choisie (ostéoblastes ou chondrocytes déjà différenciés).
- L'apport de cellules génétiquement modifiées pouvant exprimer une bone morphogenic protein (BMP) recombinant humain (Rh-BMP).

Quelque soit la technique choisie, les cellules peuvent être comptées à différents types de support. Parmi les dernières pistes de recherche c'est la thérapie génique, elle allie la capacité d'orienter l'expression cellulaire à la maîtrise des facteurs ostéo-inducteurs recombinants (rh-BMP).(33 ; 34).

Libermann(35) est l'un des premiers à utiliser cette technique pour stimuler la synthèse osseuse, la cellule est modifiée dans son patrimoine génétique par l'introduction d'un vecteur (adénovirus par exemple) qui apporte à la cellule la séquence d'ADN codant une Rh-BMP. La cellule est alors déposée sur le site cible et exprime une protéine ostéoinductrice.

Les cellules indifférenciées du site receveur se différencient sous l'effet de la BMP produite par les cellules implantées, ainsi la cellule ne fait que délivrer un ostéo-inducteur, une BMP.

F-1-e-1. Bone morphologic proteins ou protéine morphogène ou protéines ostéoinductrices qui sont actuellement les seuls facteurs ostéoinducteurs prouvés. (36).

Historique :

En 1928, Leriche et Policard : en présence d'un stimulus approprié, des cellules précurseurs non ostéoformatrices pouvaient acquérir une potentialité ostéogénique ; c'était le principe de l'ostéo-induction par une BMP, démontré quelques années plus tard par Urist.

Le docteur Marshall Urist, chirurgien orthopédiste est le premier à avoir mis en évidence la synthèse de novo d'un tissu osseux en site hétérotopique à partir d'une matrice osseuse déminéralisée. La capacité ostéo-inductrice de

cette matrice décalcifiée était démontrée : l'ostéogénèse est induite sans apport de cellules ostéogènes mais par une différenciation de cellules souches de l'hôte en ostéoblastes sous l'effet d'un agent ostéo-inducteur encore inconnu.

La suite des travaux a montré que cette capacité ostéo-inductrice était issue de la partie organique de la matrice décalcifiée et plus spécifiquement des protéines qu'elle contient d'où le terme proposé par Urist de « bone morphogenic protein ». Le rôle des BMP dans la consolidation d'une fracture a été largement étudié, dans le processus inflammatoire initial suivant la fracture de nombreuses molécules de signalisation sont libérées localement : l'interleukine 1(IL1) et IL6, et TGF β , l'IGF, le PDGF et de nombreuses BMP.

Les BMP-2,4 et 7 sont exprimées dans les cellules ostéogéniques du périoste au cours des phases précoces de la consolidation, lors de l'ossification membraneuse. Les BMP interviennent à des niveaux différents dans le processus de l'ossification : aussi bien lors de la différenciation, de la prolifération des lignées cellulaires que lors de la formation de la matrice osseuse puis dans sa minéralisation.

BMP commercialisées :

Actuellement les BMP commercialisées avec AMM (autorisation de mise sur le marché) sont : BMP-2 (Inductos) et BMP-7(Osigraft, OP.1et Opgenra).

Rh-BMP-2 : elle est utilisée sur un support (carrier) qui est une matrice de collagène appelée absorbable sponge carrier (ACS) ou éponge du collagène bio-résorbable, cette éponge est constituée de collagène bovin de type I. Elle est destinée à recevoir la rh-BMP2 (liquide) et à la garder sur le site désiré (éviter ainsi la dispersion du liquide dans le champ opératoire), le principe actif (la dibotermine alpha) est produit par les cellules recombinantes de l'ovaire de Hamster Chinois.

Rh-BMP-7 : utilisée sur un support présenté sous forme de granules très fins (poudre) de collagène bovin de type I bio-résorbables, ce support est lié à la rh-BMP-7. Avant l'implantation, le chirurgien reconstitue une « pate » ayant

la consistance du sable mouillé, le principe actif (l'épidermine alpha) est produit par des cellules recombinantes d'ovaire de Hamster Chinois.

La voie injectable :

Certains supports permettent d'utiliser les BMP sous une forme injectable. Cette voie permettrait d'apporter la protéine sur le site désiré par une technique percutanée, simple et peu coûteuse. Elle éviterait une intervention chirurgicale et permettrait d'apporter la molécule au moment souhaité, par exemple au cours du suivi d'une fracture si l'on constate un retard de la consolidation. Les auteurs s'accordent pour considérer que les supports à fort pouvoir de rétention sont également ceux qui se résorbent le moins bien, pouvant ainsi être un obstacle à la formation du cal. De même, la trop grande affinité du support pour la protéine limite sa libération locale.

Les contres indications retenues :

Pour les BMP-2 Inductos® : immaturité du squelette, tumeur évolutive ou patient traité pour une tumeur maligne, infection active du site, syndrome de loge, fracture pathologique comme dans la maladie de Paget, os métastatique, hypersensibilité à l'un des produits, grossesse.

Pour les BMP-7 Osigraft®, OP-1 : immaturité du squelette, hypersensibilité à l'un des produits, maladie auto-immune y compris la polyarthrite rhumatoïde, le lupus, la sclérodermie, le syndrome de Sjögren, les dermatomyosites/polymyosites, une infection active sur le site, une infection systémique active, une couverture cutanée ou une vascularisation inadéquates du site osseux, sur des fractures vertébrales, des fractures pathologiques dues à des tumeurs ou à des maladies osseuses métaboliques, une tumeur à proximité du site, une chimiothérapie, une radiothérapie ou un traitement immunosuppresseur, une grossesse.

Les Précautions à prendre :

Une contraception doit être prolongée pendant 12 mois après implantation de BMP-2 chez une femme en âge de procréer. L'allaitement n'est pas recommandé en cas d'implantation de BMP-2, ainsi que pour la BMP-7.

Cependant, il y a plusieurs pistes de recherche qui sont à des stades plus ou moins avancés, chacune d'elles essaie d'apporter un plus à l'édifice :

- Etude multicentrique européenne englobant six (06) services testant les BMPs dans les pseudarthroses du fémur aseptiques (en particulier les BMP7) sur une durée allant de 2004 à 2009 comprenant 30 patients a conclu à des résultats très encourageants avec moins de morbidité et une consolidation accélérée avec un taux de guérison de 75 à 100%.(37).
- Une autre étude américaine s'attache à régler le problème du dosage des BMP à administrer pour avoir des résultats et pour juger de la durée du traitement, ainsi que le problème de sécurité vis à vis des souches virales utilisées qui en fait ne posent pas de problème ni de mortalité ni de morbidité, la voie locale est préférée dans cette étude (38).
- Une étude comparative allemande entre la greffe osseuse autologue et les autres substituts combinés à des protéines inductrices qui a conclu à ce que l'os synthétique devient de plus en plus intéressant avec le développement dans la stabilité et la manipulation. les implants osseux biosynthétiques futurs peuvent prévenir les besoins d'une greffe osseuse autologue, son intérêt augmente en combinant les protéines inductrices. (39)

F-1-e-2. La réparation osseuse par thérapie cellulaire :

Une étude de P.H.ROSSET publiée en 2013 dans les conférences d'enseignement de la SOFCOT concerne la réparation osseuse par thérapie cellulaire (40).

En effet, considérant que les cellules souches mésenchymateuses (CSM) de la moelle osseuse (MO) sont à l'origine des cellules ostéoformatrices. La thérapie cellulaire, utilisant les CSM est une solution prometteuse pour favoriser la réparation osseuse.

Elles peuvent être utilisées seules (figure 74), en injection percutanée, ou à ciel ouvert avec un biomatériau, associant le plus souvent des granules biphasés d'hydroxyapatite et de phosphate tricalcique β . Les premiers résultats sont encourageants dans les pseudarthroses des os long (à côté des ostéonécroses de la tête fémorales).

L'ingénierie tissulaire osseuse permet de cultiver *in vitro* les CSM sur des biomatériaux, pour qu'elles les colonisent et se différencient (figure 75). Ce composite biomatériau-cellules est ensuite implanté dans la zone à traiter. Les CSM de MO sont des cellules adaptées grâce à leur potentiel ostéogénique et peuvent être obtenues par simple aspiration au niveau des crêtes iliaques et ensuite cultivées. Après aspiration, leur stock est renouvelé en 2 mois environ et une nouvelle ponction peut être envisagée (41).

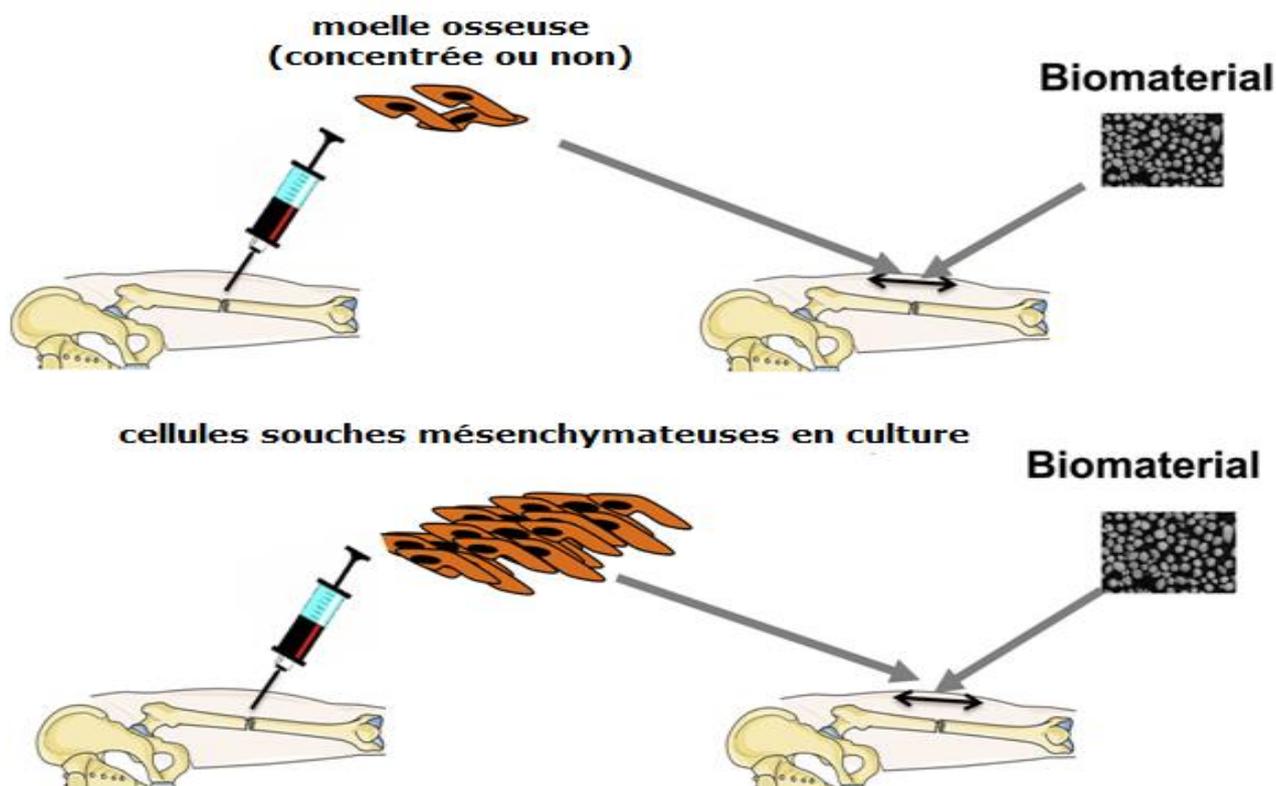


Figure 74 : Réparation osseuse par thérapie cellulaire (Culture des CSM sur les biomatériaux).

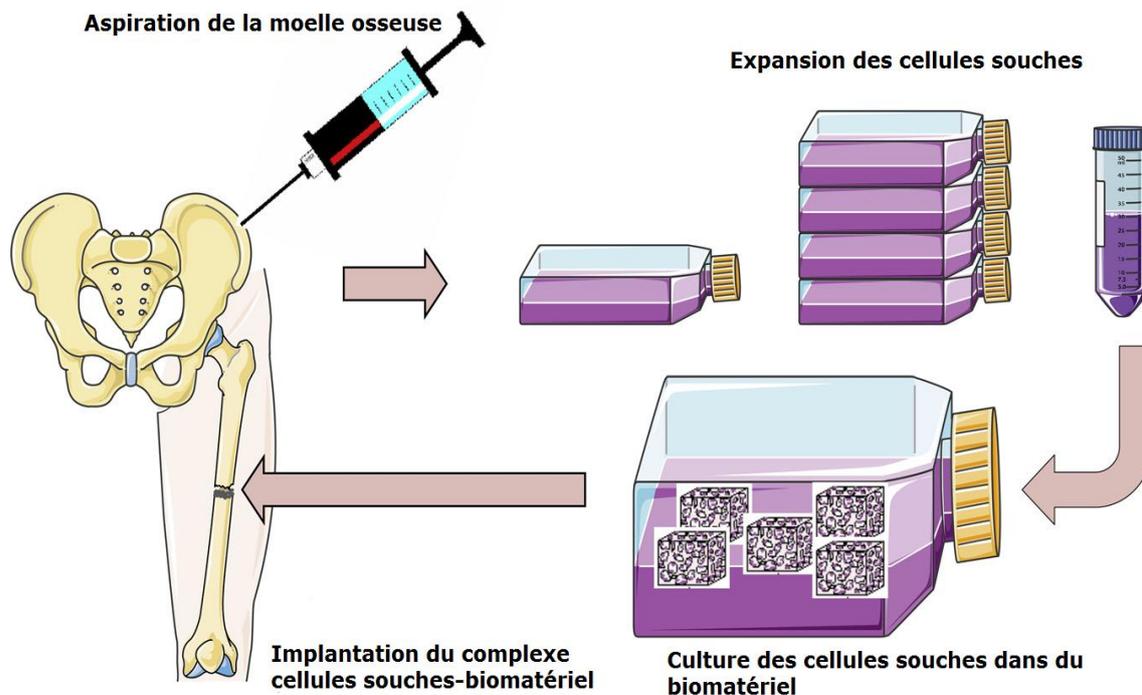


Figure 75 : Réparation osseuse par thérapie cellulaire (après expansion des CSM).

Plusieurs études multicentriques sont lancées depuis mars 2013, testant des cultures autologues des cellules souches mésenchymateuses et une évaluation des bénéfices sur la consolidation osseuse. (42).

F-1-e-3. Conclusion :

Les matériaux ostéo-inducteurs sont actuellement représentés par la famille des BMP. Les propriétés ostéo-inductrices de ces protéines ont été mises en évidence dans les années 1970 à la suite des premiers travaux d'Urist. Depuis, ces protéines ont été isolées, caractérisées et sont maintenant produites par génie génétique. Deux d'entre elles sont commercialisées pour des indications en chirurgie orthopédique (la BMP-2, Inductos® et la BMP-7, Osigraft®). Les BMP peuvent aujourd'hui remplacer avec efficacité et sécurité une autogreffe dans certaines arthrodèses rachidiennes ou une pseudarthrose d'os long.

Les BMP font aujourd'hui partie de l'arsenal thérapeutique du chirurgien orthopédiste. Elles sont un « plus » apporté au processus de la

consolidation, pas une révolution, et en aucun cas un substitut au geste chirurgical habituel pour l'indication considérée.

F-2. Méthodes sans apport biologique : Les transferts osseux segmentaires par la méthode d'Ilizarov :

C'est une méthode qui fait appel au fixateur circulaire d'Ilizarov obéissant à des principes. Elle assure la stabilisation dynamique et la distraction osseuse qui vont permettre une stimulation du processus de réparation et une guérison de l'infection ce qui permettra une consolidation sans abord du foyer de pseudarthrose (70).

Le Fixateur Ilizarov :

C'est un fixateur circulaire avec des fiches transfixiantes de 1.5mm à 2mm de diamètre constamment sous tension (figure 77). Il n'est pas très indiqué au niveau de la cuisse vu les difficultés de pose en particulier(30).

Il faut parler de la fixation hybride à ce segment osseux.

A coté, on citera la fixation hybride du fémur qui est plus pratique. Elle associe un anneau circulaire d'Ilizarov au genou à un orthofix à la diaphyse fémorale (figure 76).

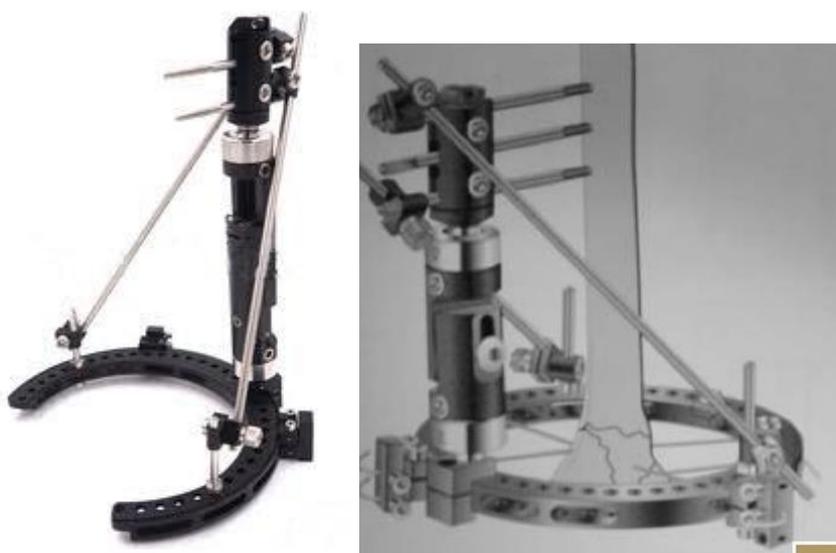


Figure 76 : schémas d'une fixation hybride du fémur.

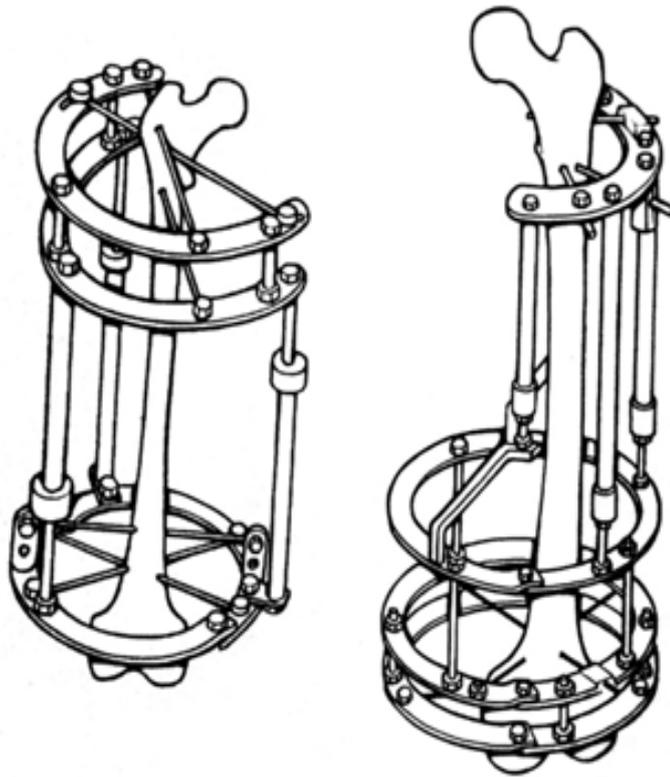


Figure 77 a : Fixateur d'Ilizarov.

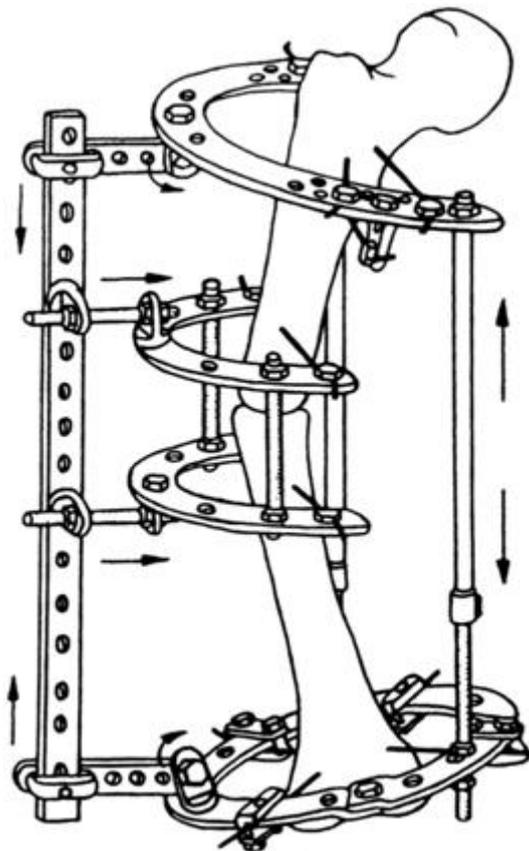


Figure 77 b : Fixateur d'Ilizarov(distraction).

Les transferts osseux segmentaires selon Ilizarov vont donc préserver et créer même le capital osseux mais c'est une méthode longue (1mm/jour) et astreignante. Son avantage c'est qu'elle corrige l'inégalité de longueur en cas de perte de substance supérieure à 5 cm grâce à la technique bifocale avec « ascenseur ». L'arrêt de l'infection n'est pas toujours constaté comme le décrit Ilizarov « le foyer d'ostéite brulant au feu de la régénération ».

Son principe technique est une mobilisation progressive et dirigée d'un segment osseux sus ou sous jacent au défaut osseux après corticotomie sous - périostée métaphyso-diaphysaire. Le fragment est lentement amené au contact de l'autre extrémité et le vide laissé par la progression des fragments est comblé par un régénérat qui se densifie rapidement. On observe ainsi une phase de transfert, de maturation puis de consolidation.

Cette technique est peu utilisée dans la pseudarthrose infectée du fémur.

- Une variante de la technique d'Ilizarov : vu que cette technique utilise un fixateur externe circulaire qui reste un moyen inconfortable au fémur, les auteurs d'une étude du CHU de Bordeaux ont utilisé le même principe d'Ilizarov de transport osseux mais avec un fixateur externe monoplan (figure 78), cette étude s'étalant de 2007 à 2012, comprenant 7 malades avec une moyenne de perte de substance osseuse de 8cm en milieu infecté, avec des résultats satisfaisants.

(30)

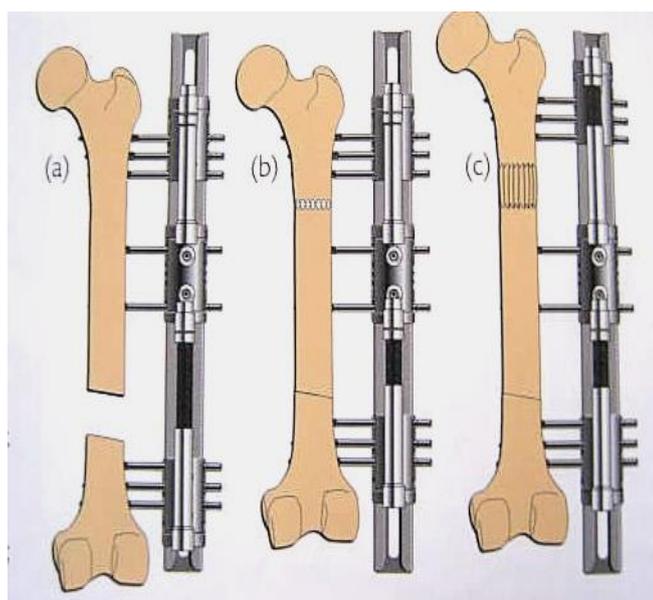


Figure 78 : Technique de l'ascenseur avec fixateur externe monoplan (Bifocale avec ascenseur).

Cette équipe de Bordeaux a opté pour l'utilisation d'un fixateur externe monoplan pour traiter les PSO fémorales avec transport osseux en empruntant le même principe que celui d'Ilizarov.

Le fixateur externe monoplan permet un taux élevé de consolidation au cours d'un transport osseux descendant sans risque de déformation d'après les conclusions de l'équipe de Bordeaux.

CHAPITRE III

ETUDE PRATIQUE

I-Objectifs de l'étude :

Notre étude pratique aura des objectifs primaires et des objectifs secondaires :

1. objectifs primaires :

1-a. Cerner les indications en fonction du type de pseudarthrose infectée avec ou sans perte de substance osseuse.

1-b. Montrer l'intérêt de l'enclouage centromédullaire dans la pseudarthrose infectée du fémur.

2. Objectifs secondaires :

2-a. Souligner la nécessité d'une identification des germes en cause et l'antibiothérapie adaptée

2-b. Souligner l'utilité d'une banque d'os et des substituts osseux dans les pertes de substance osseuse.

II-Matériels et méthodes :

1-Caractéristiques de l'étude :

Nous avons réalisé une étude prospective et rétrospective portant sur 78 patients présentant des pseudarthroses infectées de la diaphyse fémorale traités dans notre service de chirurgie orthopédique au CHU de Douéra.

Ce travail de longue durée s'étale sur 20 ans de 1995 à 2015. La provenance de ces patients est représentée par le secteur public ou privé national sauf pour 3 cas traités initialement à notre niveau.

2-Limites du sujet :

Nous avons inclus dans la série seulement les patients en fin d'adolescence et adultes présentant une pseudarthrose post-traumatique suppurée de la diaphyse fémorale avec dossiers exploitables et un recul d'au moins de 18 mois. Nous n'avons pas retenu dans l'étude les enfants et les pseudarthroses sur fracture pathologique.

3 - Procédures chirurgicales :

Notre stratégie thérapeutique visait à lutter sur deux fronts, celui de l'infection et de la pseudarthrose.

Elle avait comme impératifs d'assurer :

- Une excision élargie.
- Une stabilisation osseuse.
- Un apport biologique par greffe osseuse pour amener la consolidation osseuse.

3.1-L'excision osseuse ou le débridement

Pour toutes les pseudarthroses un premier temps d'excision est réalisé. Cette excision est aidée par un temps d'épreuve au bleu de méthylène. Elle est élargie pratiquement « carcinologique ». Elle va concerner tous les tissus infectés et dévascularisés (parties molles et os) après ablation du matériel d'ostéosynthèse interne.

Des prélèvements profonds sont réalisés à visée bactériologique.

En plus de l'excision déjà citée pour permettre l'arrêt de l'infection pour tous les cas une antibiothérapie post opératoire est instaurée .Elle sera adaptée en fonction de l'antibiogramme. Elle est instituée au début par voie parentérale en bithérapie pendant 21 jours avec un relais par voie orale pour 2 à 3 mois.

3.2 - La stabilisation osseuse

Elle fait appel essentiellement au fixateur externe en début de traitement, notamment dans les cas avec un sepsis sévère. Il doit être mis en monoplan et postéroexterne. Les fiches seront mises loin du foyer de pseudarthrose non transfixiantes pour les muscles.

L'enclouage centromédullaire permet un meilleur contrat biomécanique en raison des contraintes importantes à la diaphyse fémorale. Nous l'avons utilisé surtout dans notre travail prospectif en raison des aléas de la fixation externe qui sont la mauvaise prise des fiches à long terme par ostéolyse avec infection de leurs orifices ,la transfixation musculaire source de raideur

du genou , la fracture itérative après leur ablation et l'impact psychique sur le patient.

Cet enclouage est mis surtout de deuxième intention après fixation externe première dès que les conditions locales d'infection le permettent vers la 4ème et 6ème semaine.

Le type d'enclouage utilisé après alésage est de type Kuntscher avec ou sans verrouillage. La stabilisation des localisations du tiers supérieur de la diaphyse fémorale fait appel au clou gamma.

3.3-Les méthodes permettant la consolidation osseuse

Elles sont multiples faisant partie de stratégies et de méthodologie appliquée dans notre service:

- Perte de substance osseuse(PSO) absente ou minime inférieure à 0,5 cm : La greffe osseuse est faite par voies vierges postérieures (Evrard ou Bosworth) ou antéro-interne pour le 1/3 inférieur(69).

- En cas de perte de substance osseuse supérieure à 0,5 cm:

La greffe osseuse est autologue spongieuse prélevée sur la crête iliaque postérieure. En cas de très grande perte de substance et si les sites de prélèvement ont déjà été utilisés des allogreffes (os spongieux de têtes fémorales de banque) peuvent être employées.

Les méthodes utilisées sont alors:

– La méthode de Papineau-Burri ou greffe osseuse spongieuse à ciel ouvert (GOSCO).

– La reconstruction avec fermeture partielle du foyer de pseudarthrose et greffe corticospongieuse complémentaire (GOSFP +/- GCS).

En raison des inconvénients du Papineau-Burri (ouverture du foyer, déperdition de la greffe osseuse, infection, fracture itérative, ostéite résiduelle...) des modifications ont été adoptées dans notre service dont la fermeture partielle préconisée par A Lortat Jacob mais sans spacer et une greffe corticospongieuse complémentaire par voie vierge si le cal est insuffisant.

- La technique de Masquelet. ou de la membrane induite par spacer.

La greffe osseuse ou transfert libre vascularisée (TOLV) ainsi que la méthode d'Ilizarov n'ont pas été utilisées pour notre étude.

4. Le suivi des patients :

Il se fait par contrôle à 21 jours (J21), à 45 jours (J45), puis tous les deux mois jusqu'à 18 mois. Par la suite les malades sont revus tous les 6 mois jusqu'à 5 ans. Le suivi est clinique, radiologique, biologique (Formule de numération sanguine, vitesse de sédimentation sanguine et la C reactiv protein).

En cas de récurrence infectieuse (abcès ou fistulisation) des prélèvements microbiologiques sont effectués pour instaurer une antibiothérapie ciblée. Une reprise chirurgicale peut être réalisée pour nettoyage osseux.

En cas de cal insuffisant une greffe corticospongieuse complémentaire par voie vierge est réalisée.

Les fractures itératives sont stabilisées par fixateurs externes ou enclouage.

La consolidation osseuse est évaluée cliniquement (absence de douleurs à l'appui) et radiologiquement.

La consolidation est considérée comme acquise s'il y a un cal osseux pontant le foyer de pseudarthrose.

L'absence de consolidation et la persistance de l'infection peuvent conduire dans certains cas à l'amputation.

5-Méthodes d'analyse :

a-Collecte des données :

La collecte des données de l'étude s'est faite par exploitation des dossiers médicaux des malades avec transcription sur fiche d'étude préétablie (annexe).

Une informatisation des données est réalisée. Les paramètres cliniques, biologiques et radiologiques pré, per et postopératoires de ces patients ont

été regroupés sur un tableau informatique type Access®-Microsoft par un seul et même examinateur.

b-Analyse statistique :

Une étude statistique est réalisée. L'analyse a été faite grâce au logiciel Spss version 20 en collaboration avec le Pr Bouamra et le Dr Amimeur du service d'épidémiologie du CHU de Blida.

L'analyse statistique consiste à estimer les effectifs et le pourcentage pour les variables qualitatives, et les moyennes et les écarts-types, pour les variables quantitatives.

Le test de khi-deux (X^2) a été utilisé pour comparer deux pourcentages lorsque la variable est qualitative, et le test de Fisher si les effectifs théoriques sont inférieurs à cinq. Le Test (T) de Student pour comparer deux moyennes lorsque la variable est quantitative.

Le taux de survie a été déterminé par l'utilisation de la méthode directe Kaplanmayer.

Le test de log -Rank a été utilisé pour comparer entre deux taux de survie.

La saisie de données, le contrôle ainsi que leurs analyses ont été réalisés par l'utilisation du logiciel SPSS version 20.

Pour l'évaluation des résultats cliniques, nous avons adopté les critères osseux d'ASAMI (ASAMI : association pour l'étude de la méthode d'Ilizarov). Ces critères sont basés sur la consolidation ou non, l'absence d'infection ou sa persistance ainsi que l'inégalité de longueur des membres supérieure ou inférieure à 2,5cm. Les patients seront répartis en 4 groupes.

De même, pour l'évaluation des résultats fonctionnels nous avons classé nos patients en fonction des critères de la classification fonctionnelle d'ASAMI qui comprend 5 items.

III-Résultats :

Le recul moyen de la série est de 6.75 ans. Les extrêmes vont de un an et demi à 15 ans. Il n'y a pas eu de perdus de vue ou de décès.

A- La série et l'épidémiologie :

1. Présentation de la série :

Notre série comporte 78 patients représentant 12 femmes et 66 hommes. Dont un présentait une pseudarthrose bilatérale.

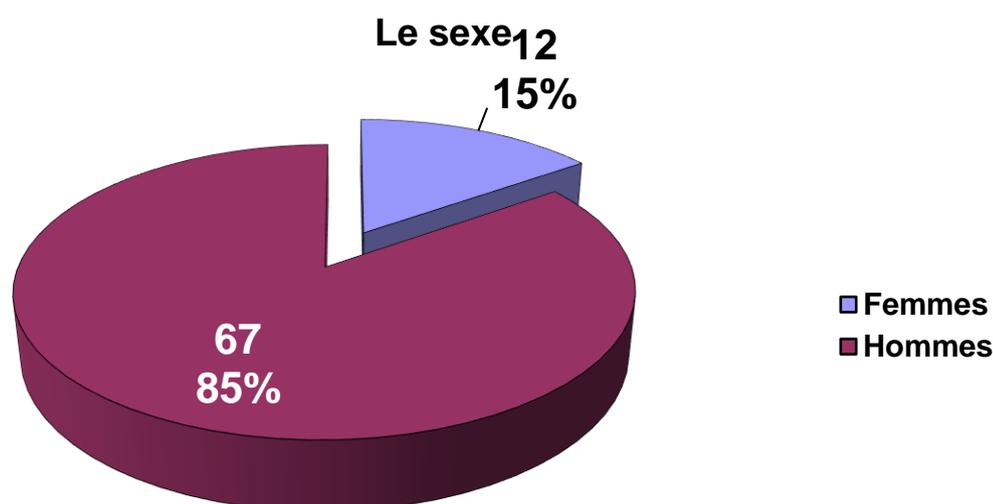
Ces patients ont tous été traités dans le service durant la période de 1995 à 2015 par une même équipe.

2. Sexe du patient

Sexe	Effectif	Pourcentage %
Masculin	67	84,8
Féminin	12	15,2
Total	79	100,0

Tableau 1-Répartition selon le sexe

$$\text{Sex-ratio} = 67/12 = 5.6$$



Graphique. 1-Répartition selon le sexe

Le graphique 1 et le tableau 1 illustrent parfaitement la prédominance masculine.

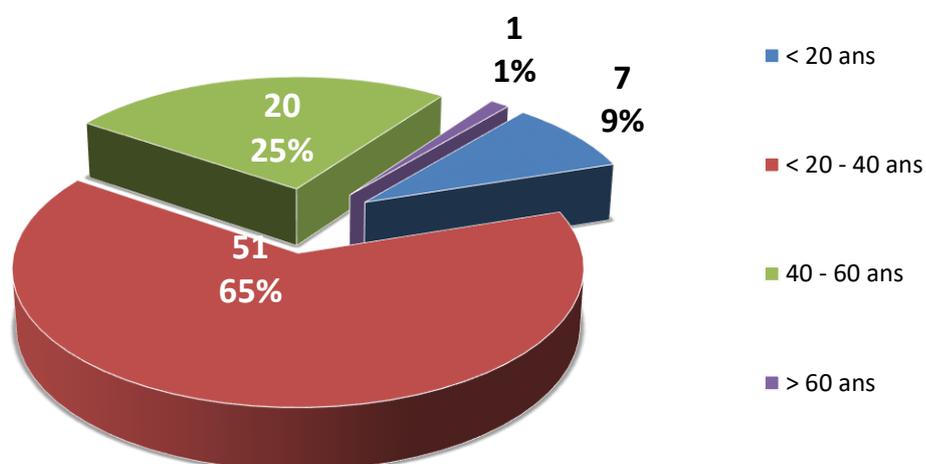
3. Age du patient

Age (année)	Effectif	Pourcentage
<20	7	8,9
20-40	51	64,6
40-60	20	25,3
>60	1	1,3
Total	79	100,0

Tableau 2-Répartition selon l'âge

L'âge adulte-jeune (âge de 15 à 40 ans) représente 73,5 % des cas de notre série. La moyenne d'âge est de 34 ans (graphe 2 + tableau 2).

Age du patient

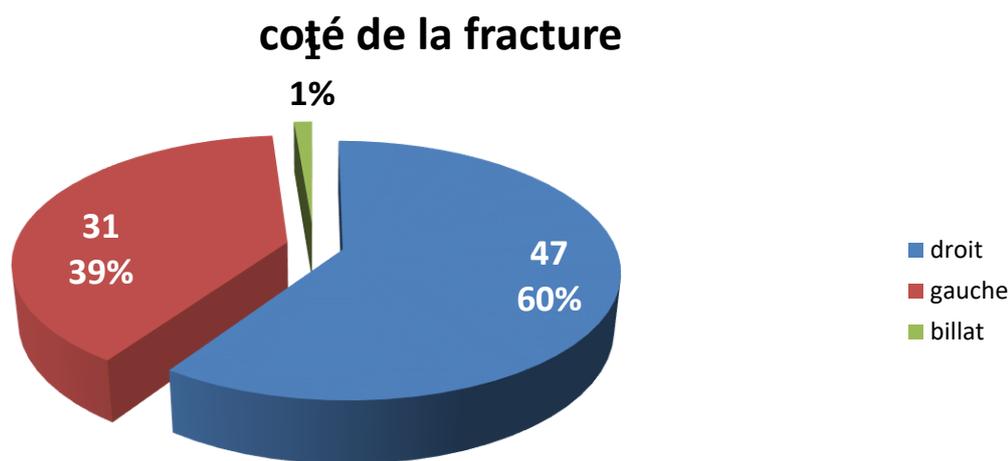


Graphe.2-Répartition selon l'âge.

4. Répartition selon le côté de la fracture

côté de la fracture	Effectif	Pourcentage
Droit	47	59,5
Gauche	31	39,2
Bilatéral	1	1,3
Total	79	100,0

Tableau 3- Répartition selon le côté de la fracture

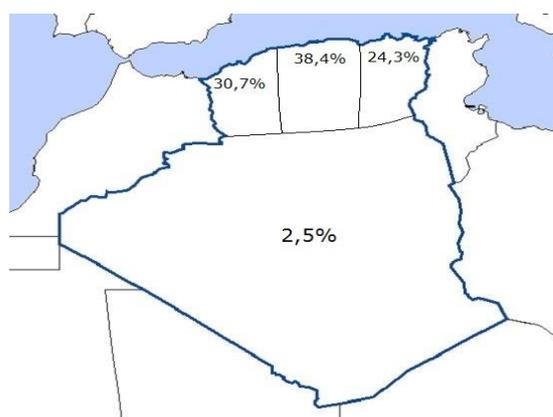


Graph.3-Répartition selon le côté

Nous avons noté un cas de bilatéralité, le côté droit étant plus touché que le côté gauche (47 contre 31) (graphe 3 et tableau 3).

5. Origine des patients :

L'unité septique du CHU de DOUERA a un recrutement national. 96,2 % (n=75) des malades de notre série proviennent des hôpitaux de différentes wilayas du pays comme le montre le tableau ci-dessous, alors que 3,8 % (n=3) sont des malades du service (tableau 4).



Carte géographique :
provenance des patients par régions
du territoire national.

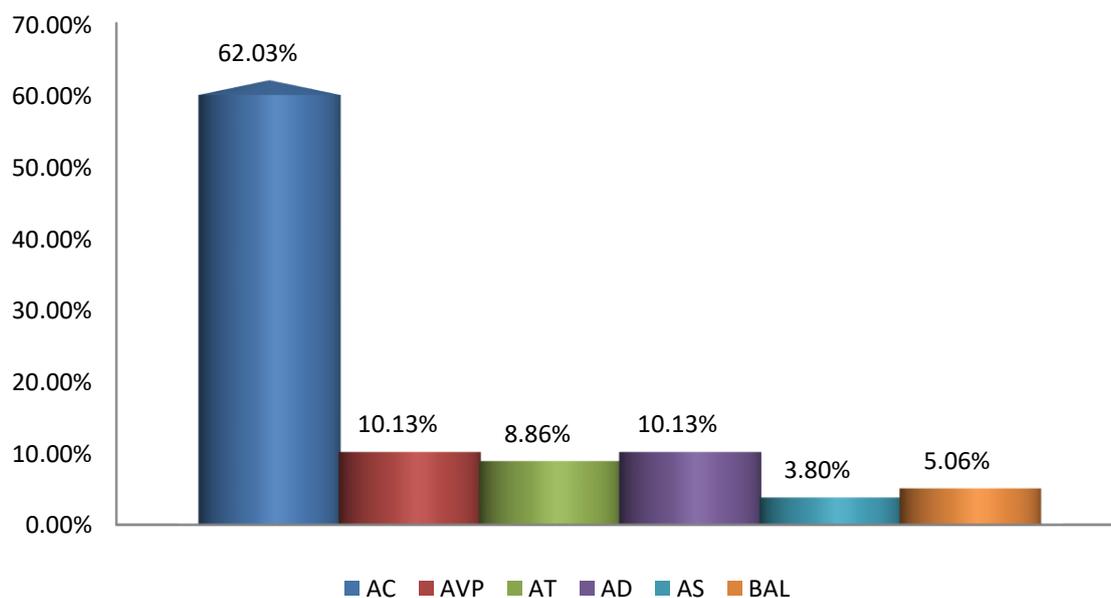
Ouest	Wilaya	Effectif	(%)	
	Mascara	1	1,3	24 30.7%
	Tissemsilt	1	1,3	
	Saida	1	1,3	
	Oran	5	6.4	
	Relizane	4	5.1	
	Ain Defla	4	5.1	
	Tiaret	4	5.1	
	Mostaganem	4	5.1	
Centre	Bejaia	4	5.1	30 38.4%
	Alger	5	6.4	
	Blida	7	9	
	Boumerdès	1	1,3	
	Tipaza	1	1,3	
	Médéa	1	1,3	
	Chlef	10	12.8	
	Tizi-Ouzou	1	1,3	
Est	Annaba	1	1,3	19 24.3%
	Sétif	7	9	
	Skikda	1	1,3	
	Constantine	1	1,3	
	M'sila	5	6.4	
	Mila	1	1,3	
	Souk-Ahras	1	1,3	
	Tébessa	1	1,3	
	Bordj-Bouariridj	1	1,3	
Sud	Tamanrasset	1	1,3	2
	Ghardaïa	1	1,3	2.5%
Service	Douéra	3	3.8	3 3.8%
	TOTAL	78	100	100%

Tableau 4-Wilayas d'origine des patients

6. Type d'accident en cause

Type d'accident	Effectif	Pourcentage	
AC ¹	49	62,0	86,1
AVP ²	8	10,1	
AT ³	7	8,9	
BAL ⁴	4	5,1	
AD ⁵	8	10,1	
AS ⁶	3	3,8	
Total	79	100,0	

Tableau 5-Types d'accident en cause



Graphe. 4-Types d'accident en cause

Les traumatismes à haute énergie (AC, AVP, AT et BAL) sont les plus fréquents (86.1%). L'accident de la circulation reste le traumatisme causal le plus fréquent. Il est retrouvé 49 fois dans notre série (62.03 %). Voir graphe 4 et tableau 5.

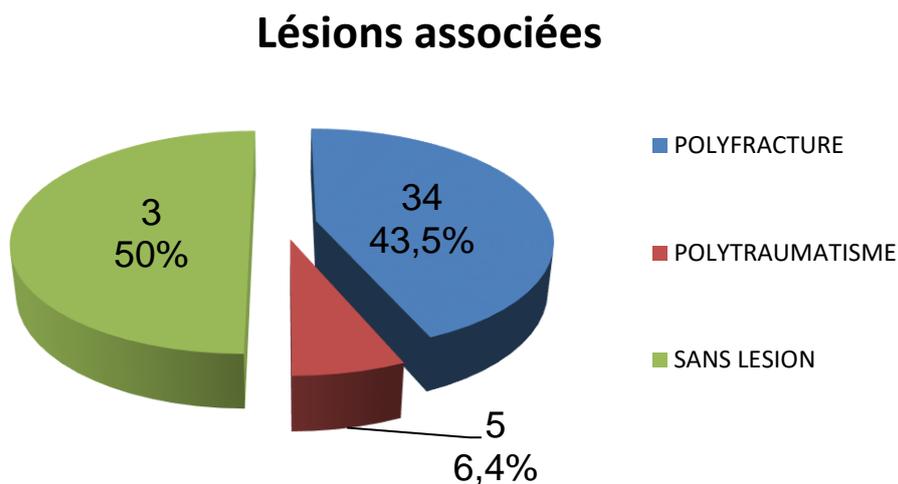
7. Les lésions associées :

La série comporte cinq cas de poly-traumatisme. Il s'agit de 02 traumatismes crâniens, de 02 contusions abdominales (splénectomie) et d'un traumatisme balistique abdominal.

Les poly fracturés sont au nombre de 34 cas. Les fractures associées étaient variées touchant les différents segments squelettiques. Parmi elles on retrouve 7 cas de fractures de jambe, 6 fractures de rotule, 4 fractures bi malléolaires, 3 fractures du col fémoral, et 3 fractures des deux os de l'avant bras (graphe.5 et tableau 6).

Lésion associée	Effectif	Pourcentage
Poly fracturé	34	43,5
Polytraumatisé	5	6,4
Sans lésion	39	50
Total	78	100,0

Tableau 6- Les lésions associées

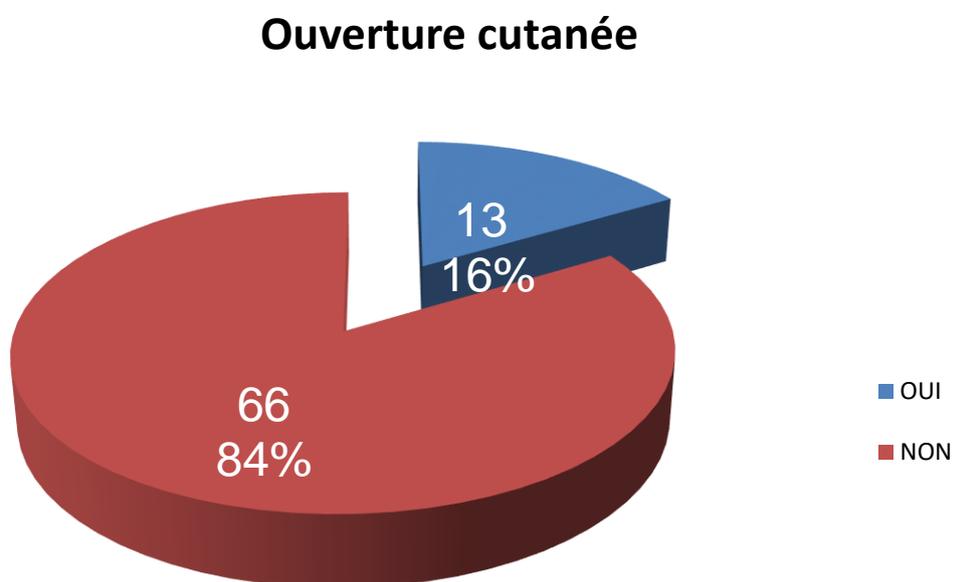


Graph 5-Lésions associées

8. L'ouverture cutanée

Ouverture cutanée	Effectif	Pourcentage
Oui	13	16,5
Non	66	83,5
Total	79	100,0

Tableau 7- L'ouverture cutanée



Graphe 6 : L'ouverture cutanée

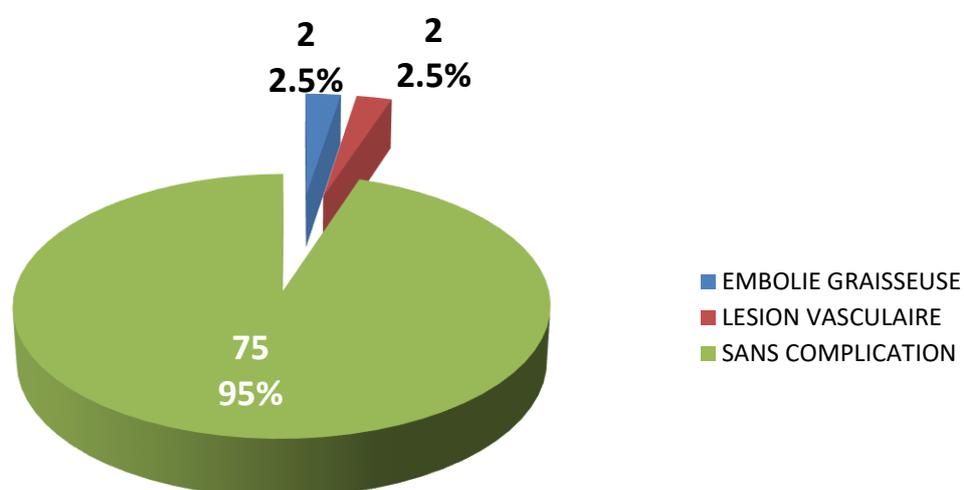
Nous avons noté 13 cas d'ouverture cutanée dans la série soit 16%.(voir graphe 6 et tableau 7).

9. Complications initiales

Complication	Effectif	Pourcentage
Embolie graisseuse	2	2,5
Lésion vasculaire	2	2,5
Sans complication	75	94,9
Total	79	100,0

Tableau 8-Complications initiales

Elles sont très peu fréquentes (5%). Nous avons noté deux cas d'embolie graisseuse préopératoire qui ont évolué favorablement, et deux cas de lésions vasculaires traitées en collaboration avec les chirurgiens vasculaires (graphe 7 et tableau 8).



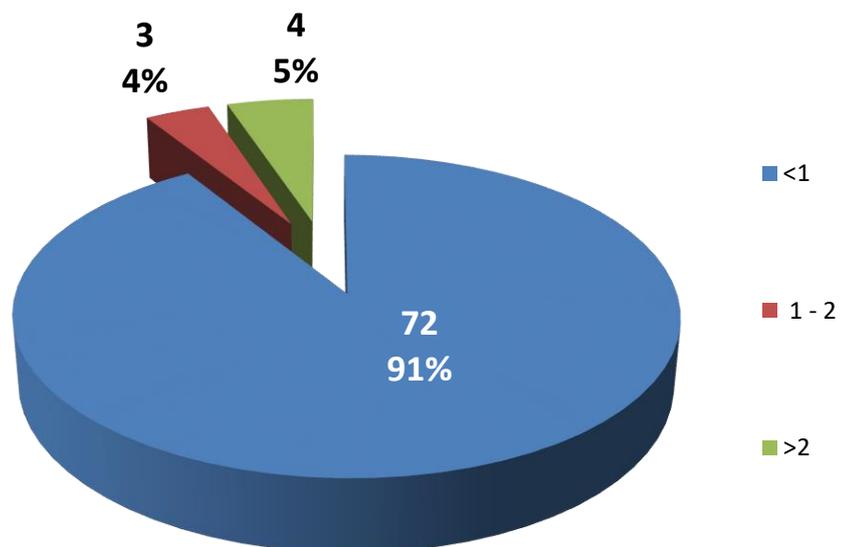
Graphe 7-Complications initiales

10. Délai de prise en charge initiale

Délai de PEC initiale (jours)	Effectif	Pourcentage
<1	72	91,1
1-2	3	3,8
>2	4	5,1
Total	79	100,0

Tableau 9- Délai de prise en charge initiale

La prise en charge initiale des fractures de la diaphyse fémorale s'est faite dans la majorité des cas en urgence (67 cas) (voir graphe 8 et tableau 9) et dans les premières 24 heures dans 6 cas. La majorité des patients ont été opérés en urgence initialement (86%).



Graphe.8-Délai accident-prise en charge (jours).

11. Classification des fractures initiales du fémur

Nous avons adopté la classification de l'AO des fractures diaphysaires du fémur (sous la direction de Muller) qui les a réparti en trois groupes :

Groupe A : fracture simple (spiroïde, oblique supérieure ou simple transversale).

Groupe B : fracture à coin (de torsion intacte, de flexion intacte ou fragmentée).

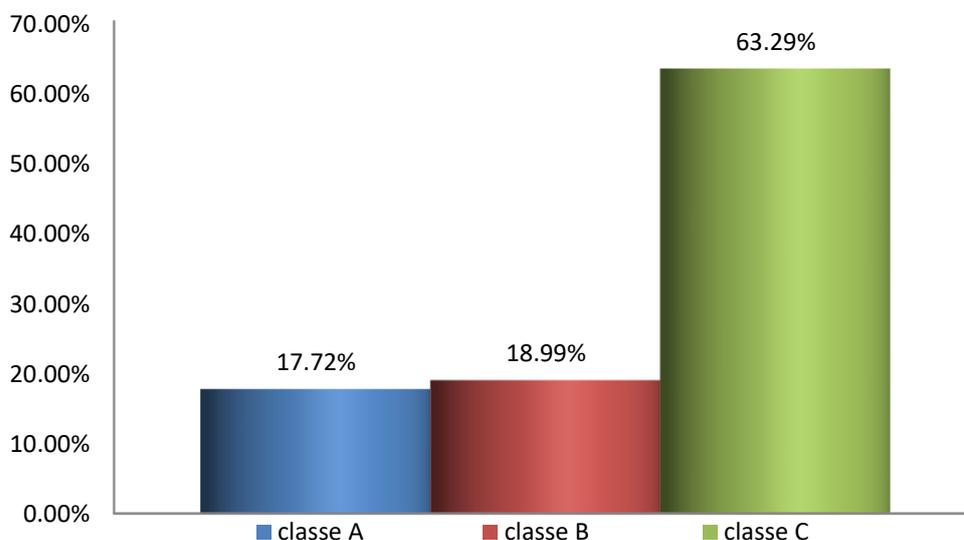
Groupe C : fracture complexe comminutive (spiroïde, bifocale ou comminutives non spiroïde).

La particularité des fractures du groupe B et C est la perte des critères de réduction rendant le traitement difficile et exposant au risque de pseudarthrose.

Dans notre série 50 patients (63.3%) ont été classés dans le groupe C (complexes comminutifs) (Graphe 9 et tableau 10).

Classe	Effectif	Pourcentage
A	14	17,7
B	15	19,0
C	50	63,3
Total	79	100,0

Tableau 10- Classification de la fracture



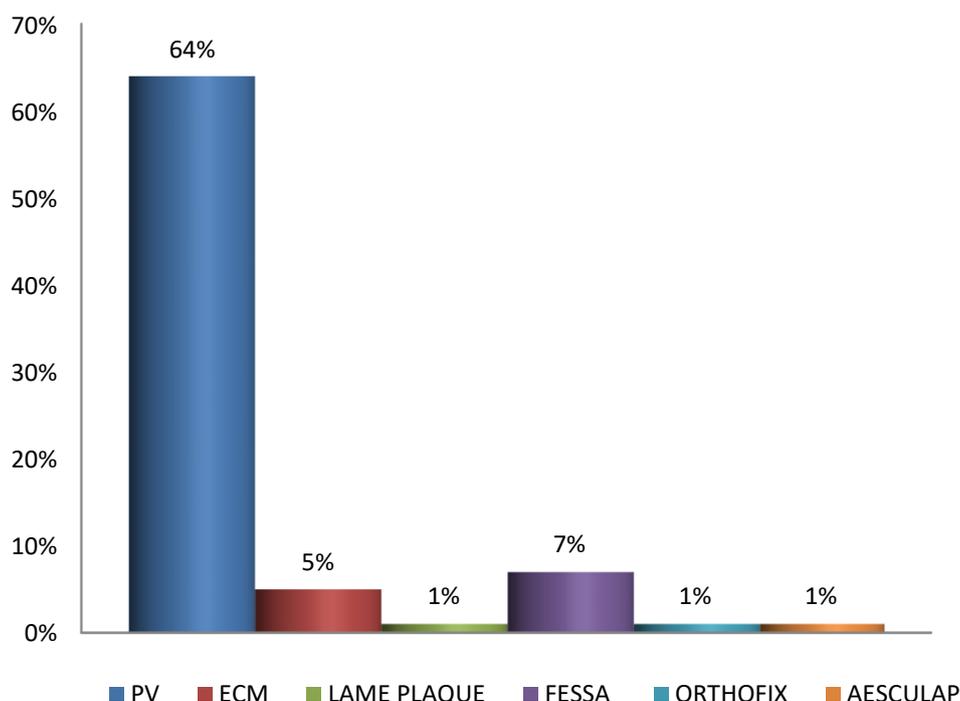
Graphe. 9- Classification de la fracture du fémur

12. Type d'ostéosynthèse initiale

Concernant le traitement initial de ces fractures diaphysaires du fémur 88.6% des fémurs ont été stabilisés par une ostéosynthèse interne. On note une prédominance de la plaque vissée avec 64 cas (81%). L'enclouage centromédullaire a été très peu utilisé seulement pour 5 fémurs (graphe 10 et tableau 11).

	Type	Effectif	%	
Ostéosynthèse Interne	PV	64	81,0	70 88,6%
	ECM	5	6,3	
	LAME PLAQUE	1	1,3	
Fixation Externe	FESSA	7	8,8	9 11,4%
	ORTHOFIX	1	1,3	
	AESFULAP	1	1,3	
	Total	79	100,0	

Tableau 11-Types d'ostéosynthèse initiale



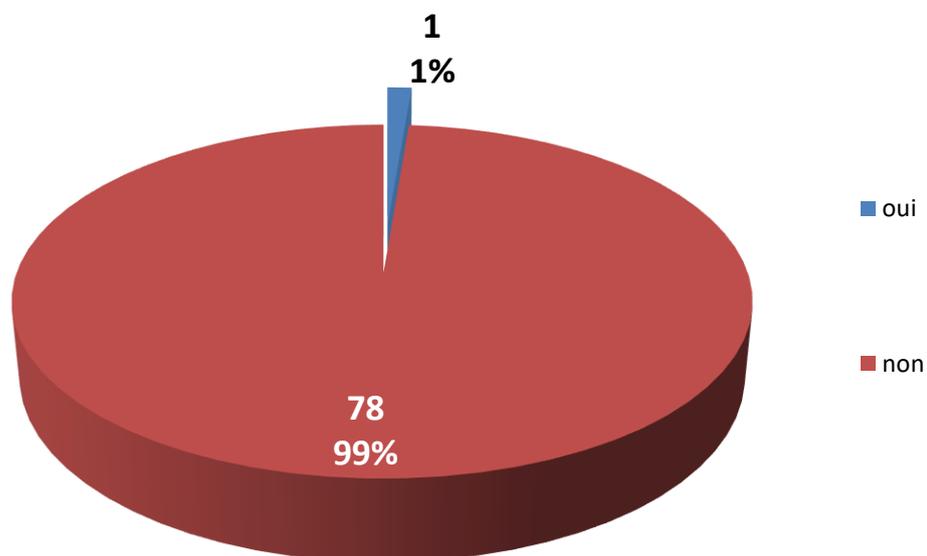
Graphe. 10-Types d'ostéosynthèse initiale

13. Greffe osseuse lors de l'intervention initiale

Greffe osseuse	Effectif	Pourcentage
Non	78	98,7
Oui	1	1,3
Total	79	100,0

Tableau 12- Greffe osseuse initiale

La greffe osseuse a été utilisée une seule fois dans le traitement initial de ces fractures (Graphe. 11 et tableau 12) alors que 50 patients présentent des fractures type C de la classification de l'A.O soit complexes – comminutives, en principe nécessitant un apport osseux initial.



Grphe.11-Greffe osseuse initiale.

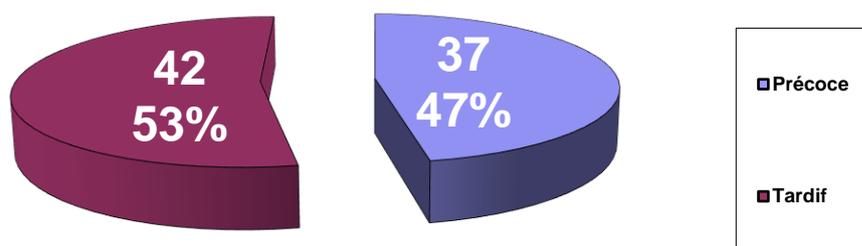
14. Délai d'apparition du sepsis

Précoce	Tardif
37	42

Tableau 13 : Répartition selon l'apparition du sepsis

Au cours de l'évolution post opératoire initiale, le sepsis précoce (avant 21 jours) est apparue chez presque la moitié de nos patients (37 patients)

L'infection tardive au-delà de 21 jours est survenue chez 42 patients (graphe 12 et tableau 13).



Graphe.12- Le délai d'apparition du sepsis.

B. La pseudarthrose et les méthodes thérapeutiques

1. Caractères de la pseudarthrose :

1.1 Le siège de la pseudarthrose

Siège	Effectif	Pourcentage
1/3 supérieur	15	18,99
1/3 moyen	51	64,56
1/3 inférieur	13	16,45

Tableau 14 : Le siège de la pseudarthrose

Le 1/3 moyen de la diaphyse est prédominant avec 64,56 % des cas (tableau 14).

1.2 Le type de pseudarthrose

1.2.1 Aspect

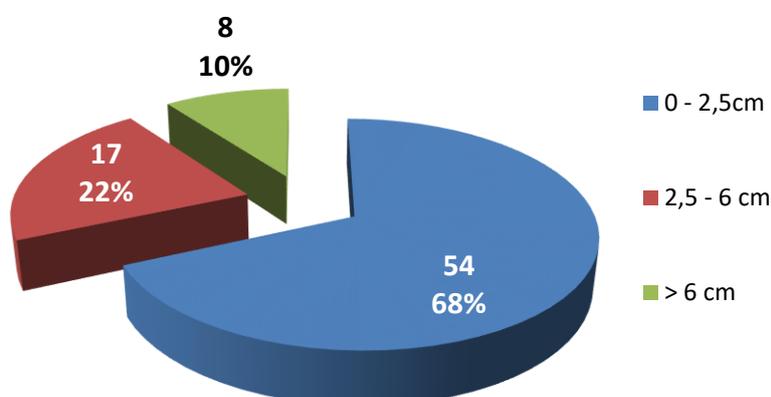
Toutes les pseudarthroses étaient armées essentiellement par ostéosynthèse interne dans 70 cas dont 64 par plaque vissée. Les séquestres osseux sont fréquents, présents dans 65 cas.

1.2.2 La perte de substance osseuse (PSO)

Elle est réellement évaluée après la phase d'excision. La perte de substance osseuse moyenne de la série, au moment de la prise en charge de la pseudarthrose, est de 3,16 cm. Elle varie de 0,5 cm à 12 cm. Seulement 04 pseudarthroses étaient serrées sans perte de substance osseuse. Dans 68% des cas la PSO est inférieure à 2,5cm. Pour 17 cas le défaut varie de 2,5 à 6 cm alors que dans 8 cas il est supérieur à 6 cm (Graph 13 et tableau 15). Quatre (04) fémurs ont présenté une perte de substance osseuse au delà de 10 cm dont 02 était maximale à 12cm.

Perte de substance osseuse (cm)	Effectif	Pourcentage
0	4	5,06
>0 à 2.5	50	63,29
>2.5 à 6	17	21,51
>6	8	10,12
Total	79	100

Tableau 15- La perte de substance osseuse



Graphe. 13- La perte de substance osseuse

2. Les germes en cause

Les germes en cause étaient variables et souvent en association.

(Voire les tableaux ci-dessous).

Germes	Gram	Nombre
Staphylococcus Aureus	G+	55
Escherichia Coli	G - E	29
Pseudomonas	G - E	18
Klebsiella Pneumoniae	G - E	12
Proteus	G - E	12
Streptocoque	G+	10
SerratiaSp	G - E	5
Enterobacter	G - E	3
Enterococcus	G+	3
Acinetobacter	G -	2
CoryneBacterie	G+	2
MorganellaMorgani	G - E	2
Yersinia	G - E	2
ChryseobacteriumIndologene	G -	1

Tableau 16: Germes en cause dans l'infection.

Un total de 156 souches bactériennes est retrouvé avec une moyenne de 02 bactéries par cas. Soixante quatre cas (81%) présentaient une association de deux germes et plus. (Tableau 18).

Selon sa fréquence relative le germe le plus souvent retrouvé est le staphylococcus aureus (55 cas soit 35.25%) (Tableau 16).

Cependant on constate globalement dans la série qu'il y a eu plus de bacille gram négatif (55%) que de Bacille gram positif (tableau 15) représenté par une très forte proportion d'entérobactéries avec 83 souches (Yersinia,

Escherichia Coli, Klebsiella, Proteus, Pseudomonas, Serratia, Enterobacter, MorganellaMorgani.) (Tableau 17).

Bacille gram positif	Bacille gram négatif
70 (44.9 %)	86 (55.1%)

Tableau 17 : Répartition des germes entre gram + et gram-.

Nombre de germes	1 germe	2 germes	> à 2 germes
Nombre de cas	15 19 %	50 63,29%	14 17,7 %

Tableau 18-Nombre de germes par cas

3. Délai à la prise en charge de la pseudarthrose

Ce délai varie de 03 à 51 mois. La moyenne pour la série est de 7,14 mois avec un pourcentage de 54,5% des cas vus avant 6 mois (tableau 19).

Délai	Effectif	Pourcentage
< 6mois	43	54,5
≥ 6mois < 12 mois	24	30,4
≥ 12 mois	12	15,1

Tableau 19 - Délai à la prise en charge

4. Méthodes thérapeutiques

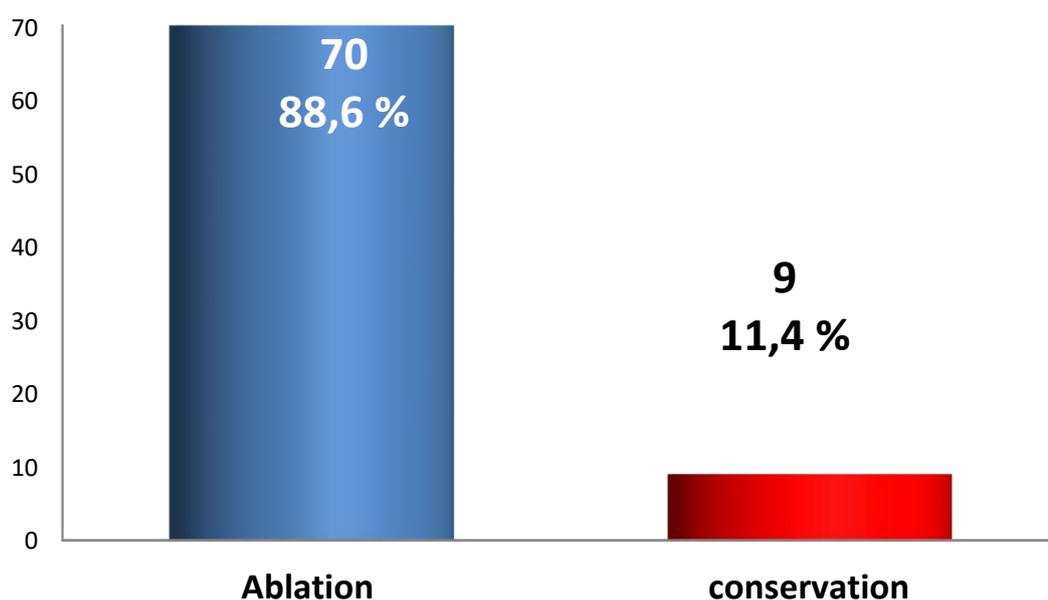
La prise en charge des pseudarthroses infectées diaphysaires obéit à 3 impératifs qui sont l'excision, la stabilisation et la reconstruction.

4.1. Excision :

C'est une étape première essentielle pratiquement «carcinologique» appliquée dans tous les cas. Elle consiste en s'aidant d'une épreuve au bleu de méthylène à l'excision des parties molles infectées (cicatrices opératoires, fistules) complétée par une excision osseuse (ablation de matériel

d'ostéosynthèses interne, séquestrectomie et résection osseuse des zones avasculaires).

La conduite vis-à-vis du matériel initial d'ostéosynthèse était son ablation dans 70 cas (64 plaques vissées ,01 lame plaque ,04 ECM et 01 fixateur). Les 9 cas restants où le matériel a été conservé, il s'agissait de 8 fixateurs externes et d'un enclouage centromédullaire avec un sepsis peu important (Graphe. 14).



Graphe.14-Conduite vis-à-vis du matériel

4.2 Stabilisation osseuse :

On a eu recours à différents types de stabilisation faisant appel au fixateur ou à l'enclouage centromédullaire.

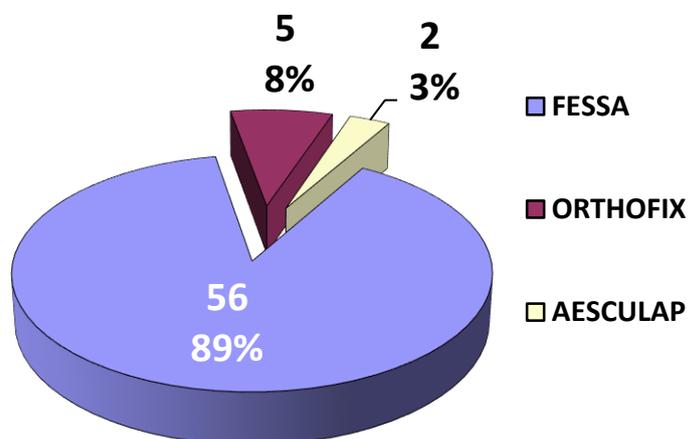
4.2.1 Fixateur externe :

Le fixateur externe le plus souvent utilisé est le type FESSA (56 cas) soit 88,9% de tous les fixateurs implantés. Il représente 79,7% de la stabilisation première de nos pseudarthroses infectées.

Cette fixation externe était en monoplan dans la majorité des cas (96,8 %) sauf pour deux patients (Graph.15 et tableau 22).

Type de FE		Effectif	Pourcentage%	%
Fessa	Monoplan	55	87.3	88,9
	Biplan	1	1.6	
Orthofix Monoplan		5	7.9	7,9
Aesculap	Monoplan	1	1.6	3,2
	Biplan	1	1.6	
Total		63	100	

Tableau 20-Types de fixation externe utilisée



Graph.15-Types de fixation externe utilisée.

4.2.2 Tuteur interne :

L'enclouage centromédullaire qui répond au mieux aux contraintes biomécaniques importantes de la diaphyse fémorale a été utilisé dans 47 cas.

Il était de première intention pour 16 pseudarthroses soit 20,3% .Les conditions infectieuses locales permettaient leurs implantations. Parmi ceux là, il y a un cas où l'enclouage était implanté pour le traitement de la fracture initiale de la diaphyse fémorale. Les 31 autres enclouages ont été réalisés en deuxième intention après fixation externe et amélioration des conditions infectieuses locales.

Tous les clous centromédullaires sont de type Kuntscher sauf pour une localisation proximale qui a fait appel à un clou gamma.

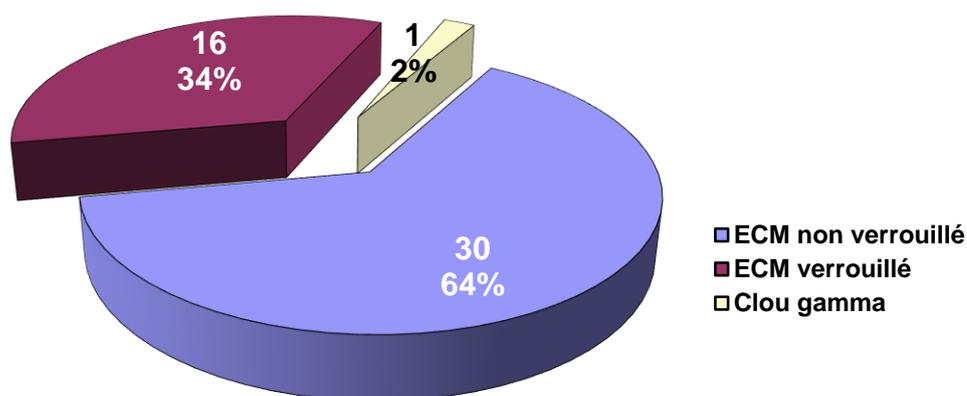
L'alésage est réalisé pour tous les clous. Il a été mis sans verrouillage 30 fois (63,84%). L'enclouage centromédullaire est mis alors à frottement dur.

Le verrouillage a été utilisé dans 16 cas (34,04%). (Graphe 16 et tableau 20).

Dans 17 cas (ECM et clou gamma) le verrouillage a été réalisé représentant 21,51% de la série (graphe 16).

ECM verrouillé	ECM non verrouillé	ECM verrouillé	Clou gamma
30	16	1	
63,84%	34,04%	2,12%	

Tableau 21-Types de tuteur interne utilisé



Grphe.16-Types de tuteur interne utilisé.

4.3 La consolidation osseuse :

Elle a nécessité constamment une greffe osseuse. La méthode d'Ilizarov et les transferts libres vascularisés n'ont pas été utilisés.

4.3.1 Types de greffe osseuse :

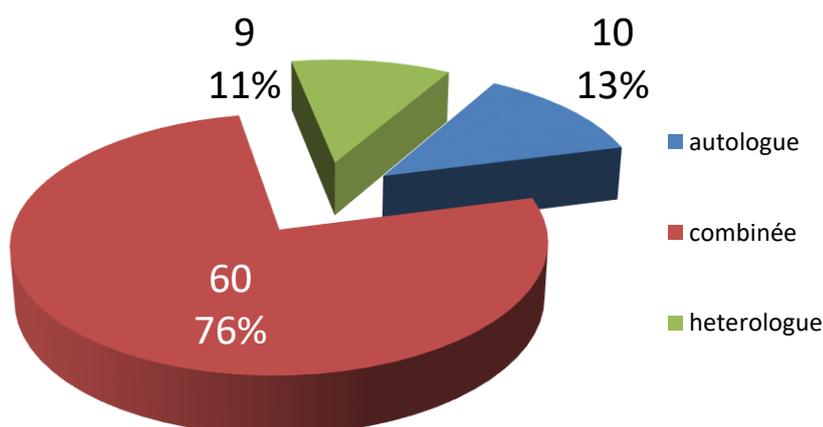
4.3.1.1 Origine de l'os spongieux :

Pour la plus part de nos cas (70 pseudarthroses) nous avons eu recours à une greffe spongieuse autologue soit 88,6%. Elle s'est adressée seule dans 10 cas avec des petites pertes de substance inférieure à 3 cm.

Afin de donner du volume à la greffe osseuse lors des grandes pertes de substance on fait appel à l'os hétérologue combiné à l'os autologue. Il provient de têtes fémorales fournies par la banque d'os du service. Il a été utilisé dans 60 cas (76%).

Dans 9 cas, en raison de l'utilisation auparavant de tous les sites donneurs il a été employé seul (11%) (graphe 17).

Cet os spongieux permet de combler les pertes de substance lors de l'opération de Papineau-Burri ou pour la technique de Masquelet.

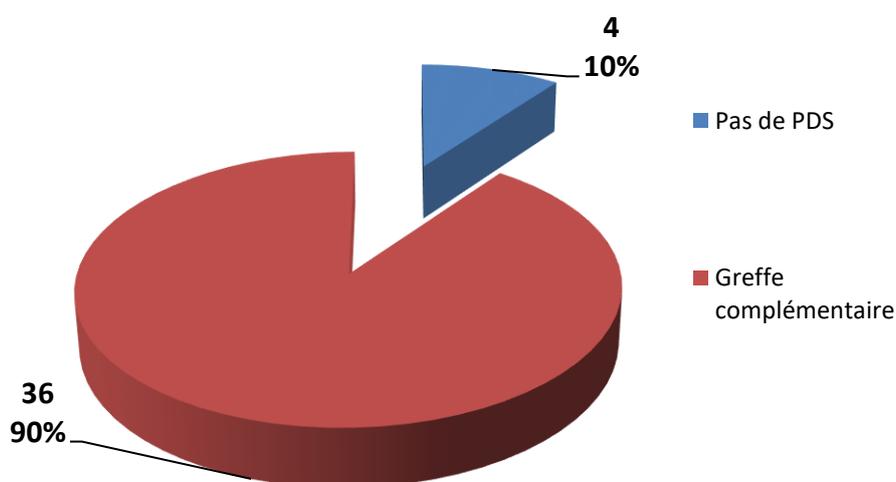


Graphe. 17-Types de greffe spongieuse utilisée.

4.3.1.2. Greffe corticospongieuse :

Elle est autologue prélevée à partir de la crête iliaque antérieure. Elle s'adresse aux cas sans perte de substance osseuse (4 cas) par voie vierge postérieure ou antéro interne pour le 1/3 distal.

Pour palier l'insuffisance du cal par os spongieux nous l'utilisons aussi de manière complémentaire dans 36 cas (45.56 %) (Graphe 18).



Grphe 18-Répartition selon l'utilisation de la greffe osseuse complémentaire.

4.3.2 Les méthodes de reconstruction

Pour la reconstruction osseuse, nous avons utilisé 04 procédés avec apport biologique (voir tableau 24) qui sont:

- En cas de perte de substance osseuse (PSO) :
 - L'opération de Papineau-Burri ou greffe osseuse spongieuse à ciel ouvert (GOSCO).
 - La méthode modifiée de Lortat Jacob associant une greffe osseuse spongieuse avec fermeture partielle (GOSFP) complétée par une greffe corticospongieuse (GCS).
 - La méthode de Masquelet de la membrane induite après mise en place d'un spacer (7.59%).

Seules la GOSCO et la GOSFP avec GCS sont essentiellement utilisés dans 69 cas (87,34 %). Ces 02 procédés sont réalisés pour les très grandes pertes de substance osseuse (PSO jusqu'à 12 cm).

- En cas d'absence de perte de substance osseuse : on fait appel à la greffe corticospongieuse seule (GCS) par voie vierge (dans 04 cas).

Méthode de reconstruction	Effectif	Pourcentage (%)	PSO (cm)
GCS par voie vierge	4	5.06	0
GOSCO	33	41.77	3,03 1 →12
GOSFP+ GCS complémentaire par voie vierge	36	45.56	3,91 0,5→12
Méthode de Masquelet	6	7.59	2 1→ 5

Tableau 22-Répartition selon les méthodes de reconstruction et la perte de substance osseuse

5. Nombre d'interventions chirurgicales :

		Statistiques	Erreur standard
Moyenne		4,71	3,07
Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	4,10	
	Borne supérieure	5,32	
Médiane		4,00	
Ecart type		2,732	
Minimum		1	
Maximum		16	
Intervalle interquartile IIQ		4	

Tableau 23- Nombre de chirurgies

La prise en charge des pseudarthroses a nécessité plusieurs hospitalisations et plusieurs interventions chirurgicales avec une moyenne de 4,7 interventions chirurgicales par malade (tableau 23 et 24). Ces interventions répétées ont consisté en des nettoyages lors de récurrences infectieuses et en des compléments de greffes osseuses.

Minimum	Moyenne	Maximum
01	4.7	16

Tableau 24-Nombre de chirurgies.

C .Résultats thérapeutiques

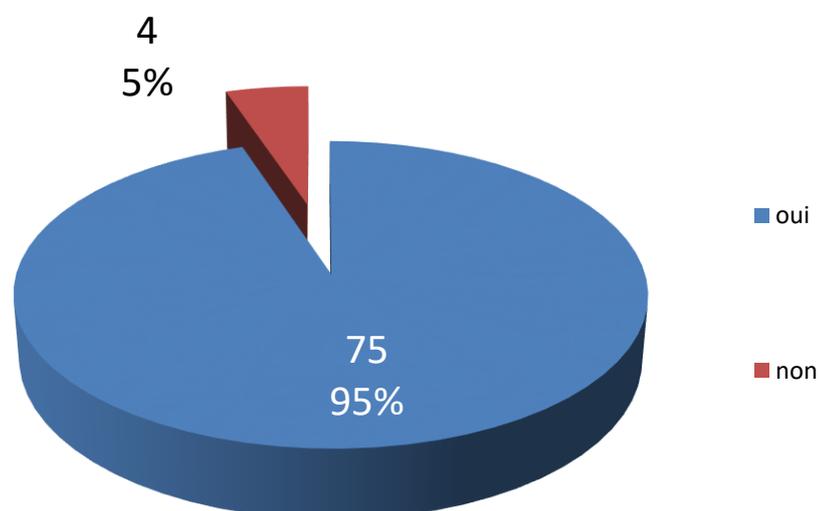
1. La consolidation osseuse :

1.1. Résultats globaux :

Nous avons déploré 4 cas de non-consolidation. 75 cas (94,9 %) ont consolidé avec des délais de 7 à 28 mois .La moyenne est de 19,91 mois. (Graphe 19 et tableau 25).

Consolidation	Effectif	Pourcentage
Oui	75	94,9
Non	4	5,1
Total	79	100,0

Tableau 25- La consolidation osseuse



Grphe 19-Répartition selon la consolidation osseuse.

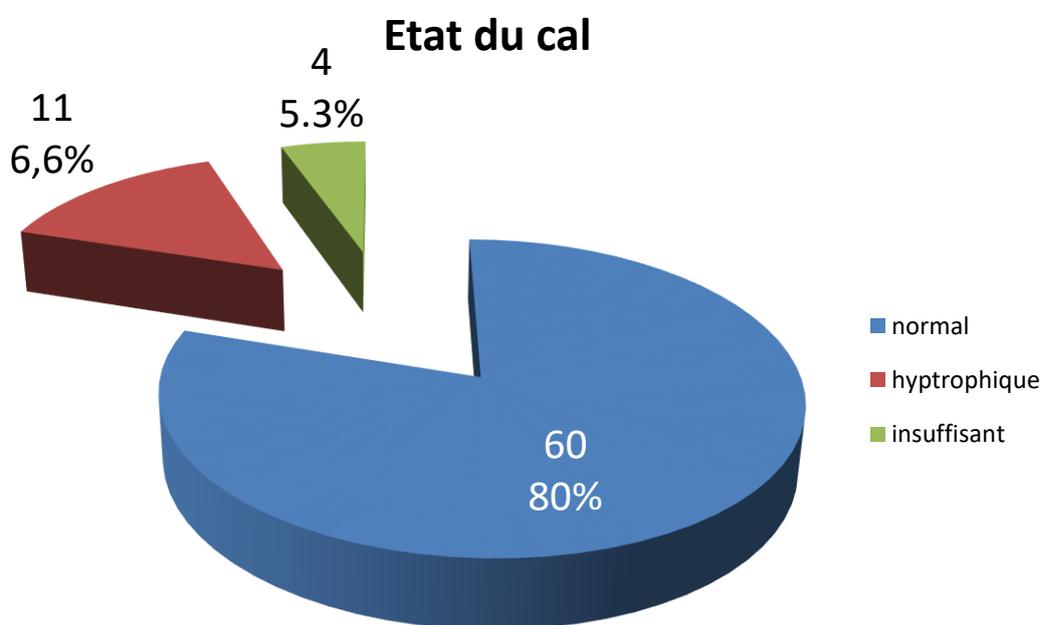
Le taux de consolidation est de 95% dans notre série. Pour les courbes de survie statistique, le taux de survie à 50 mois est de 92,9 % +/- 6,9%. A 64 mois ce taux est de 69,6 +/-20,1%

1.2 La qualité du cal osseux

Sur le plan qualitatif on retrouve 60 calcs normaux (75,9 %), 11 hypotrophiques et 4 insuffisants (graphe 20 et tableau 26).

Etat du cal	Effectif	Pourcentage(%)
Normal	60	80
Hypotrophique	11	14.66
Insuffisant	4	5,33
Total	75	100,0

Tableau 26- La qualité du cal osseux



Grphe 20-Répartition selon la qualité du cal osseux.

1.3 Influence des facteurs épidémiologiques

1.3.1 Le sexe :

Sexe du patient	Effectif	Consolidation		p
		Oui	Non	
Masculin	65	63	4	0.38
Féminin	12	12	0	
Total	79	79	4	

Tableau 27- La consolidation en fonction du sexe

La différence est non significative entre les pourcentages de consolidation des femmes et des hommes (tableau 27).

1.3.2 L'âge :

Age du patient (ans)	Effectif	Consolidation		P
		Oui	Non	
<20	7	7	0	0.92
20-40	51	48	3	
40-60	20	19	1	
>60	1	1	0	
Total	79	75	4	

Tableau 28- La consolidation en fonction de l'âge

La différence est non significative entre les 2 pourcentages de l'âge et de la consolidation (tableau 28)

1.3.3 Le côté de la fracture

Côté de la fracture	Effectif	Consolidation		P
		Oui	Non	
Droit	47	46	1	0.32
Gauche	31	28	3	
Bilatéralité	1	1	0	
Total	79	75	4	

Tableau 29- La consolidation en fonction du côté de la fracture

Sur le plan statistique, la différence est non significative (DNS) entre la consolidation et le côté atteint. La consolidation a été obtenue pour le seul patient avec 02 pseudarthroses bilatérales (tableau 29).

1.3.4 Le type d'accident initial

Type d'accident	Effectif	Consolidation		p
		Oui	Non	
AC	49	48	1	0.09
AVP	8	8	0	
AT	7	6	1	
BAL	4	4	0	
AD	8	6	2	
AS	3	3	0	
Total	79	79	4	

Tableau 30- La consolidation en fonction du type d'accident

Le type d'accident n'intervient pas dans la consolidation, l'indice P étant insignifiant (tableau 30).

1.3.5 Les lésions associées

Lésion Associée	Effectif	Consolidation		P
		Oui	Non	
Poly Fracturé	34	32	2	0.95
Polytraumatisé	5	5	0	
Sans Lésion	39	38	2	
Total	79	75	4	

Tableau 31- La consolidation en fonction des Lésions associées

Nous ne notons pas de différence significative entre les pourcentages de la consolidation et le type de lésion associée (tableau 31).

1.3.6 L'ouverture cutanée initiale

Ouverture cutanée	Effectif	Consolidation		p
		Oui	Non	
Oui	13	13	0	1.0
Non	66	62	4	
Total	79	79	4	

Tableau 32- La consolidation en fonction de l'ouverture cutanée

L'ouverture cutanée n'intervient pas comme facteur influant la consolidation osseuse (tableau 32).

1.3.7 Le délai de la prise en charge de la fracture

Délai accident- prise en charge	Effectif	Consolidation		P
		Oui	Non	
<1	72	68	4	0.81
1-2	3	3	0	
>2	4	4	0	
Total	79	79	4	

Tableau 33- La consolidation en fonction du délai accident-prise en charge.

Il n'y a pas de différence significative entre les pourcentages de la consolidation et le délai de prise en charge initiale de la fracture du fémur (tableau 33).

1.3.8 La classification de la fracture

Classe	Effectif	Consolidation		P
		Oui	Non	
A	14	14	0	0.29
B	15	15	0	
C	50	46	4	
Total	79	79	4	

Tableau 34- La consolidation en fonction de la classification fracturaire.

La classification de la fracture initiale du fémur n'a pas d'influence significative (sur le plan statistique : p à 0,29) sur la consolidation (Tableau 34).

Cependant, les quatre cas de pseudarthrose non consolidées proviennent des fractures de la classe C de l'AO.

1.3.9 La greffe osseuse initiale

Greffe osseuse	Total	Consolidation		p
		Oui	Non	
Non	78	74	4	1.0
Oui	1	1	0	
Total	79	79	4	

Tableau 35- La consolidation en fonction de la greffe osseuse initiale

La greffe osseuse initiale mise dans le foyer de fracture n'a été réalisée qu'une seule fois dans la série sans empêcher sa non consolidation. Le greffon était séquestré et a été excisé. C'est un échantillon très faible non significatif qui ne peut être donc comparé. (Tableau 35).

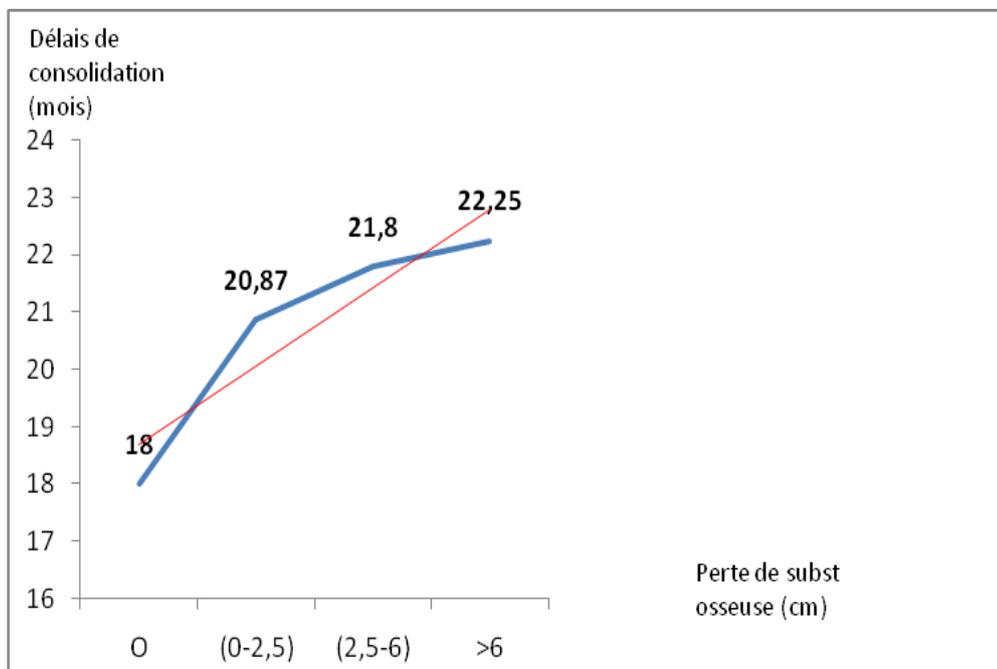
1.3.10 Corrélation entre perte de substance osseuse et délai de consolidation

Perte de substance osseuse (cm)	Effectif	Délai consolidation (mois)	P
0	4	18	0,01
0 à 2,5	50	20,87	
>2,5 à 6	17	21,8	
>6	8	22,25	
Total	75	19,91	

Tableau 36-Corrélation délai de consolidation et la perte de substance osseuse

Le délai de consolidation dans notre série augmente proportionnellement avec la perte de substance osseuse. Il y a une différence significative (P = 0.01) (Tableau 36 et Graphe21).

La courbe des délais de consolidation (en mois) en fonction de la perte de substance osseuse (en cm) est ascendante et proportionnelle confirmant ainsi la relation étroite entre l'allongement des délais de consolidation et l'étendue des pertes de substance osseuse (Graphe21).



Graphe21- Relation entre défaut osseux et délai de consolidation.

1.3.11 Corrélation entre siège de la pseudarthrose et délai de consolidation

Siege	Effectif	Consolidation		Délai consolidation (mois)	P
		Non	Oui		
1/3 Sup	13	2	11	22,08	0,05
1/3 Moy	51	2	49	16,35	
1/3 Inf	15	0	15	21,29	
	79	4	75	19,91	

Tableau 37-Corrélation consolidation, délai et siège de la pseudarthrose

On constate que les délais de consolidation sont plus prolongés au 1/3 distaux de la diaphyse. Le 1/3 supérieur est péjoratif avec de surcroit 02 cas d'échec de consolidation (tableau 37).

Les cas de non consolidation (02) au 1/3 moyen avaient une PSO de 05 et 12 cm.

1.4 Influence du traitement sur la consolidation

1.4.1 Le matériel d'ostéosynthèse

Nous avons noté une différence significative entre les pourcentages de la consolidation et le type d'ostéosynthèse implanté (tableau 38).

En effet l'enclouage centromédullaire est supérieur à la fixation externe concernant la consolidation.

Moyens de stabilisation	Effectif	Consolidation		p
		Oui	Non	
FE	32	29	3	0.01
FE suivi d'ECM	31	30	1	
ECM	16	16	0	
Total	79	75	4	

Tableau 38- Résultats sur la consolidation en fonction du type d'ostéosynthèse.

Tous les cas non consolidés ont été stabilisés par fixation externe. Parmi eux le seul cas traité par fixation externe suivi d'enclouage est une stabilisation de sauvetage fonctionnel du membre. Le patient a présenté initialement une lésion vasculaire de son artère fémorale superficielle. Il a subi de multiples interventions sans succès (opération de Papineau-Burri). Il présente un raccourcissement important de 8 cm du membre inférieur. Il refuse toute amputation (tableau 36).

1.4.2 Les méthodes de reconstruction.

Les seuls cas de non consolidation (4 cas) ont été observés lors de l'opération de Papineau-Burri réalisée en laissant tout ouvert (tableau 39).

Méthode de reconstruction	Effectif	Consolidation	
		Oui	Non
GCS par voie vierge	4	4	0
GOSCO	33	29	4
GOSFP+ GCS Complémentaire	36	36	0
Méthode de Masquelet	6	6	0
Total	79	75	4

Tableau 39- La consolidation en fonction de la méthode thérapeutique utilisée.

1.4.3. Les délais de consolidation versus techniques opératoires

Techniques	Effectif	Délai moyen de consolidation (mois)
GOSCO	29	22,52
GOSFP+ GCS Complémentaire	36	20,33
Méthode de Masquelet	6	19,00
GCS par voie vierge	4	18,00

Tableau 40- Délais de consolidation versus techniques opératoires

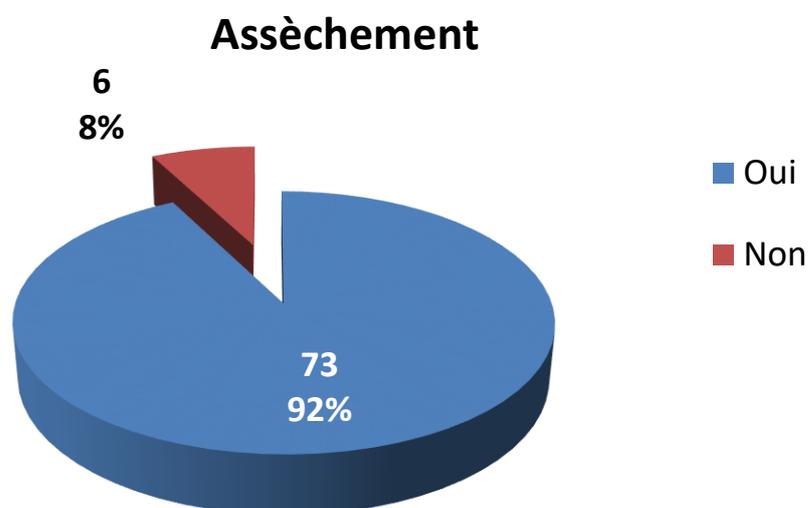
Le délai moyen de consolidation en fonction de la technique opératoire utilisée varie de 18 à 22,5 mois .Ce délai moyen lors de l'opération de Papineau-Burri est le plus élevé avec 22,5 mois alors que sa moyenne pour la série est de 19,9 mois. Les 04 cas sans perte de substance osseuse traités par greffe corticospongieuse ont eu un délai moyen raccourci à 18 mois (tableau 40).

2. Tarissement de l'infection :

2.1 Résultats globaux

Tarissement	Effectif	Pourcentage
Oui	73	92,4
Non	6	7,6
Total	79	100,0

Tableau 41- Le tarissement de l'infection



Graphe 22-Répartition selon l'assèchement.

Soixante treize (73) cas (92%) se sont asséchés. Le délai moyen pour la guérison de l'infection est de 33 mois avec des extrêmes allant de 10 à 96 mois (graphe 22 et tableau 41).

Nous notons que les 4 patients non consolidés ont tous eu un réveil infectieux précoce juste après la greffe osseuse.

Sur le plan statistique, le taux de survie global de tarissement de l'infection était de 96 +/- 3,9 % à 48 mois. Il s'abaisse à 90% à 60 mois puis à 60% pour les rares cas avec un recul de 96 mois.

2.2 Résultats en fonction des données épidémiologiques

Le sexe, l'âge du patient et l'ouverture cutanée n'interfèrent pas dans l'assèchement des lésions infectées. Les différences sont non significatives pour ces 03 facteurs. (Tableaux 42,43 et 44).

2.2.1 Le sexe

Sexe du patient	Total	Assèchement		P
		Oui	Non	
Masculin	67	61	6	0.58
Féminin	12	12	0	
Total	79	79	6	

Tableau42-L'assèchement en fonction du sexe

2.2.2 L'âge des patients

Age du patient (ans)	Effectif	Assèchement		p
		oui	Non	
<20	7	7	0	0.75
20-40	51	46	5	
40-60	20	19	1	
>60	1	1	0	
Total	79	73	6	

Tableau43- Tardissement de l'infection en fonction de l'âge

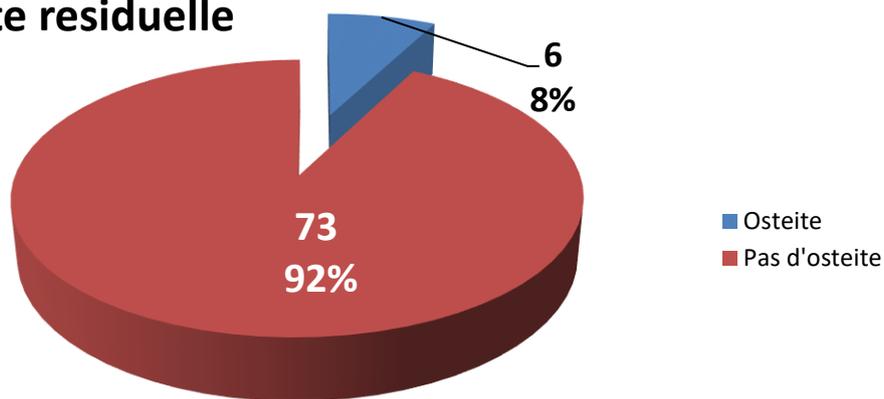
2.2.3 L'ouverture cutanée

Ouverture cutanée	Effectif	Assèchement		p
		Oui	Non	
Oui	13	13	0	0.58
Non	66	60	6	
Total	79	9	6	

Tableau 44- Tardissement de l'infection en fonction de l'ouverture cutanée

3. Ostéite résiduelle :

Osteite residuelle



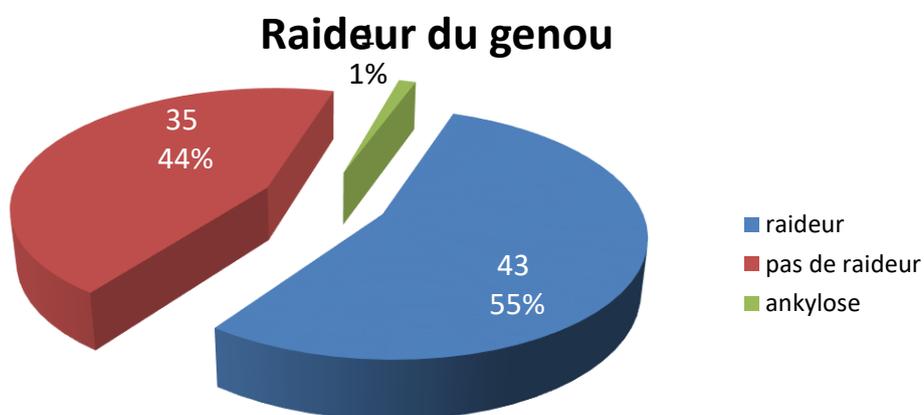
Graphe 23-Répartition selon la survenue d'ostéite.

Nous avons déploré 7,59% (06 cas) d'ostéites résiduelles (graphe 23). Il s'agit de 2 cas sur pseudarthrose consolidée et de 4 cas d'échec thérapeutique.

4. La raideur du genou :

	Effectif	Pourcentage
Raideur	43	54,4
Ankylose	1	1,3
Non	35	44,3
Total	79	100,0

Tableau 45-La raideur du genou



Graphe 24- La raideur du genou.

Près de la moitié des cas (56%) a présenté une raideur ou une ankylose du genou (graphe 24 et tableau 45).

Les raideurs sont toutes en extension. Elles étaient majeures avec un secteur de mobilité inférieur à 15° dans 31 cas.

Moyens de stabilisation	Effectif	Raideur du genou		p
		Oui	Non	
FE et FE suivi d'ECM	63	39	24	0.01
ECM	16	5	11	
Total	79	44	35	

Tableau 46-Corrélation entre raideur du genou et moyens de stabilisation osseuse

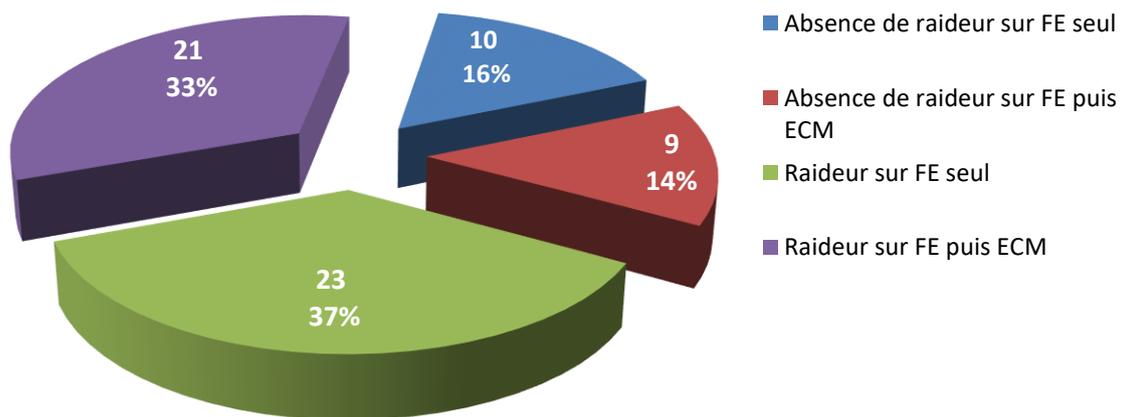
Les plus grands pourvoyeurs de raideurs sont les fixateurs externes seuls, ou suivi d'enclouage centromédullaire. (88,63%).

Les raideurs du genou sur enclouage centromédullaire seul ne représentent que 11,36 %(5 cas) (tableau 46).

Il existe une différence significative entre la fixation externe et le tuteur interne ($p < 0.05$) (voir tableau 46).

Moyens de stabilisation	Effectif	Raideur du genou	
		Oui	Non
FE	32	23 52.27%	9
FE suivi d'ECM	31	21 47.72%	10
Total	63	44	19

Tableau 47-Raideur du genou et fixateur externe versus fixateur externe suivi d'enclouage



Graphe 25- La raideur du genou.

L'enclouage centromédullaire après fixation externe n'influe pas sur le taux de raideur du genou. Il y a autant de raideur avec ou sans implant interne après fixation externe (graphe 25 et tableau 47).

5. Le raccourcissement du membre inférieur

Les inégalités de longueur sont liées aux pertes de substance osseuse non compensées lors de la prise en charge initiale de la pseudarthrose dans notre service. Elles ont été acquises au cours des traitements précédents. Nous n'avons pas tenté d'allongement de segment osseux.

En fin de traitement le raccourcissement est observé dans 58 cas (73,41%). Il varie de 0,5 cm à 10 cm avec une moyenne de 2.6 cm. (tableau 48).

Dans 14 cas (17,72 %) l'inégalité est supérieure à 2,5cm.

Le retentissement fonctionnel dans les grandes inégalités nécessitent des chaussures orthopédiques avec semelles compensatrices qui peuvent aller jusqu'à 10 cm pour 02 patients.

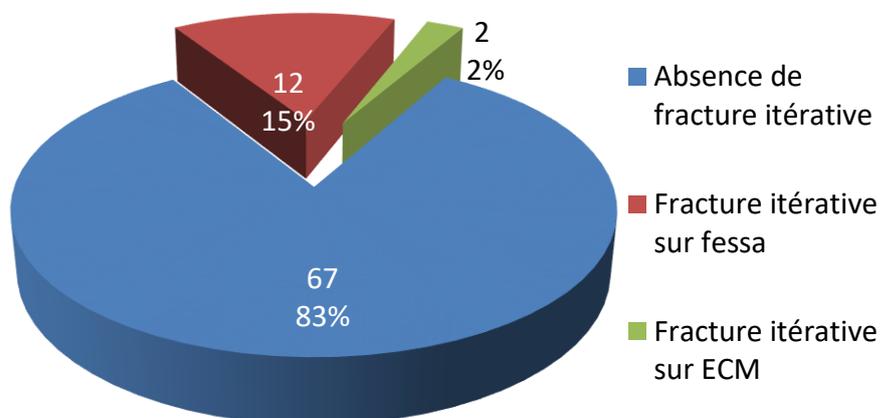
Raccourcissement (cm)	Effectif	Pourcentage
0	21	26,58
0 à 2,5	44	55,69
>2,5 à 6	10	12,65
>6	4	5,06
	79	100

Tableau 48- Le raccourcissement du membre inférieur.

6. Fractures itératives

Moyens de stabilisation osseuse	Total	Fracture itérative		p
		Oui	Non	
FE seul	32	12 37,5%	20	0.04
ECM seul et FE puis ECM	47	2 4,25%	45	
Total	79	14 17,72%	65	

Tableau 49- Comparaison entre fracture itérative et moyens de stabilisation



Graphique 26- Les fractures itératives en fonction du matériel de stabilisation utilisé.

Nous avons recensé 14 cas (17,72%) de fracture itérative dans notre série (graphe 26).

Le pourcentage de fractures itératives diffèrent significativement entre celui de la fixation externe seule et de l'enclouage centromédullaire ($p=0,04$) (tableau 49).

37,5% des cas de la série traités par fixateurs externes seuls ont présenté des fractures itératives.

Nous notons que les porteurs de clou centromédullaires n'ont présenté que 02 fractures itératives (4,25%) après ablation de matériel suite à des ostéites résiduelles (Graphe 26).

7. Le cal vicieux

Moyens de stabilisation	Effectif consolidé	Cal vicieux		P
		<7°	>7°	
FE	29	24	5	0,01
FE suivi de ECM et ECM	46	46	0	
Total	75	70	5	

Tableau 50. Le cal vicieux

Pour les 75 patients consolidés de notre série on retrouve 5 cals vicieux majeurs (>7°) dont 2 cas étaient une forme bilatérale. Ils sont l'apanage exclusif de la stabilisation par fixation externe.

Sur le plan statistique, on a noté une différence significative entre le taux des cals vicieux et celui du matériel d'ostéosynthèse utilisé (tableau 50).

8. L'amputation de cuisse

Deux patients ont nécessité une amputation.

Un cas a été amputé de la cuisse au 1/3 supérieure. Il s'agit d'un patient âgé de 37 ans qui a présenté une fracture fermée sous trochantéro-diaphysaire type C traitée par plaque vissée. L'évolution s'est faite vers la pseudarthrose infectée justifiant l'ablation de la plaque et la mise en place d'un fixateur externe. Les germes en cause étaient multiples et résistants (*Escherichia Coli*, *Proteus Mirabilis*, *Klebsiella Pneumoniae*). La perte de substance osseuse a été estimée à 10cm.

A 48 mois d'évolution sans obtenir la consolidation et l'arrêt de l'infection et en raison du raccourcissement majeur du membre et du retentissement psycho-social une amputation sous-trochantérienne a été réalisée sans pouvoir être appareillé.

Le deuxième patient âgé de 45 ans au bout de 4 ans d'évolution après échec de toutes thérapeutiques en raison d'une perte de substance importante de 12 cm et d'une pandiaphysite une résection fémorale sous trochantérienne a été réalisée. Pour confectionner un moignon de cuisse permettant un bon appareillage une reconstruction de la diaphyse fémorale est entreprise par un procédé particulier de retournement de sa jambe .Le tibia qui est vascularisé a été solidarisé à l'extrémité supérieure du fémur en sous zone sous trochantérienne.

9. La douleur

Elle est souvent signalée et difficilement quantifiable. On la retrouve dans 49 cas (62%). Il s'agit de douleur mixte au froid et de type mécanique. Cette dernière est essentiellement articulaire au genou ou en regard des cicatrices opératoires adhérentes ou d'orifice de fiche de fixateur externe. Dans un cas la douleur était très intense et handicapante en raison d'une myosite distale du quadriceps en regard d'anciens orifices de fiches de fixateur mises en antérieur.

D- résultats finaux:

On a classé les résultats de notre série selon la classification d'ASAMI. La classification ASAMI permet une évaluation osseuse/clinique, et fonctionnelle. (Voir méthode d'analyse des résultats)

La réinsertion socioprofessionnelle a été également évaluée.

1. La classification d'ASAMI osseuse et clinique :

Les résultats finaux de la série sont:

- Très bons : 3 cas (3.8%).
- Bons : 33 cas (41.7%).
- Moyens : 25 cas (31.6%).
- Mauvais : 18 cas (22.8%)

Le taux de consolidation de notre série est de 95%(75 cas) mais seulement 45,6% (36 cas) sont estimés bons et très bons résultats en raison des séquelles associées importantes (cal vicieux et raccourcissement).

Les 18 mauvais cas sont représentés par les 14 cas de fractures itératives et les 4 cas non consolidés. Parmi ces cas 2 patients ont été amputés. Les autres cas avaient un raccourcissement de membre supérieur à 2.5cm.

2. La classification fonctionnelle d'ASAMI:

Les résultats finaux fonctionnels dans notre série ont été :

- Très bons : 28 (35,44%)
- Bons : 18 (22,78%)
- Moyens : 14 (17,72%)
- Mauvais : 17 (21,51%)
- Echec : 2 (2,53%)

Sur le plan fonctionnel, les résultats étaient bons et très bons dans 58,22 % des cas.

On rappelle que près de la moitié des cas (56%) ont présenté une raideur ou une ankylose du genou.

La douleur a été constamment retrouvée en cas de mauvais et moyens résultats (39,2%)

Les mauvais résultats observés et les échecs correspondent aux cas sans reprise d'activité professionnelle

Deux échecs sont répertoriés représentés par les 2 amputations de la série.

3. Reprise socioprofessionnelle.

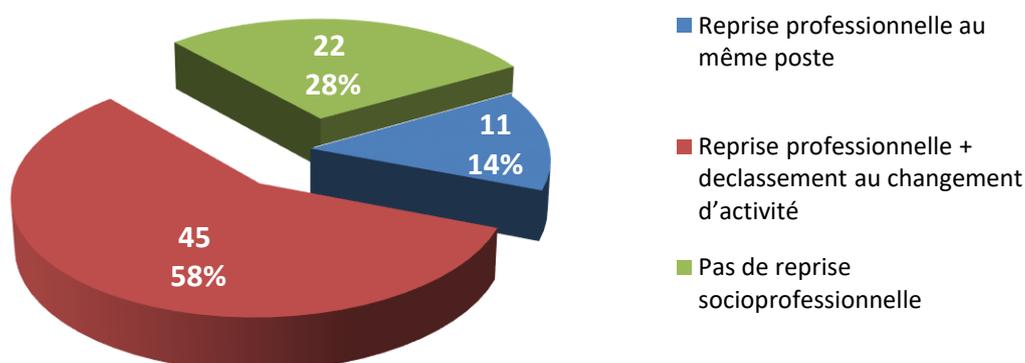
Statut socio professionnel	Effectif	Pourcentage(%)
Reprise professionnelle au même poste	11	14,10
Reprise professionnelle + déclassement + ou changement d'activité	45	57,69
Pas de reprise socioprofessionnelle	22	28,20
Total	78	100

Tableau 51-résultats en fonction de la reprise sociale

Seulement 14,10% des patients de la série ont repris une vie socioprofessionnelle acceptable au même poste après cette lourde complication (graphe 27 et tableau 51).

Cinquante sept % (57,69) ont repris leur activité professionnelle avec un déclassement ou un changement d'activité.

Vingt deux (22) patients (28,20 %) n'ont jamais repris une activité professionnelle en raison des séquelles (non consolidation, raideur, raccourcissement et amputation).



Grphe 27- Résultats en fonction de la reprise social

E –Iconographie :

Cas clinique n°1: C.D âgé de 30 ans, pris en charge pour une fracture sous-trochantéro-diaphysaire complexe stabilisée par une lame plaque à 95°. L'évolution s'est faite vers une pseudarthrose septique (figure a). Décision d'une ablation du matériel et mise en place d'un fixateur externe (figure b) à 2 mois, la perte de substance osseuse est estimée à 12 cm.

Une greffe spongieuse a été associée.



Figure a : Pseudarthrose septique

Sous-trochantéro-diaphysaire sur

Lame plaque à 95°.

Deux mois après, le patient a été repris pour une nouvelle toilette et greffe spongieuse (figure c).

Consolidation et assèchement ont été obtenus à 2 ans d'évolution (figure d).

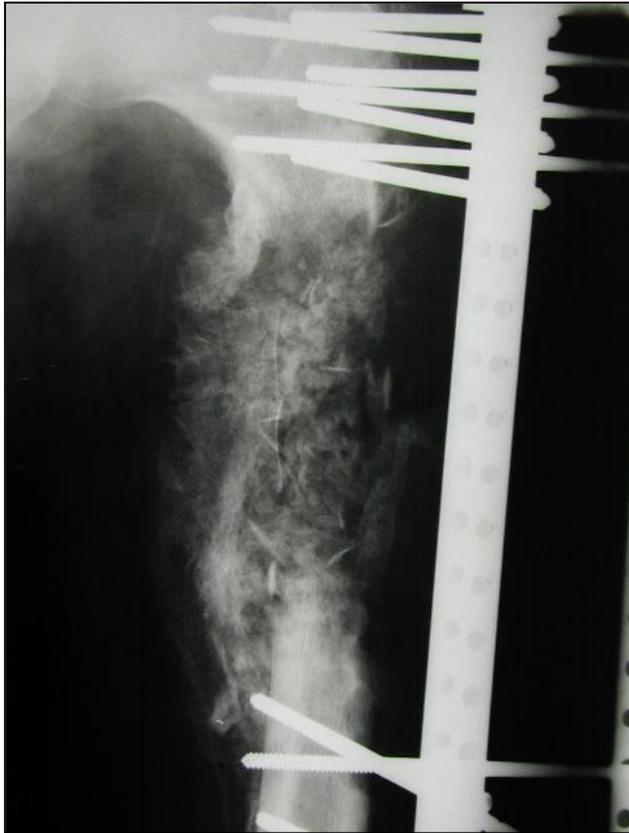


Figure b : Ablation de matériel, toilette, excision et Mise en Place d'un fixateur externe+ greffe spongieuse.



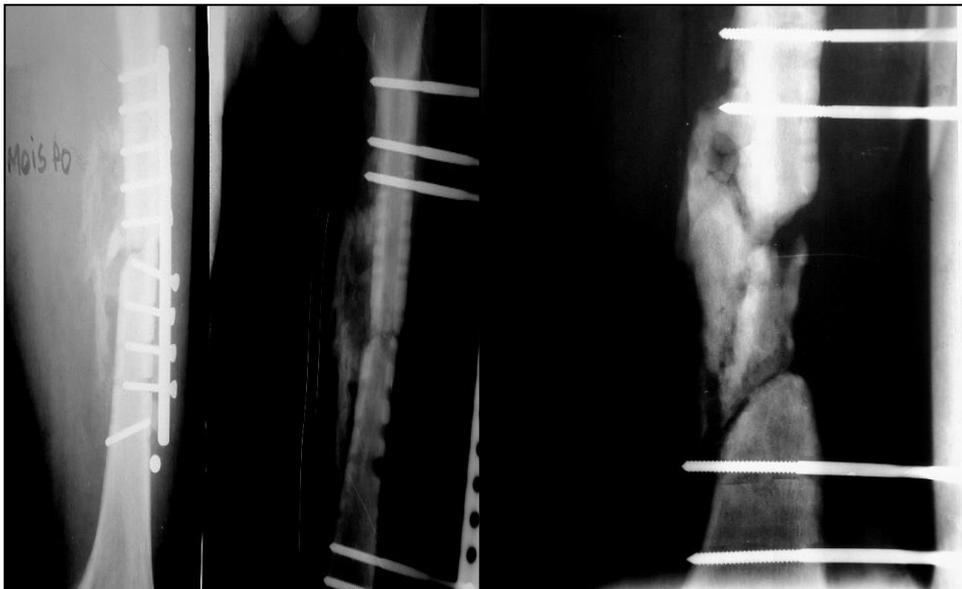
Figure c : Aspect final de Consolidation.

Cas clinique n°2: H.A âgé de 32 ans, opéré pour fracture de la diaphyse fémorale (figure a). On a réalisé chez lui une ostéosynthèse par plaque vissée, à 2 mois postopératoire l'évolution s'est faite vers un démontage et un sepsis (figure b).



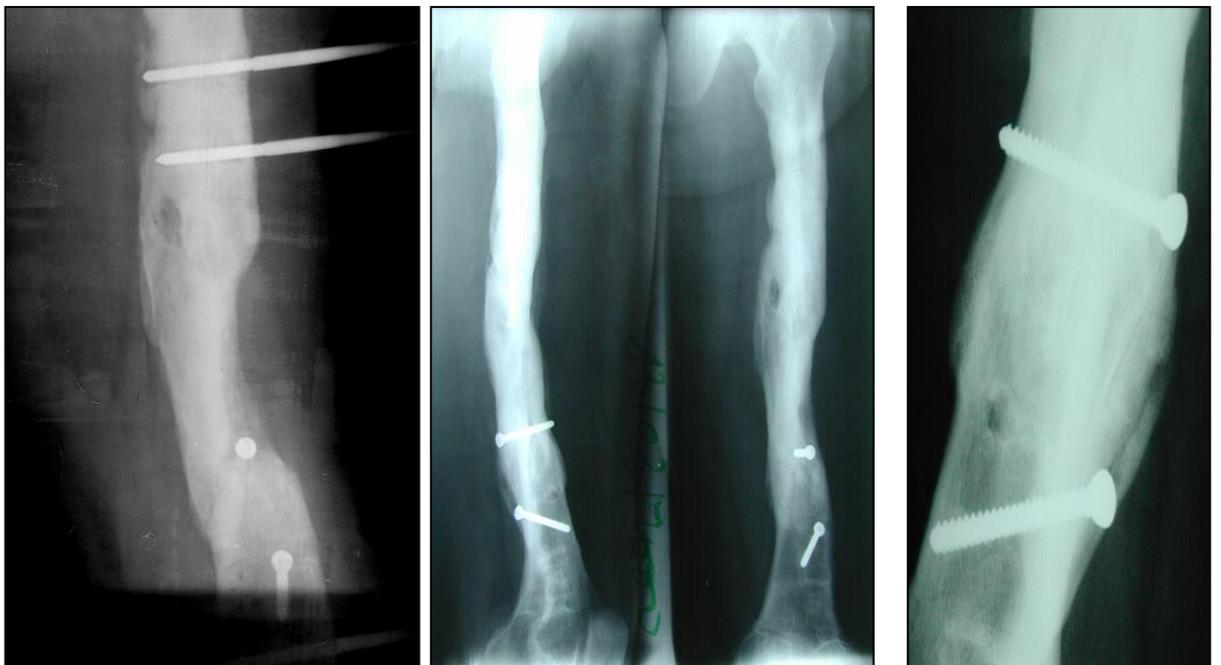
Figure a : Fracture de la diaphyse fémorale ostéosynthésée par plaque vissée. Evolution vers le démontage et le sepsis.

Décision d'ablation de la plaque vissée et mise en place d'un fixateur externe type Fessa (figures b et c).



Figures b et c : Démontage de la plaque vissée. Ablation du matériel, excision et mise en place d'un fixateur externe.

L'assèchement obtenu. On note la présence de 2 foyers de pseudarthrose et une perte de substance de la corticale externe de 6 cm. Une greffe corticospongieuse vissée dans le foyer distal a été réalisée à 3 mois. Consolidation et assèchement obtenus au bout de 6 mois (figures d, e et f).



Figures d, e et f : greffe corticospongieuse vissée et aspect final de consolidation et d'incorporation de la greffe osseuse.

Cas clinique n°3:

Patient âgé de 34 ans, victime d'un accident de la circulation à l'origine d'une fracture complexe du fémur droit, stabilisée par une ostéosynthèse par plaque vissée (figure a).



Figure a : Ostéosynthèse par plaque vissée d'une fracture de la diaphyse fémorale.

L'évolution s'est faite vers un sepsis, repris 45 jours après : ablation de la plaque vissée, excision et mise en place d'un fixateur externe type Fessa (figure b).



Figure b : Evolution vers un sepsis : ablation de matériel, excision et stabilisation par fixateur externe à 45 jours.

Six mois après le patient a été repris à notre niveau: toilette, séquestrectomie, dynamisation du fixateur externe et greffe corticospongieuse vissée (crête iliaque) (figure c).



Figure c : Greffe corticospongieuse et dynamisation du fixateur externe.

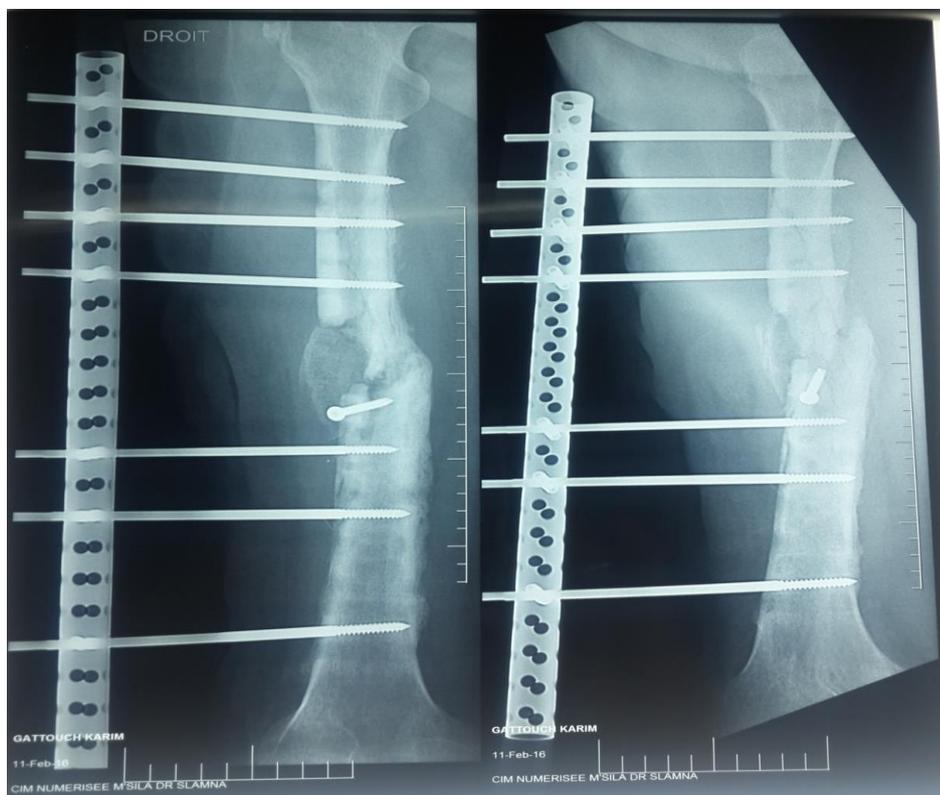


Figure d : Deux mois après.

L'évolution s'est faite vers la consolidation (figures d et e).



Figure e : 3 mois après : bonne évolution (consolidation en cours)

Sept mois après (soit 19,5 mois d'évolution): ablation du fixateur externe après consolidation et assèchement (figure f).

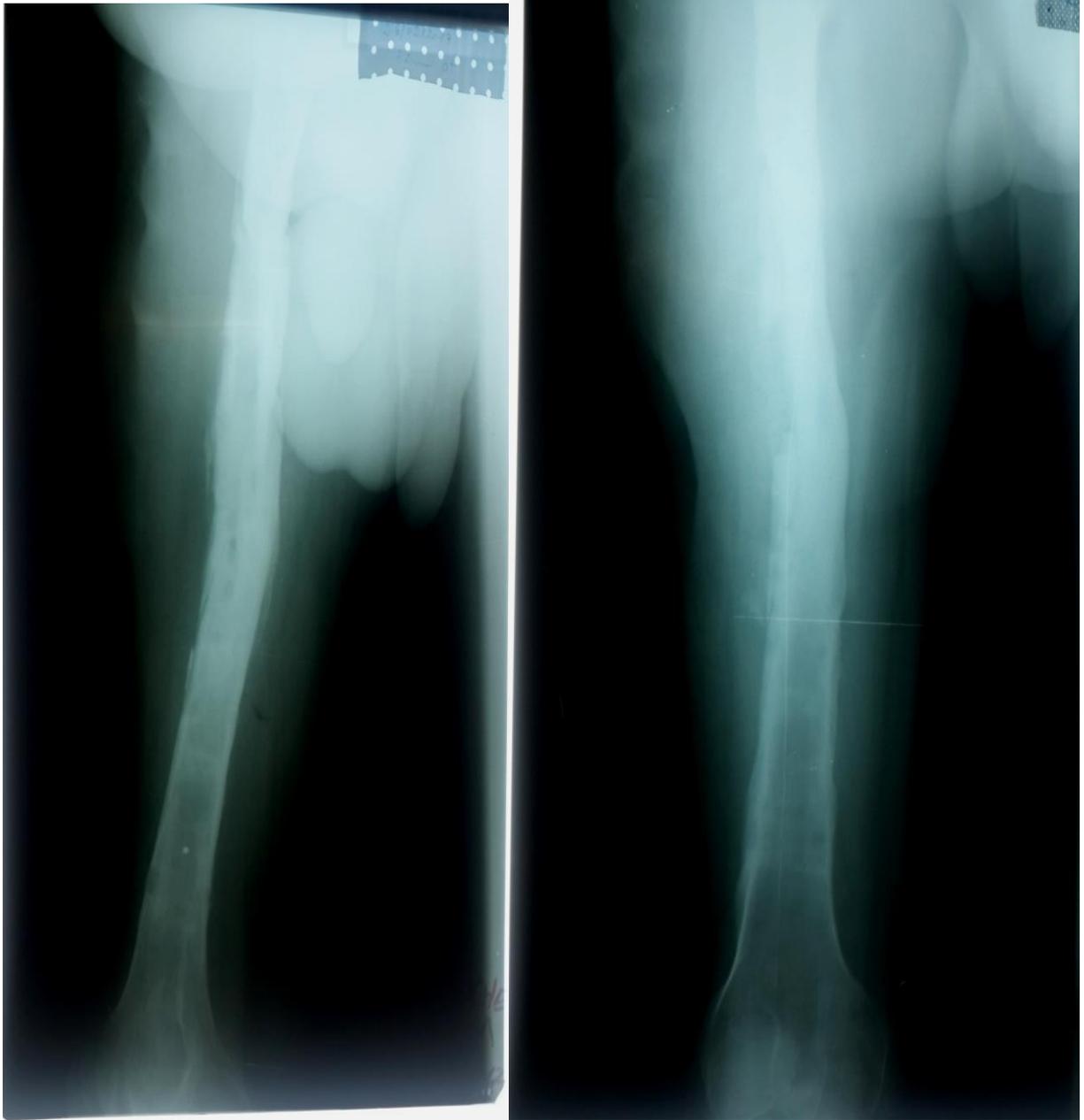


Figure f : A 7 mois, ablation du fixateur après consolidation.

Cas clinique n° 4:

la patiente S.Sara âgée de 15ans, victime en avril 2008 d'un accident de la circulation à l'origine d'une fracture de la diaphyse fémorale droite et du 1/4 inférieur de la jambe droite, traitée par une ostéosynthèse par plaque vissée pour la diaphyse fémorale (figure a) et une immobilisation plâtrée pour la jambe.



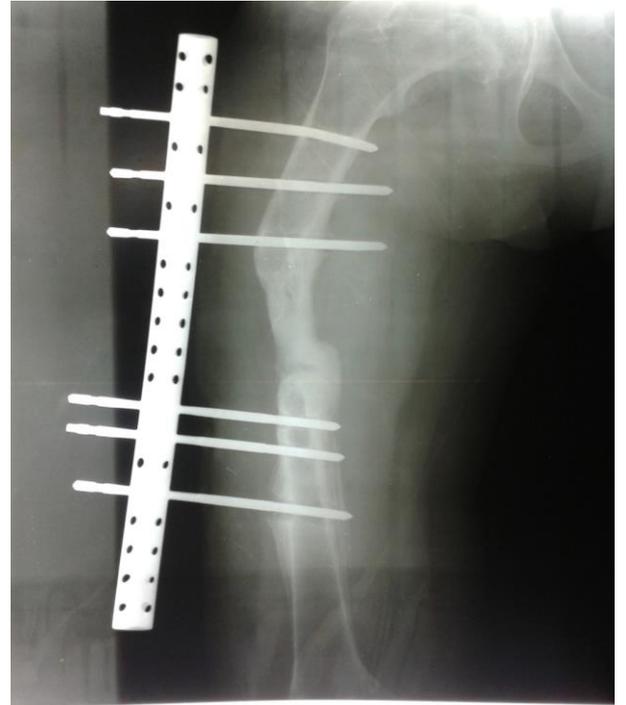
Figure a : Ostéosynthèse par plaque vissée pour une fracture du fémur.

2 mois après, apparition d'une fistule productive, traitée symptomatiquement.



Figure b : Démontage du matériel.

L'évolution s'est faite vers le démontage (figure b), patiente adressée à notre niveau. On a procédé à une ablation de la plaque vissée et une mise en place d'un fixateur externe type Fessa (figures c et d).



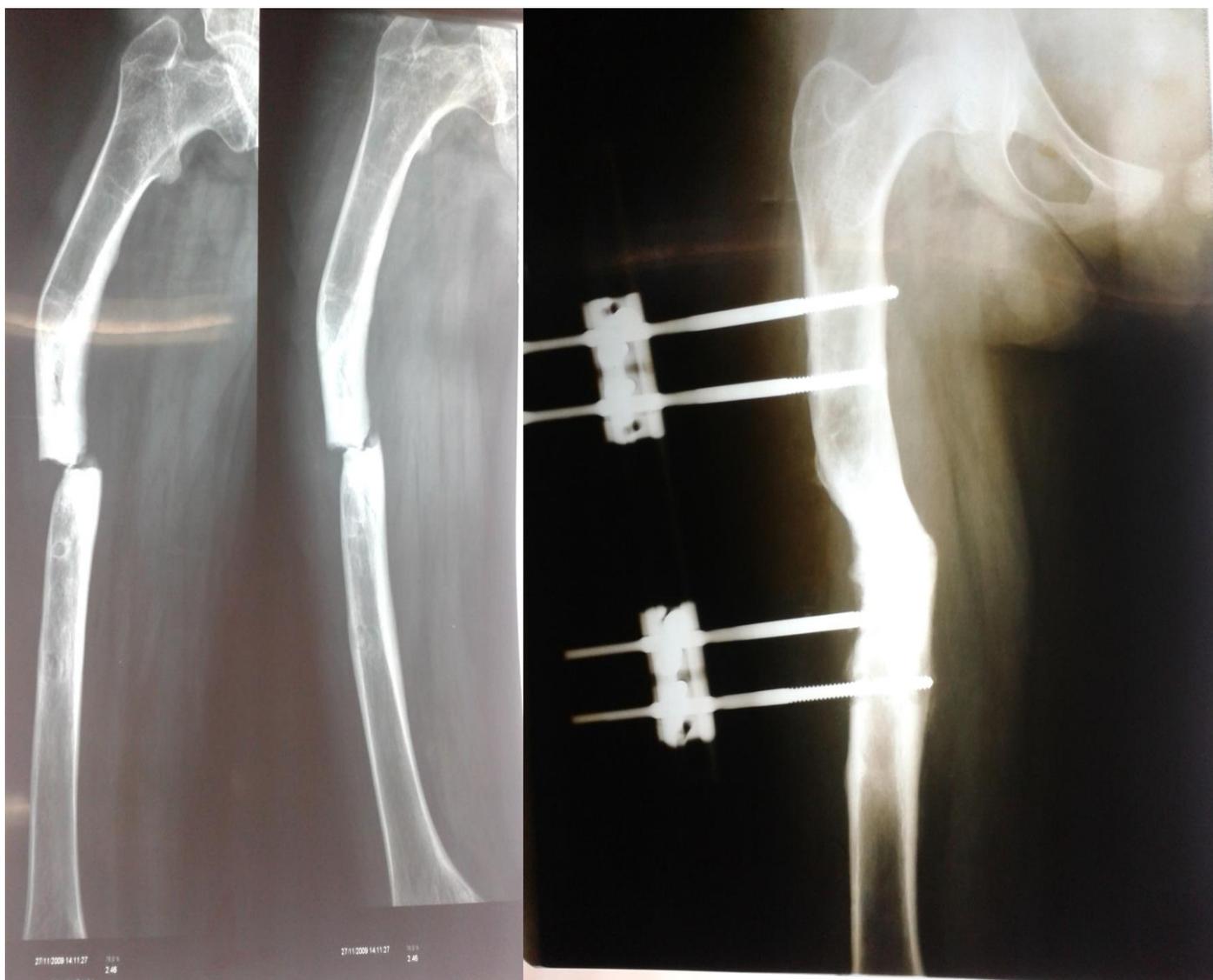
Figures c et d : ablation de la plaque vissée et stabilisation par un fixateur externe type Fessa.

Consolidation acquise et ablation du fixateur au bout de six mois (figures e et f).



Figures e et f : Consolidation osseuse et ablation du fixateur.

6 mois après: fracture itérative stabilisée par fixateur externe type orthofix (figures g et h).



Figures g et h : Fracture itérative. Stabilisation par un orthofix.

Consolidation acquise d'où ablation du matériel à 1an (figure i).

A deux ans d'évolution, consolidation et remodelage osseux (figure j).



Figure i : Gonsolidation osseuse acquise et ablation du fixateur externe au bout d'un an.



Figure j : Aspect de consolidation après 2 ans d'évolution.

Cas clinique n°5:

Le patient M. Ahmed âgé de 52ans, victime d'un accident de la circulation à l'origine d'une fracture étagée et fermée du fémur et jambe droits. La fracture de la diaphyse fémorale a été stabilisée par plaque vissée. 15 jours après, apparition d'un sepsis d'où ablation de la Plaque vissée et stabilisation par fixateur externe type Fessa (figure a).



Figure a : Stabilisation d'une pseudarthrose septique du fémur par fixateur externe type Fessa.

Patient adressé à notre niveau, 18 mois après : greffe spongieuse (figure b) après toilette et excision.



3 mois après: greffe corticospongieuse par voie postérieure vierge (crête iliaque) fixée par 2 vis et une autre greffe spongieuse (figure c).



Figure b : Greffe spongieuse.

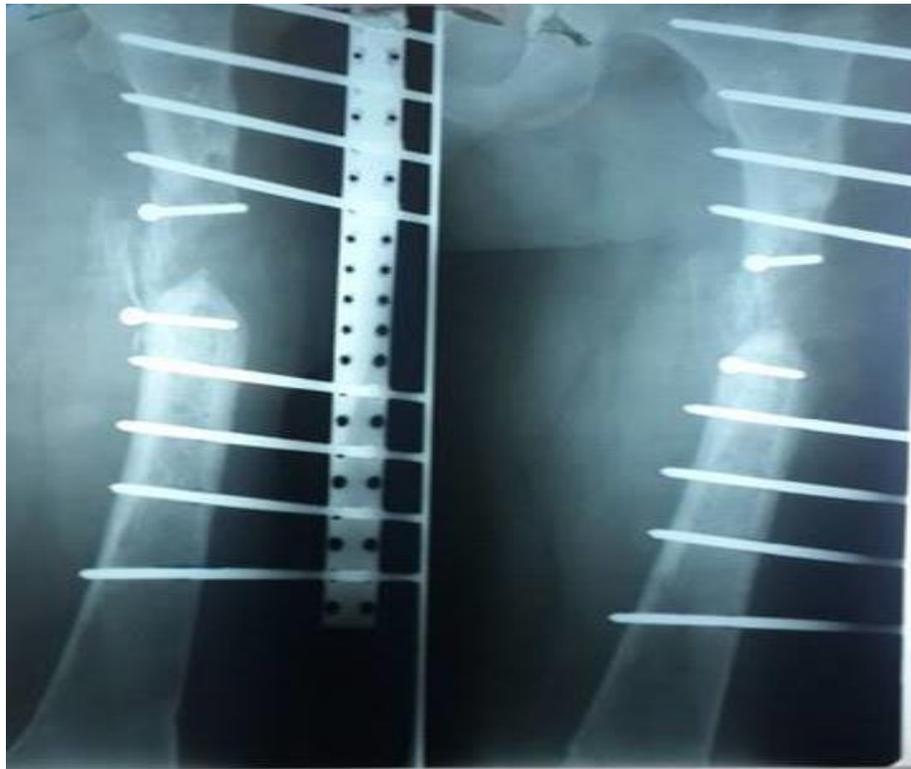


Figure c : Greffe corticospongieuse fixée par 2 vis.

4 mois après: cal insuffisant. Décision de changement de moyen de stabilisation : ablation du fixateur et enclouage centromédullaire après alésage (figure d).



Figure d : Enclouage centromédullaire.



Figure e : Changement du clou par un autre verrouillé en proximal.

A 10 mois, on procède à un changement du clou avec verrouillage proximal.

A 19 mois d'évolution: consolidation et ablation du clou (figure f).



Figure f : Aspect final de consolidation.

Cas clinique n°6:

Le patient O. Abdelaziz victime en 2003 d'un accident domestique à l'origine d'une fracture fermée du fémur gauche, stabilisée par une plaque vissée, évoluant vers un sepsis précoce.

Repris à 6 mois: ablation de la plaque vissée et mise en place d'un fixateur externe type Fessa, adressé à notre niveau 18 mois après, on a réalisé chez lui une séquestrectomie et greffe corticospongieuse vissée (figure a).



Figure a : Pseudarthrose septique du fémur stabilisée par un fixateur externe type Fessa avec une greffe corticospongieuse vissée.

12 mois après: consolidation et ablation du fixateur.



Figure b : Ablation du fixateur après consolidation osseuse.

2 ans après, le patient présente une fracture itérative stabilisée par un fixateur externe type Fessa (figure c et d).



Figures c et d : Fracture itérative stabilisée par un fixateur externe.

6 mois après: enclouage centromédullaire avec alésage et greffe spongieuse (figure e).



Figure e : ablation du fixateur externe et enclouage centromédullaire en un temps.

Après 6 mois, on procède à un changement du clou et greffe corticospongieuse prélevée à partir de sa crête iliaque (figure f).



Figure f : changement du clou et greffe corticospongieuse.

A 18 mois, consolidation et assèchement sont obtenus (figure e).



Figure g : Consolidation osseuse obtenue.

3 ans après, ablation du clou centromédullaire (figure f).

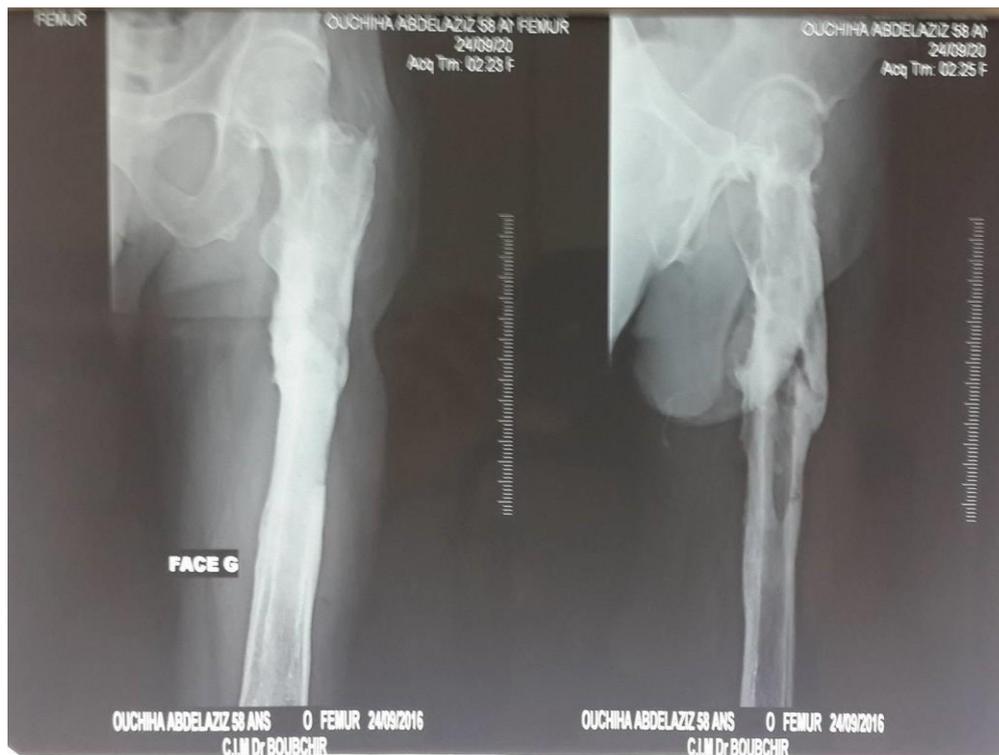


Figure h : Aspect final de consolidation osseuse après ablation du clou centromédullaire.

Cas clinique n°7 :

Le patient L. Abdelmadjid âgé de 25 ans, victime d'un accident de la circulation à l'origine de fractures fermées des deux diaphyses fémorales classées B1 selon la classification AO. Il a bénéficié d'une réduction et stabilisation par deux plaques vissées, dont l'évolution a été marquée par une pseudarthrose septique à droite avec démontage du matériel d'ostéosynthèse (figure a).

La décision fut une ablation de matériel, excision et une stabilisation par enclouage centromédullaire (figure b).



Figure a : pseudarthrose infectée du fémur avec démontage du matériel.

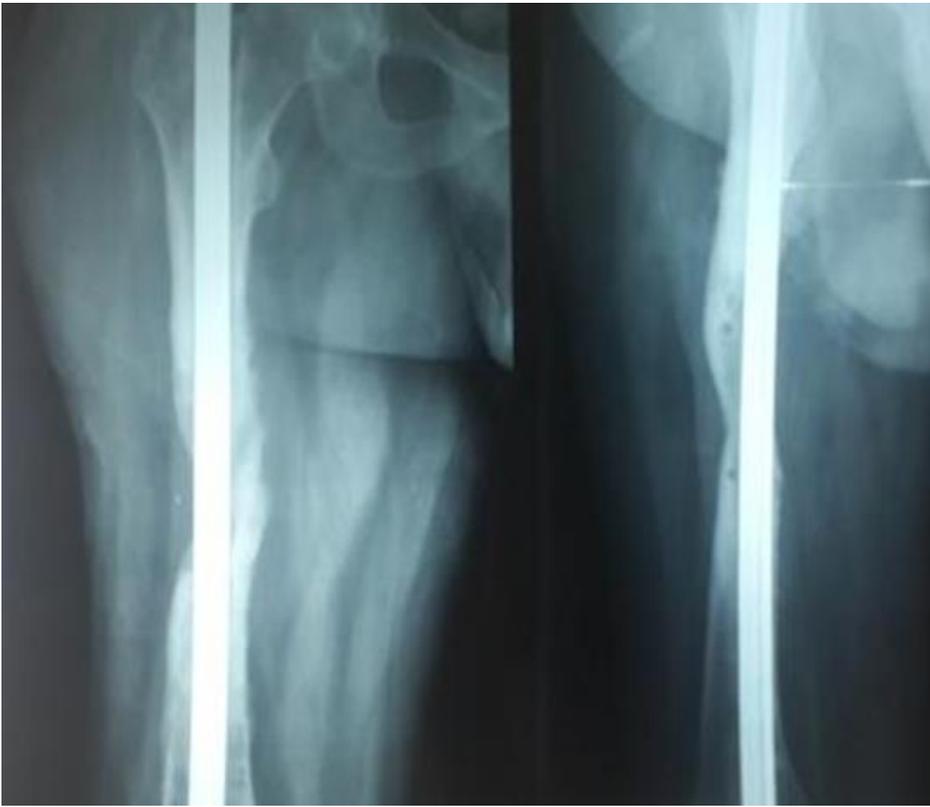


Figure b : enclouage centromédullaire.

Deux mois après le patient a subi une séquestrectomie, un changement de clou et une greffe corticospongieuse (figure c).

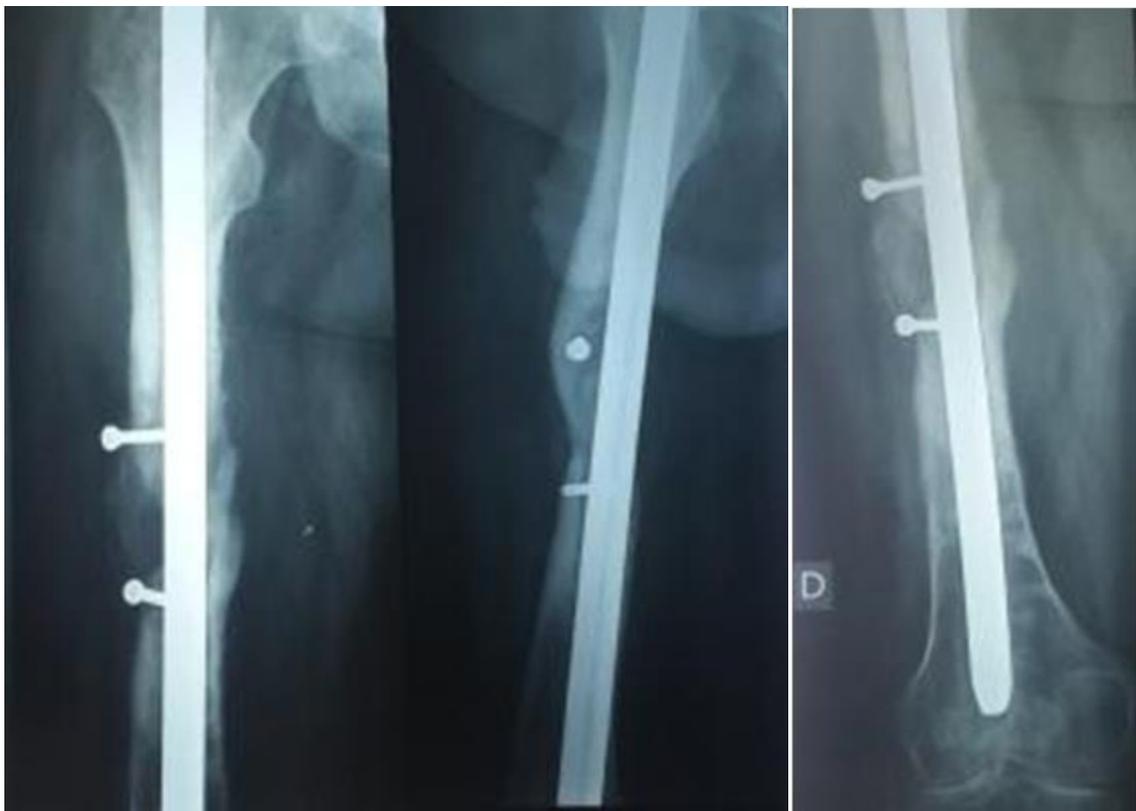


Figure c : changement du clou et greffe corticospongieuse fixée par 2 vis.

La consolidation a été obtenue après 6 mois de la date de mise en place du clou (figure d).



Figure d : aspect final de consolidation osseuse.

Deux mois après, on a procédé à une toilette et une ablation des 2 vis (figure e).



Figure e : aspect après ablation des 2 vis. Consolidation et assèchement obtenus.

Cas clinique n°8:

Le patient K. Mohamed âgé de 25 ans, victime d'un accident de la circulation à l'origine d'une fracture fermée de la diaphyse fémorale gauche, stabilisée par plaque vissée, évoluant vers un sepsis précoce et un démontage du matériel d'ostéosynthèse, adressé à notre niveau (figure a).

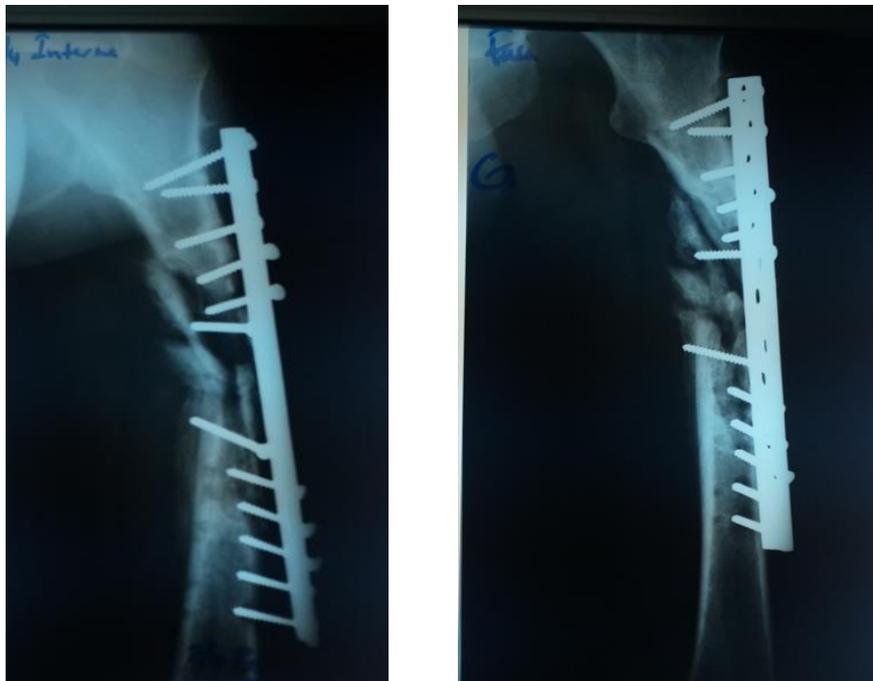


Figure (a): Pseudarthrose infectée du fémur sur plaque vissée

On a réalisé chez ce patient (4 mois après) une ablation de la plaque vissée avec stabilisation par enclouage centromédullaire après mise à plat d'un abcès (figure b).



Figure (b) : enclouage centromédullaire.

6 mois après ; on procède à un changement du clou et une greffe corticospongieuse (figure c).

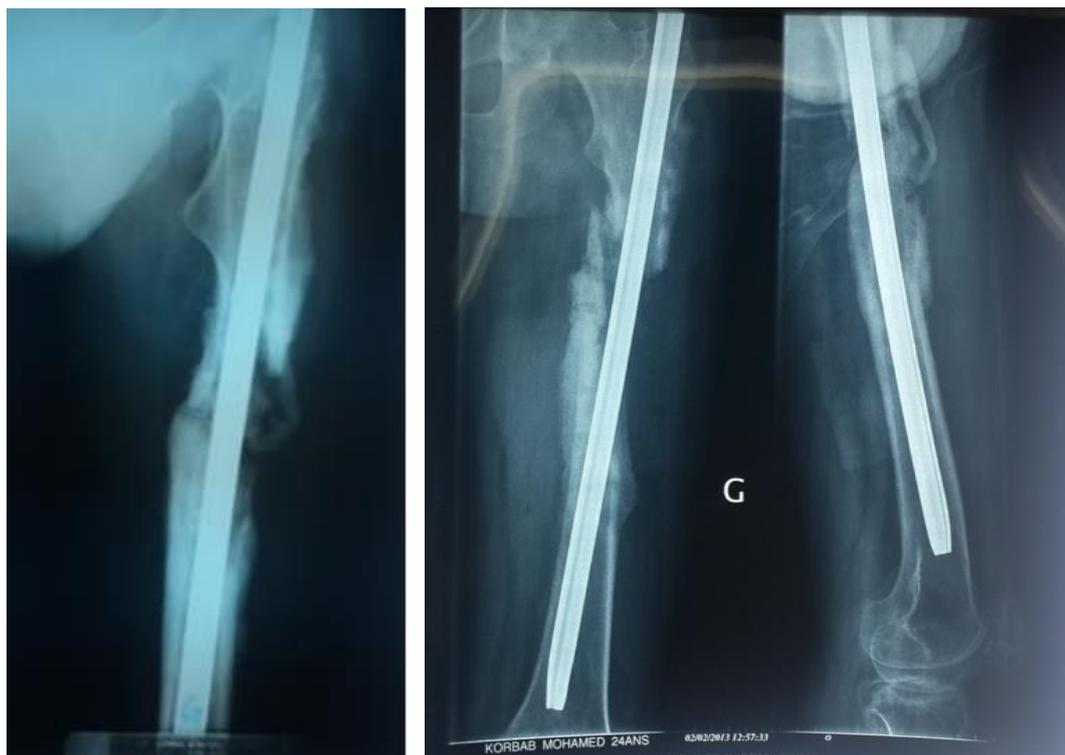


Figure c : Changement du clou et greffe corticospongieuse.

4 mois après: assèchement et consolidation. (Le patient est satisfait et n'a pas interrompu ses études avec l'enclouage) (Figure d).



Figure d : aspect de consolidation.

Cas clinique n°9:

Le patient D. Fethellah âgé de 23 ans, victime le 20/08/2013 d'un accident de la circulation occasionnant un syndrome polyfracturaire dont une fracture diaphysaire du fémur gauche. Une ostéosynthésée par plaque vissée est réalisée pour le fémur. L'évolution s'est faite vers un sepsis précoce motivant l'ablation de la plaque et mise en place d'un fixateur externe type Fessa. Une séquestrectomie a été réalisée après 3 mois d'évolution (figure a).



Figure a : Stabilisation d'une pseudarthrose infectée du fémur par fixateur externe.

7 mois après: Le patient a été repris avec ablation du fixateur externe, une séquestrectomie, un enclouage centromédullaire et une greffe spongieuse (figure b).

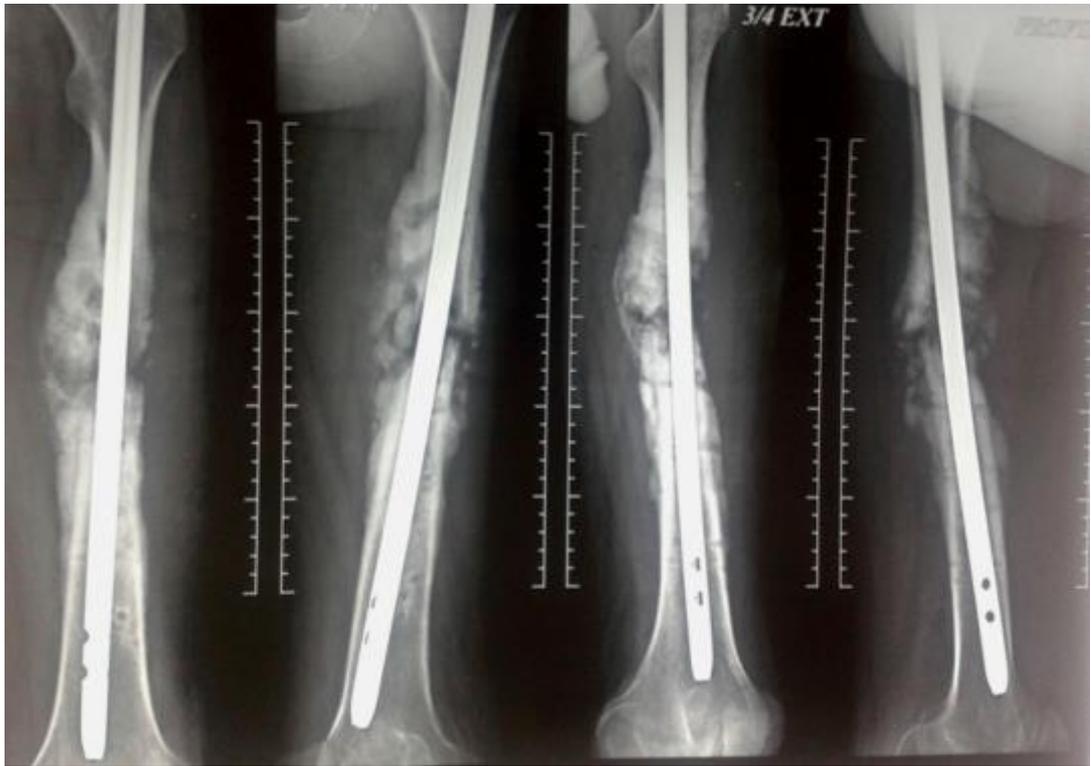


Figure b : Stabilisation par clou centromédullaire et greffe spongieuse.

1 mois après: résection de trajets fistuleux + toilette (figure c).



Figure c : Toilette et résection de trajet fistuleux.

A 20 mois d'évolution, la consolidation et l'assèchement ont été obtenus (figure d).



Figure d : Aspect final de consolidation et d'assèchement après 20 mois d'évolution.

Cas clinique n°10 :

Le patient B. Ahmed âgé de 52 ans est victime d'un accident de la circulation en 2010 à l'origine d'une fracture ouverte du fémur gauche, synthésée par plaque vissée en mars 2010. Démontage après un sepsis tardif à 6 mois (aout 2011). Ablation de la plaque+ stabilisation par fixateur externe (figure a).

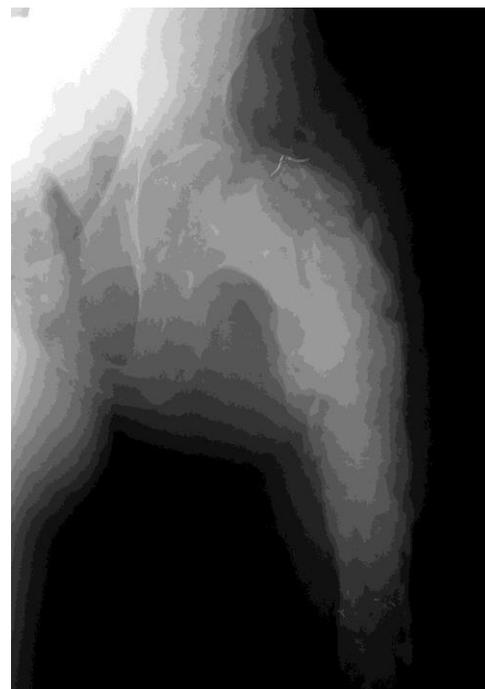
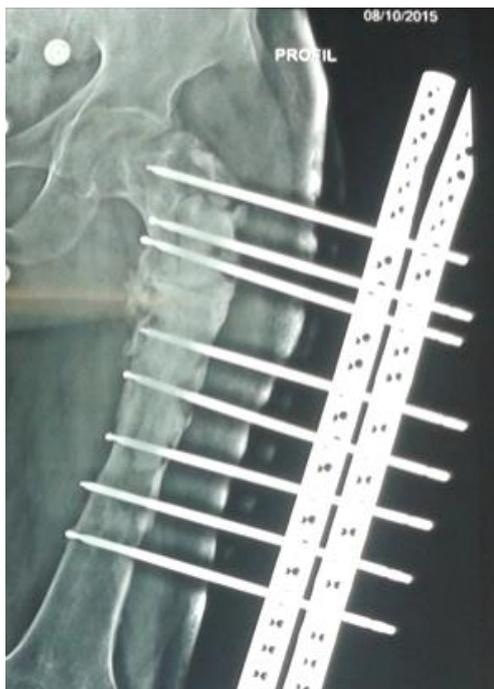


Figure a: Ablation de fixateur et spacer (Masquelet)



Figure b: Greffe spongieuse et clou gamma .Consolidation à 13 mois

3 mois après, stabilisation par un clou gamma avec réalisation d'une greffe spongieuse. Consolidation après 13 mois.

Cas clinique n°11

Homme de 37 avec une fracture du 1/3 sup de la diaphyse fémorale (sous trochantéro-diaphysaire) traité par plaque vissée. L'évolution set faite vers une pseudarthrose infectée. Echec du Papineau-Burri. Amputation désastreuse sous- trochantérienne.

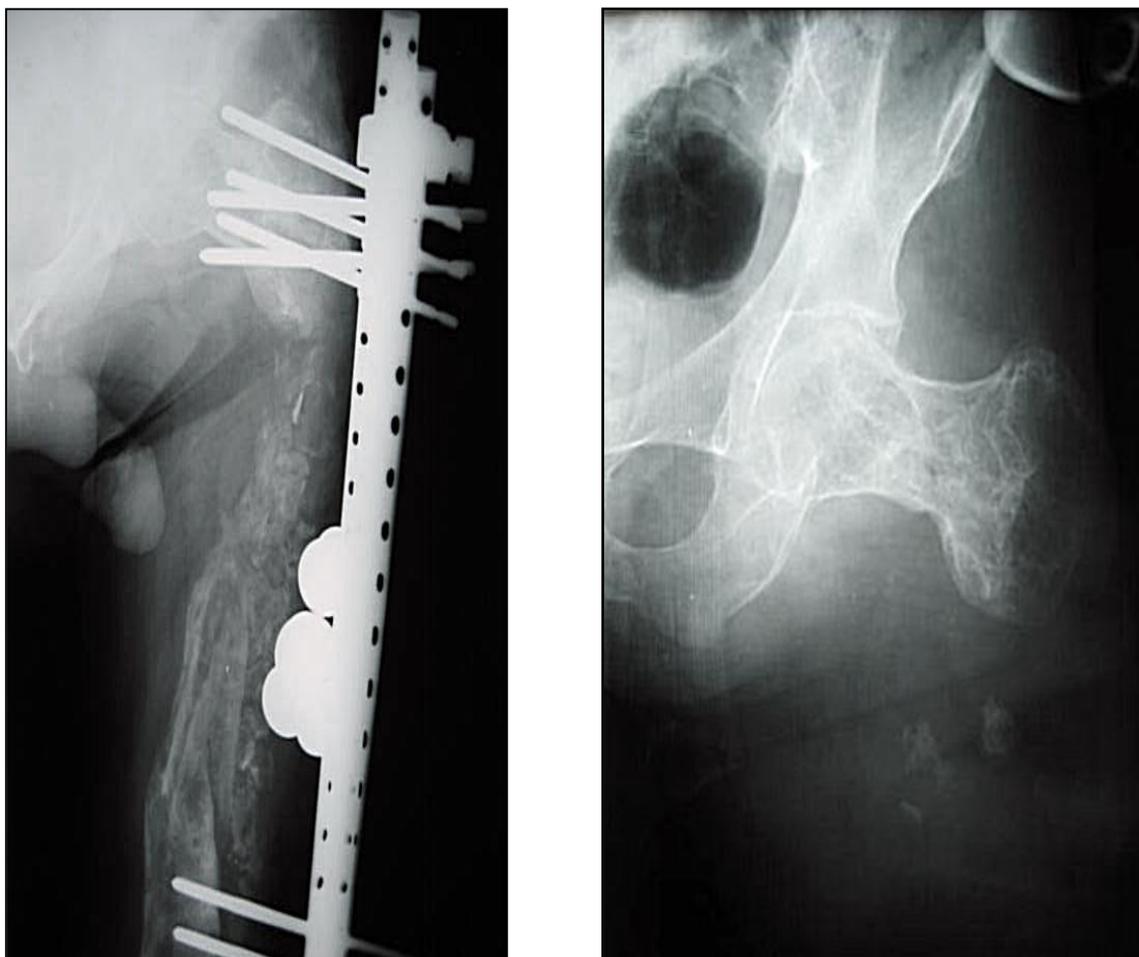


Figure a: Echec d'opération de Papineau-Burri sur grande perte de substance osseuse. Amputation.

Cas clinique n°12

B.Dahmane, âgé de 45 ans, universitaire, multi-opéré pour pseudarthrose suppurée du fémur aboutissant à un échec total sur les deux fronts, consolidation et tarissement (figure a et a'). La désarticulation s'est imposée (patient demandeur), alors nous avons tenté la technique de retournement du membre inférieur. Cette technique a permis au malade d'avoir un bon moignon appareillable comme le montre la séquence photographique et radiologique.

Cette technique consiste à réséquer la quasi-totalité du fémur en laissant l'extrémité supérieure, par la suite on fait retourner la jambe en amenant le tibia vascularisé à sa place (figure b). Le péroné étant sacrifié, on fixe le pilon tibial à l'extrémité restante du fémur par un fixateur externe (figure c).

La fermeture cutanée se fera entre les faces externes de la jambe et la cuisse (figure c). Au bout de 6 mois nous avons obtenue une consolidation osseuse (figure d) et une cicatrisation du moignon qui a été appareillé. Le patient a repris ses activités professionnelles et affiche une satisfaction lors des contrôles périodiques.



Figure a : Aspect clinique d'un échec thérapeutique d'une pseudarthrose infectée du fémur.



Figure a' :Aspect radiologique de cet echec thérapeutique.



Figure b : résection du fémur sous-trochantérienne et retournement de la jambe

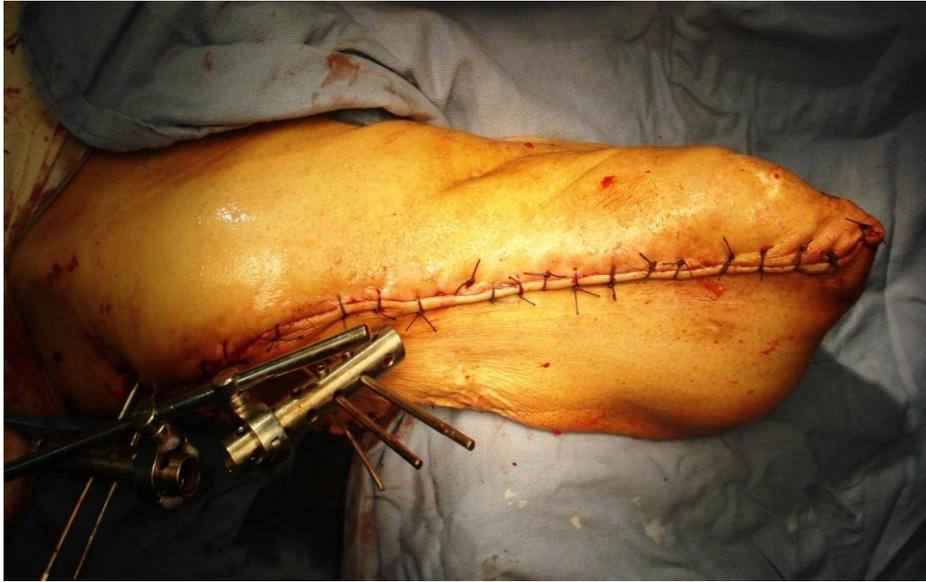


Figure c : Stabilisation par fixateur avec fixation du pilon tibiale à l'extrémité supérieure du fémur.



Figure d : Aspect clinique final du moignon et consolidation du tibia à l'extrémité supérieure du fémur.

CHAPITRE IV DISCUSSION

Notre travail a été consacré à la prise en charge thérapeutique d'une double complication redoutable des fractures de la diaphyse fémorale. La pseudarthrose infectée de la diaphyse fémorale reste de traitement difficile et long. Cette pathologie est pourvoyeuse de nombreuses séquelles handicapantes pour le patient (11, 14,26).

Notre étude a porté sur 78 patients dont un cas est bilatéral. Elle est rétrospective et prospective s'étalant sur 20 ans (1995 à 2015). Le recul moyen est de 6.75 ans avec des extrêmes allant de 18 mois à 15 ans. Les patients ont été suivis par les mêmes examinateurs au nombre de quatre (04) du même service pendant toute cette durée.

Notre série consacrée uniquement à la pseudarthrose infectée du fémur a un effectif important par rapport aux études citées dans la littérature. La plus part de ces séries traitent des pseudarthroses infectées diaphysaires des os longs en globalité notamment celles du membre inférieur au tibia et au fémur (14, 43,54).

Nous citons pour exemples les travaux de la dernière décennie:

- Medjahed en Algérie traite dans sa thèse en 2008 les pseudarthroses infectées du tibia et du fémur. C'est une série de 25 cas dont 07 cas de pseudarthrose septique du fémur. L'auteur les a traité par la méthode de Masquelet(14).
- L'équipe chinoise de Peng Yin a publié en 2015 une série de 120 pseudarthroses infectées du tibia et du fémur .Les 38 fémurs ont été traités par le transfert osseux selon la méthode d'Ilizarov (43).
- Blum Al et son équipe (Sao Paulo, Brésil) en 2010 a publié une étude de 50 patients de pseudarthrose septique du fémur (44).Le traitement consistait en une excision carcinologique et une distraction ostéogénique selon la méthode d'Ilizarov.

Notre série a intéressé en particulier le sexe masculin (67.85%).Il s'agit d'une population d'adultes âgés entre 15 et 61 ans. La moyenne d'âge est de 34 ans. Ce sont surtout des adultes jeunes dont 90% des cas sont

victimes d'accidents routiers et de travail. Ces données rejoignent celles de la littérature (43 et 44).

Dans 96,2% des cas il s'agit de pseudarthrose suppurée à un stade avancé venant d'autres hôpitaux (54). C'est une constatation faite à travers la majorité des services de référence qui traitent cette pathologie le plus souvent en deuxième intention (51,54).

Initialement toutes les fractures diaphysaires du fémur ont été traitées dans le cadre de l'urgence. Un seul cas a bénéficié d'une greffe corticospongieuse initiale mais sans conséquence sur la consolidation en raison de l'infection sévère et précoce.

Sur le plan anatomopathologique les fractures complexes et comminutives, classés type C selon la classification de l'AO (Muller), sont constatées dans 50 cas (63,29 %). Elles sont pourvoyeuses de nos 04 échecs.

En fonction du siège de la pseudarthrose, nous avons noté des différences significatives dans les délais de consolidation. En effet ces délais étaient allongés dans les localisations distales et proximales par rapport à celles moyennes. Cette différence est expliquée par la vascularisation précaire au niveau distal et proximal. Cette constatation rejoint les résultats des travaux de Santolini (50). Notons que 2 cas de mauvais pronostic étaient de siège proximal avec échec à la consolidation.

La perte de substance osseuse moyenne était de 3,16 cm. Elle était majeure supérieure à 6cm jusqu'à 12 cm dans 10,12%. Dans 5,06% des pseudarthroses, il n'y avait pas de perte de substance osseuse. C'est un facteur péjoratif influençant directement sur les délais à la consolidation(15).

Pour le comblement des pertes de substance osseuse on a débuté avec la méthode de Papineau-Burri. Par la suite nous l'avons modifiée avec toujours une greffe spongieuse au début (crête iliaque et ou os de banque) mais suivie d'une fermeture partielle (GOSFP) .En fin, on termine par une greffe corticospongieuse (GCS) vissée par voie vierge postérieure de Bosworth ou postéroexterne d'Evrard(69) dans 36 cas. Même après l'introduction du clou centromédullaire dans la série, nous avons continué à greffer par voie vierge

postérieure et fixation de la crête par deux (02) vis. On a aussi six cas traités selon la technique de Masquelet (membrane induite). La technique débute par la mise en place d'un spacer sur clou centromédullaire suivi dans 45 jours d'une greffe spongieuse après ablation du ciment.

L'étude cyto bactériologique a montré une prédominance du staphylococcus aureus chez 35 patients (en association à d'autres germes) rejoignant les données de la majorité des séries.

Sur le plan cyto bactériologique, un total de 156 souches bactériennes est retrouvé avec une moyenne de 02 bactéries par cas. Soixante quatre cas (81%) présentaient une association de deux germes et plus. (Tableau 16).

Selon leur fréquence relative le germe le plus souvent retrouvé est le staphylococcus aureus (55 cas soit 35.25%) (Tableau 14). Cette constatation rejoint la majorité des publications en particulier celles de :

- L'équipe de Peng yin concernant la pseudarthrose infectée du tibia+fémur traitée par le transfert d'os (120 patients dont 38 fémurs): staphylococcus 51%.(43).
- Medjahed 25 cas dont 7 fémurs : 23 germes de staphylococcus en association sur une totalité de 55 germes. (14).
- Blum Al, Bongiovanni JC, Morgan SI, Flierl MA, Dosreins FB, J Bone, Joint SurgBr 2010 : 23 cas de staphylococcus/50.(44).

Cependant on constate globalement dans la série qu'il y a eu plus de bacille gram négatif (55%) que de Bacille gram positif (tableau 15). Ces BGN sont représentés par une très forte proportion d'entérobactéries avec 83 souches (Yersinia, Escherichia Coli, Klebsiella, Proteus, Pseudomonas, Serratia, Enterobacter, MorganellaMorgani). Ces résultats rejoignent ceux de l'enquête menée en Algérie par le professeur Ziani sur 10 centres hospitaliers (revue médicale El-hikma octobre 2017)(64). En effet l'étude a concerné des séries de patients âgés de plus de 15 ans ayant subi une chirurgie orthopédique avec implantation de matériel d'ostéosynthèse et développé une infection ostéo-articulaire. Des prélèvements bactériologiques profonds permettaient de faire le diagnostic et le suivi. Les résultats

bactériologiques étaient positifs à 94,6% (88 cas) avec 38 bactéries gram positifs (staphylococcus aureus et staphylococcicoagulase- négatifs) et 68 gram négatives (entérobactérie et pseudomonasaeruginosa).

L'assèchement a été obtenu chez 73 patients, L'infection persiste chez six (06) patients dont 4 cas sont toujours en pseudarthrose.

Le recul assez important dans la série (20 ans) nous a permis de faire une étude objective des complications de ces pseudarthroses suppurées du fémur. Il s'agissait des raideurs du genou, des ostéites, des inégalités de longueur, des cals vicieux et des fractures itératives qui ont allongés les durées de consolidation dans notre série. Notons même que ces malades ont commencé à avoir des traitements pour la pseudarthrose infectée au niveau de leur service d'origine.

Pour ce qui est des raideurs du genou, nous avons retrouvé que les fixateurs externes étaient les plus grands pourvoyeurs surtout quand la durée augmente : 24% quand le fixateur externe est seul, et 23% quand il est suivi d'enclouage centromédullaire. Cependant , il faut rappeler quelques principes de mise en place du fixateur externe au fémur pour dire qu'il doit être monoplan , solide , stable et sa mise en place doit être en postéroexterne genou fléchi évitant la transfixation musculaire. Les deux fixateurs qui nous semblent répondre au maximum à ces impératifs sont l'orthofix (grande facilité de mise en place) et le Fessa (excellente stabilité).

L'enclouage centromédullaire après fixation externe ne nous a pas permis de diminuer le pourcentage de raideur du genou.

Il nous a permis par contre de prévenir les complications mécaniques telles que la fracture itérative et le cal vicieux. Le tuteur interne permet une bonne réaxation du fémur et une consolidation avec un cal de bonne qualité. Dans notre série, nous avons noté 5 cas de cals vicieux sur fixateur externe. Nous n'avons pas eu de cal vicieux dans les cas traités par tuteur interne ou par fixateur externe suivi de tuteur interne.

La raideur de la hanche, peu étudié dans la littérature n'a pas été prise comme paramètre à étudier. En effet il s'agit d'une pathologie peu

enraidissante pour la hanche et qui ne fait pas partie des doléances des patients, et l'étude des dossiers n'a pas montrée de cas de raideur de hanche.

Les ostéites résiduelles constituent aussi une complication importante dont le nombre est de 6. Elles ont nécessité une reprise chirurgicale pour nettoyage osseux.

Elles sont exclusivement l'apanage des méthodes de Papineau-Burri. Elles ne sont pas observées dans la technique de Masquelet.

Les fractures itératives étaient l'apanage des fixateurs externes (12 cas). Cette complication n'est présente que pour 2 cas dans les enclouages centromédullaires.

Les inégalités de longueur (raccourcissement) représentent 73,41% des cas de notre série. Ces raccourcissements sont répartis en 44 cas (55,69%) inférieurs à 2,5 cm, 10 cas entre 2,5 à 6 cm (12,65 %) et 4 cas (5,06 cm) supérieurs à 6 cm.

En résumé, le traitement de la pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale comporte deux volets. En premier, on aborde le traitement de l'infection qui fait l'unanimité entre les différentes écoles, avec une excision complète voire carcinologique du tissu infecté et de l'os nécrosé. Cette excision est associée à un traitement antibiotique ciblé. Exception faite pour le transfert segmentaire selon la technique d'Ilizarov ou il n'ya pas d'abord du foyer.

Le second volet qui est le traitement de la pseudarthrose et le comblement des pertes de substance osseuse. Il a fait l'objet d'une multitude d'études et qui généralement ne sont pas spécifiques au fémur, d'où la variation des techniques opératoires mises à notre disposition. Ces techniques peuvent être complémentaires dans certaines situations(11).

Les principales attitudes thérapeutiques existantes ne sont pas contradictoires et peuvent même être associées.

Parmi ces techniques nous citons le transfert osseux segmentaire par la méthode d'Ilizarov. Cette technique fait appel à un fixateur circulaire obéissant à des principes qui sont la stabilisation dynamique et la distraction osseuse. Elle va permettre une stimulation du processus de réparation et une guérison de l'infection. Ceci permettra une consolidation sans abord du foyer de pseudarthrose. Les transferts osseux segmentaires d'Ilizarov vont donc préserver et recréer même le capital osseux. Elle permettra de corriger l'inégalité de longueur en cas de perte de substance supérieure à 5cm grâce à la technique bifocale avec « ascenseur ». Cette technique présente comme inconvénient d'être longue et astreignante (30). L'arrêt de l'infection n'est pas toujours constaté comme le décrit Ilizarov (les foyers d'ostéite brûlent au feu de la régénération). Plusieurs séries adoptent cette méthode avec des résultats encourageant comme l'étude de Peng yin (43) publiée dans le journal de chirurgie et de la recherche orthopédique comprenant 110 cas (38 fémurs et 72 tibia) il a obtenu les résultats suivants concernant le fémur, selon la classification d'ASAMI : 22 très bons résultats, 11 bons, 5 moyens, et 0 mauvais (année 2015). Une autre série de Blum AI (JBJS 2010) comprenant 50 cas de pseudarthrose infectée du fémur (44) traitées par débridement +distraction ostéogénique avec une moyenne de consolidation de 20.7 mois (12 à 35 mois).

Une autre technique, la stratégie dite séquentielle qui utilise un spacer en ciment acrylique ou technique de la membrane induite. Décrite par Masquelet(14), elle permet une expansion importante du volume de la greffe. Elle protège les axes vasculo-nerveux et, l'accolement des plans musculaires. Elle comporte deux temps, le premier est celui de la mise en place d'un spacer en ciment acrylique après excision. Le ciment permet la formation d'une membrane pseudo-synoviale auto-inductrice qui ne doit pas être réséquée lors de l'autogreffe. Le deuxième temps réalisé entre la 6^e et la 8^e semaine après élimination de tout processus infectieux. Une autogreffe massive spongieuse morcelée est mise par voie d'abord différente. Cette technique est réservée aux grandes pertes de substance osseuse supérieure à 4cm. Nous en avons dans la série 6 cas sur tuteur interne ; et nous comptons élargir ces indications en particuliers dans les grandes pertes de

substance osseuse, surtout après les résultats très encourageant obtenus par son auteur et plusieurs équipes chirurgicales. On a obtenu des bons résultats chez nos six malades de la série ainsi que plusieurs malades qui sont en cours de traitement et chez qui nous pensons obtenir une consolidation osseuse.

En effet, le ciment acrylique permet d'induire la pseudomembrane. Celle-ci fera le lit de la greffe osseuse et permettra une corticalisation de l'os spongieux, comblant ainsi les grandes pertes de substance osseuse avec une meilleure morbidité.

Plusieurs séries de comblement des pertes de substance osseuse par cette technique existent, dont celle de Medjahed (2008). Cette série comprend 25 patients dont 7 fémurs en pseudarthrose infectée avec des pertes de substance osseuse de 5 à 25 cm. Il a obtenu la consolidation en 7 à 17 mois pour le fémur. (14).

A coté de ces techniques de comblement osseux, on citera le transfert osseux vascularisé (TOLV), sa première description est faite par Taylor en 1975 .Elle nécessite une équipe entraînée aux sutures microchirurgicales, la fixation de la fibula est recommandée(31). Une greffe spongieuse autologue est toujours associée en raison du risque de fracture secondaire. La vascularisation amenée va favoriser la consolidation rapide et permettre une bonne diffusion des antibiotiques. Les contre-indications sont les artéritiques et les diabétiques. Il faut aussi au préalable éliminer tout sepsis évolutif ce qui diminuera les indications pour les pseudarthroses septiques du fémur, en plus de l'aspect biomécanique du problème. Une série consacrée à cette méthode : l'étude de Yagima.H, qui comprend 20 patients avec une durée de consolidation de 7 à 12 mois. (45).

Alors que faut-il faire devant une pseudarthrose infectée du fémur ?

En fait nous avons adopté une stratégie thérapeutique, avec évolution au fil du temps. On a été forgé par nos échecs précédents.

Parmi toutes ces techniques, nous avons adoptés la technique de Papineau-Burri ou la greffe osseuse spongieuse à ciel ouvert (GOSCO). Elle a été introduite par Roy Camille qui a été son promoteur dans les années soixante

dix (55). Elle consiste en une transformation progressive de l'os spongieux, laissé à ciel ouvert en os cortical. C'est une technique à triple but. Elle permet de juguler l'infection, de combler les défauts osseux et d'amener la consolidation. Elle comporte trois temps : le 1^{er} temps est celui de l'excision des tissus infectés et os nécrosé. Le site est laissé ouvert. Le 2^e temps se fera au 15^e jour avec un comblement de la perte de substance osseuse par une greffe d'os spongieux. Cette greffe est laissée à ciel ouvert est envahie par le tissu de bourgeonnement en quelques semaines. Le 3^e temps consiste en une greffe de peau sur la greffe osseuse envahie par le bourgeonnement. On lui reproche d'être un traitement long avec obtention d'un cal osseux de mauvaise qualité biomécanique.

Afin d'améliorer la qualité du cal osseux, de diminuer les suites longues et d'éviter les contraintes des soins locaux, on a modifié la technique. Notre attitude a consisté en une fermeture partielle du site de pseudarthrose s'imprégnant de la série de Lortat Jacob (27). Cette fermeture partielle se fait après une excision carcinologique pour mieux gérer l'infection. La greffe osseuse ne sera faite que quand l'infection cesse ou diminue nettement.

Nous terminons par une greffe corticospongieuse (crête iliaque) par voie vierge soit postérieure de Bosworth ou postéroexterne d'Evrard, ou antéro-interne pour les localisations distales car à ce niveau elle est la voie la plus pratique sans risque de lésion vasculaire ou neurologique.

Avec cette méthode modifiée, nous avons pu traiter 36 patients avec des pertes de substance osseuse allant jusqu'à 12 cm.

Le taux de morbidité était élevé en particulier celui des fractures itératives (au nombre de 12). Elles allongent ainsi les délais de consolidation. Elle fait du fixateur externe une source de plusieurs problèmes dont la transfixation musculaire du quadriceps cause de raideur du genou, les infections sur fiches à long terme, rendant leurs tenues inefficaces, l'impact psychologique sur le malade et le coût de la prise en charge. Les résultats étaient parfois décevants pour la qualité du cal osseux. Cet inconvénient nous a fait changer de moyen de stabilisation en remplaçant le fixateur externe dès qu'il ne satisfait pas aux impératifs de stabilisation par un tuteur interne. On

a eu à utiliser comme tuteur interne l'enclouage centromédullaire verrouillé ou non, ou le clou gamma dernièrement avec moins de morbidité (2 cas de fractures itératives et moins de raideur du genou) et avec une meilleure qualité du cal osseux(26).

C'est un moyen de stabilisation osseuse plus performant et moins contraignant pour le malade. On a la possibilité de reprise même en milieu septique, d'ailleurs on change bien des prothèses articulaires infectées en un seul temps. Ceci étant confirmé sur le plan statistique, avec une différence significative ($p=0,01$) entre les courbes de pourcentage de la consolidation osseuse et le matériel de stabilisation (fixation externe et enclouage centromédullaire).

Les raisons objectives qui nous ont poussés à changer de moyen de stabilisation du foyer de pseudarthrose sont surtout d'ordre biomécanique. En effet les contraintes biomécaniques exercées sur ce segment osseux d'un membre portant ne peuvent être supportées mieux qu'un tuteur interne qui assure en plus une rigidité primaire et pérenne le montage ;alors que la fixation externe au-delà de 6 mois donne une mauvaise tenue, devient source de raideur, de douleur ,de cals vicieux et expose au risque de fracture itérative.

Nos résultats sur le plan de la morbidité confirment cette supériorité du tuteur interne.

En effet, sur le plan des fractures itératives, on a noté 12 fractures chez les malades stabilisés par une fixation externe (63 cas) alors qu'on en a que deux chez les malades stabilisés par un tuteur interne (47 cas).Et sur le plan statistique les courbes de pourcentages présente une différence significative ($p=0,04$).

Concernant la raideur du genou on n'a eu que 5 raideurs sur tuteur interne seul (5 sur 16) ,39 sur fixateur externe seul et sur fixateur externe suivi d'un tuteur interne (39 sur 63).La différence entre les 2 pourcentages étant significative ($p=0,01$).

Les résultats dans la littérature des différentes approches thérapeutiques sont variables et non basés sur des études randomisées ou comparatives.

Cependant on peut les comparer quand on prend en considération les mêmes paramètres d'évaluation, en particulier le pourcentage de consolidation et la moyenne de la durée de consolidation, nous pouvons donc nous comparer à certaines études, comme mentionné dans ce tableau :

Etude	N. patients	Geste	Consolidation
Lortat Jacob 1992	32	GSCO (Papineau-Burri)	97%
Evrard 1988	28	GCS	65%
Roy Camille 1976	46	GSCO	82%
Masquelet 1994	12	Spacer	75%
Yagima.H, Thomai.S,Mizumato.S,Ono.H, vascularized fibular graft of reconstruction of the femur, clinorthopRelat Res.1993,293,256- 64.PUmed Google scholar (45)	20	Transfert de la fibula libre vascularisée	7- 12mois
Medjahed 2008 (14)	07	Membrane induite	7-17 mois
Blum Al,Bongio, VanniJC,Morgan SI, Flierl MA, dos reis FB, J Bone Joint Surg Br,2010 (44)	50	Debridement distraction ostéogénique	20.7 mois (12-35)
Auteur	78	Papineau-Burri modifié suivid'ECM	19 mois(7- 28)

Nous avons adopté la classification d'ASAMI (clinique/osseuse et fonctionnelle) car elle permet une évaluation objective des paramètres cliniques et osseux ainsi qu'une analyse des résultats fonctionnels en prenant en considération les complications habituelles de la pseudarthrose infectée du fémur. Nous avons classé notre série selon cette classification et

nous pouvons la comparer à 2 études qui ont adoptés la même classification :

L'étude chinoise de Peng Yin et son équipe(43) dans le Journal of orthopedicsurgery and research yin et al, journal of orthopedicsurgery and research (2015) et l'étude de l'équipe de Hong Kong de 2006 :

Résultats osseux	PSD infectée du fémur du Journal of orthopedic 2015 Peng Yin et son équipe (43)	PSD infectée du J.orthopsurg Hong Kong 2006 265-72 (46)	Notre série
Excellents	22(57,89%)	13(65%)	3(3,8%)
Bien	11(28,94%)	04(20%)	33(41,7%)
Juste	05(17,85%)	01(5%)	25(31,6%)
Pauvre	00(0%)	02(10%)	18(22,8%)

Nous constatons que les résultats de notre série sont comparables à ceux des deux autres séries.

Durant les dernières années on a assisté à une spécialisation de la prise en charge des pseudarthroses infectées des os longs en général. Certains auteurs ont publié leurs expériences(53).

Citons pour exemples, l'équipe américaine de Salvana et al composée d'orthopédiste, infectiologue, chirurgien plasticien et infirmière. Une étude anglaise de Bose et al réalisée par une équipe multidisciplinaire comprenant orthopédiste, infectiologue, chirurgien plasticien et radiologue. De même que l'équipe française de T.Bauer(2018) qui organise une réunion de concertation pluridisciplinaire (RCP) hebdomadaire afin de décider de la stratégie diagnostic et thérapeutique la plus adaptée à chaque cas (53).Nous devons nous inspirer de ces expériences et organiser des équipes multidisciplinaires travaillant en collaboration pour la prise en charge de ces patients.

CHAPITRE V

RECOMMANDATIONS

Pour résumer notre attitude thérapeutique, nous avons adopté cet algorithme décisionnel devant toute pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale :

1- Vis-à-vis de l'infection osseuse : pour tous les patients :

→Antibiothérapie double guidée par antibiogramme + ablation du matériel d'ostéosynthèse interne.

→Excision aussi «carcinologique» que possible.

2-Vis-à-vis de la stabilisation osseuse :

-Au début → fixation externe (avec respect du cahier de charges : monoplan, en postéroexterne et non transfixant).

-Au-delà de 6mois → la fixation externe ne remplit plus le contrat biomécanique : ablation de la fixation externe et mise en place d'un tuteur interne (choix biomécanique idéal) après contrôle de la bactériologie et des phénomènes infectieux.

3-Vis-à-vis de la perte de substance osseuse : après excision

→En cas de perte de substance minimale (0 cm):

- Greffe osseuse corticospongieuse (crête iliaque) par voie vierge pour renforcer le cal osseux :

2/3 supérieurs →voie postérieure ou postéroexterne d'Evrard.

1/3 inférieur →voie antéro-interne.

→En cas de perte de substance > 0 cm et < 2,5 cm :

-Reconstruction.

-Ou si ancienneté > 1 année → faire consolider sans reconstruction (raccourcissement tolérable et compensable).

→En cas de perte de substance >2,5 cm :

- Multiplicité des stratégies.

- Choisir la méthode dont la technique est maîtrisée.

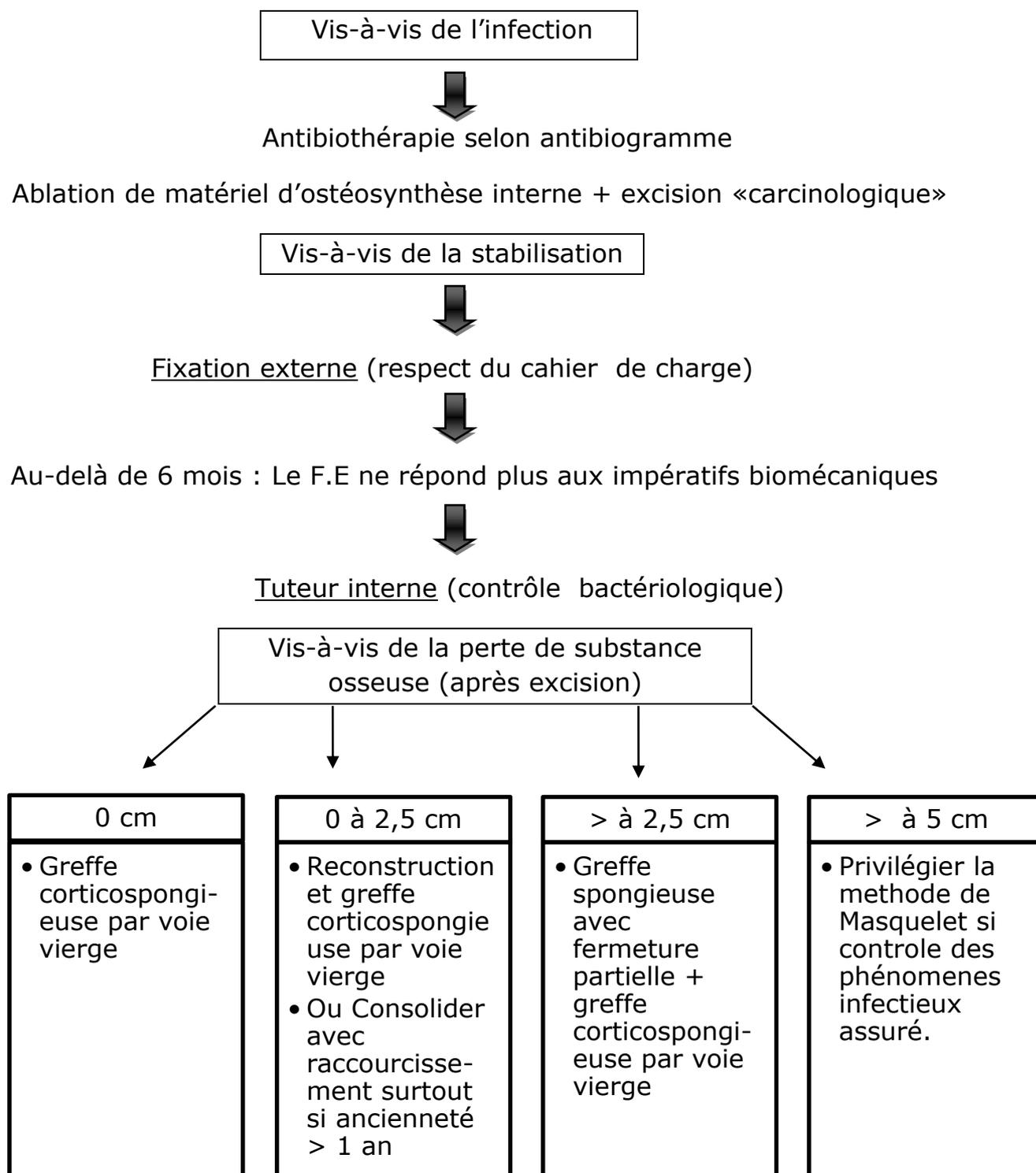
- Notre attitude :

Greffe osseuse spongieuse à ciel ouvert avec fermeture partielle + Greffe osseuse corticospongieuse (crête iliaque) par voie vierge.

Pour les grandes pertes de substance osseuse >5cm, nous privilégions autant que possible la méthode de Masquelet si les conditions locales (assèchement et contrôle de la bactériologie) sont réunies.

Nous considérons que les résultats obtenus sont satisfaisant avec 95 % de consolidation et 92% d'assèchement dans notre expérience.

Schéma de l'arbre décisionnel devant une pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale



CHAPITRE VI

CONCLUSION

La pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale reste une double complication grave et lourde de conséquences pour le malade et son entourage. Elle représente un grand défi pour le chirurgien et l'équipe médicale soignante. En effet on doit résoudre deux problèmes qui sont déjà séparément très difficile à gérer : l'infection et la pseudarthrose.

Si pour le traitement de l'infection l'unanimité est faite sur l'excision des tissus infectés et nécrosés associée à une double antibiothérapie ciblée

Pour traiter la pseudarthrose avec ou sans perte de substance osseuse il existe plusieurs modalités thérapeutiques amenant la consolidation qui sont de véritables stratégies défendues par leurs concepteurs. Il s'agit de méthodes avec ou sans apport biologique. On peut citer la greffe osseuse spongieuse a ciel ouvert (GOSCO) ou opération de Papineau-Burri, la stratégie séquentielle ou méthode de Masquelet par membrane induite, le transfert osseux libre vascularisé (TOLV) et la méthode d'Illirarov par fixateur externe circulaire.

Devant la multiplicité de ces stratégies et qui ne sont pas spécifiques au fémur, il faut choisir la méthode dont la technique est maîtrisée, et qui permet d'atteindre les objectifs qui sont l'assèchement et la consolidation avec de bons résultats fonctionnels.

Notre travail nous a permis de comparer plusieurs méthodes thérapeutiques et les moyens de stabilisation pouvant être utilisés.

Pour notre série importante de 78 patients avec un long recul étalée sur 20 ans, nous avons évolué dans nos idées concernant la prise en charge de la diaphyse fémorale suppurée.

En effet le Papineau-Burri dans sa version originale atteint ses objectifs mais avec une morbidité élevée. Les limites de cette méthode sont surtout la nécrose des greffons osseux, la surinfection, la mauvaise qualité du cal osseux qui conduit au risque de fracture itérative. Comme inconvénient du Papineau-Burri il y a aussi l'allongement des durées d'hospitalisation et les irrigations astreignantes pour le patient.

Pour toutes ses raisons, nous avons introduit des modifications dans cette méthode en s'imprégnant de l'expérience de Lortat Jacob. Nous avons procédé tout d'abord à une fermeture partielle après greffe spongieuse. Dans un autre temps opératoire ultérieur une greffe cortico spongieuse complémentaire par voie vierge est réalisée.

Les complications liées à la stabilisation par fixateur externe nous ont orientés vers le tuteur interne.

Ces complications sont surtout liées à l'infection des fiches et la transfixation musculaire source de raideur du genou. Par ailleurs il faut signaler la mauvaise tenue du fixateur après plusieurs mois d'évolution notamment lors de perte de substance osseuse prolongeant ainsi les délais de consolidation. À long terme l'impact négatif psychologique sur les patients n'est pas négligeable. L'ablation du fixateur sur un cal de mauvaise qualité non encore corticalisé aboutit à la fracture itérative.

L'enclouage centromédullaire avec alésage, avec ou sans verrouillage nous a permis d'avoir des résultats similaires à ceux de la littérature même en cas de perte de substance osseuse importante. Le tuteur interne présente des avantages considérables par rapport à la fixation externe ; il donne moins de raideurs du genou, de fractures itératives et de cals vicieux.

Nous avons introduit aussi plus récemment dans notre arsenal thérapeutique la méthode de Masquelet en particulier dans la reconstruction des grandes pertes de substance osseuse.

Les autres techniques ont leur place et peuvent être même associées, mais aucune n'a une preuve de supériorité par rapport aux autres.

Parmi les autres thérapeutiques d'avenir pour la consolidation osseuse, nous citons l'ostéo-induction et l'ostéo-formation. Les matériaux ostéo-inducteurs (les BMP) ont fait leurs preuves. Plusieurs études confirment leurs efficacités dans le traitement des pseudarthroses des os longs et faisant d'elles une partie intégrante de son arsenal thérapeutique.

Sur le plan préventif, il faut rappeler l'intérêt du respect des règles d'asepsie dans le bloc opératoire permettant la réduction du taux d'infection du site opératoire.

La stabilisation osseuse dans les fractures du fémur doit faire appel au tuteur interne qu'à l'ostéosynthèse par plaque vissée pourvoyeuse de pseudarthrose.

CHAPITRE VII

ANNEXES

Abréviations

AC : 1 Accident de circulation

AD : Accident domestique

AS : Accident sportif

AT : Accident de travail

AVP : Accident de la voie publique

BAL : Accident balistique

BMC: bone marrow cells

BMP: bone morphologic protéines

CSM : cellules souches mésenchymateuses

ECM : Enclouage centromédullaire

FDA: Food and Dry Administration

FE: fixateur externe

FESSA : Fixateur externe des services de santé de l'Armée

G+ : Gram positif

G - : Gram négatif

G - E : Gram négatif entérobactérie

GCS : greffe corticospongieuse

GOSCO : greffe osseuse spongieuse à ciel ouvert

GOSFP : greffe osseuse spongieuse avec fermeture partielle

PSO : perte de substance osseuse

PV : Plaque vissée

TOLV : transferts osseux libres vascularisés

Fiche d'exploitation des dossiers de malades :

- Nom et prénom
- Age
- Sexe
- Type d'accident initial+mécanisme
- Délai prise en charge
- Lésions associées -complications
- Classification radiologique de la fracture initiale
- Prise en charge initiale
- Délai accident- prise en charge
- Abord+type d'ostéosynthèse
- Greffe osseuse initiale
- SPO et complication
- Date d'apparition du sepsis
- Délai reprise+ conduite à tenir vis-à-vis du matériel d'ostéosynthèse
- Germe +antibiogramme
- Antibiotiques adaptés ou non
- Evolution
- Type de pseudarthrose
- Siège de pseudarthrose.
- Assèchement
- Perte de substance
- Stabilisation :- fixateur externe : - mono plan
-double plan
- Fessa
- Orthofix
- Hoffmann.
- Enclouage Centro- médullaire
- Greffe osseuse :
 - Hétérologue
 - Autologue
 - Mixte
- Traitement spécifique en fonction de l'antibiogramme

- Évolution : consolidation
 - Sepsis
- État de la cal osseux
- Complications : amputation
 - Raccourcissement
 - Raideur du genou
 - Ostéite résiduelle
 - Fracture itérative
 - Douleur résiduelle.
- Retentissement socioprofessionnel

Table des Figures

Figure 1	transformations de l'hématome fracturaire
Figure 2	Le cal primaire
Figure 3	le cal mou
Figure 4	Le cal dur
Figure 5	Le modelage osseux
Figure 6	Les étapes de la consolidation.
Figure 7	Consolidation par passage direct des ostéons
Figure 8	Comblement de la fente fracturaire par l'os immature
Figure 9	Statique de l'ostéosynthèse par plaque
Figure 10	Influences du verrouillage et du déverrouillage de l'enclouage sur le renforcement du cal osseux.
Figure 11	Les effets du fixateur externe
Figure 12	anatomie descriptive du fémur d'après Georges DOLISI
Figure 13	Vascularisation du fémur D'après John T.Hanson.
Figure 14	La variation de la vascularisation du fémur en fonction des zones
Figure 15	Voie postéroexterne.
Figure 16	Voie externe.
Figure 17	Voie interne.
Figure 18	Voie antéro-interne.
Figure 19	Voie antéro-externe.
Figure 20	Voie postérieure.
Figure 21	Les forces de sollicitation du fémur.
Figure 122	schéma explicatif des différentes forces de sollicitation du fémur.
Figure 23	contraintes mécaniques sur l'ostéosynthèse par plaque vissée
Figure 24	cas de pseudarthrose sur plaque vissée
Figure 25	cas de pseudarthrose avec démontage du matériel d'ostéosynthèse
Figure 26	les contraintes sur l'ostéosynthèse par plaque vissée
Figure 27	Les contraintes de fixation par vissage
Figure 28	Les contraintes de compression sur l'ostéosynthèse par plaque vissée.
Figure 29	Contraintes de cisaillement lors du vissage sur plaque.
Figure 30	Contraintes de compression lors du vissage sur plaque.
Figure 31	Les contraintes osseuses sur plaque vissée.
Figure 32	Cas de pseudarthrose suppurée sur plaque vissée
Figure 33	Pseudarthrose hypertrophique avec fracture de la plaque.
Figure 34	Cas de pseudarthrose avec démontage de la plaque vissée.
Figure 35	Les différents procédés d'enclouage centromédullaire.
Figure 36	L'enclouage centromédullaire du fémur avec alésage.
Figure 37	Procédé d'alésage dans l'enclouage centromédullaire.
Figure 38	Les différents types de montage dans l'enclouage verrouillé du fémur.
Figure 39	Exemples de pseudarthrose du fémur sur enclouage.
Figure 40	Exemple d'enclouage verrouillé sur pseudarthrose du fémur.
Figure 41	Les différents montages de fixateurs externes.
Figure 42	les principes du fixateur externe. Influence de la distance os-fixateur sur la stabilité.

Figure 43	Les principes de stabilité d'un fixateur externe.
Figure44	Exemples de pseudarthrose septique du fémur stabilisée par fixateur externe.
Figure 45	trajets fistuleux sur une voie d'abord externe
Figure46	exemples de pseudarthrose avec séquestre et perte de substance osseuse
Figure 47	Exemple de pseudarthrose du fémur sans perte de substance (a) et avec grande perte de substance(b).
Figure48	Exemple de pseudarthrose suppurée.
Figure 49	Allogreffe spongieuse (tête de banque)
Figure 50	Exemples de fixateurs externes
Figure 51	Diamètre de différents types de fiches
Figure 52	fixateur de Judet
Figure 53	Le Fixateur Fessa
Figure 54	Exemples de fixateur Fessa
Figure 55	fixateur FESSA modèle complexe
Figure 56	Fixateur externe de Hoffmann
Figure 57	fixateur ALJ
Figure 58	Fixateur de Wagner
Figure 59	Matériels composant l'orthofix
Figure 60	Exemple de fixateur orthofix
Figure 61	Les différents types de montages
Figure 62	Fixateur d'Ilizarov
Figure 63	pseudarthrose septique du fémur stabilisée par enclouage centromédullaire.
Figure 64	Exemple de pseudarthrose septique du 1/3 proximal du fémur stabilisée par clou Gamma (face+profil).
Figure 65	Exemple de pseudarthrose septique du 1/3 proximal du fémur stabilisée par clou Gamma (radio du genou)
Figure 66	clou centromédullaire en ciment antibiotique façonné à la main selon l'équipe de Douglas Matthews.
Figure 67	clou en ciment.
Figure 68	Prélèvement de l'os spongieux à partir des crêtes iliaques postérieures.
Figure69	Greffe corticospongieuse vissée par voie vierge : Abord postéroexterne d'Evrard.
Figure 70	greffe corticospongieuse prélevée à partir de la crête iliaque antérieure
Figure 71	Greffe corticospongieuse vissée par voie vierge : Vissage du greffon
Figure 72	Les procédés de la technique de la membrane induite avec enclouage dans la pseudarthrose du fémur.
Figure 73	Transfert osseux vascularisé libre (péroné vascularisé).
Figure 74	Réparation osseuse par thérapie cellulaire (culture des CSM sur les biomatériaux).

Figure 75	Réparation osseuse par thérapie cellulaire (après expansion des CSM).
Figure 76	schémas d'une fixation hybride du fémur.
Figure 77	Fixateur d' Illizarov.
Figure 78	Technique de l'ascenseur avec fixateur externe monoplan.

Cas clinique n°1:

Figure(a)	Pseudarthrose septique Sous-trochantéro diaphysaire sur lame plaque à 95°
Figure(b)	Ablation de matériel, toilette, excision et Mise en Place d'un fixateur externe+ greffe spongieuse
Figure(c)	Aspect final de Consolidation

Cas clinique n°2:

Figure (a)	fracture de la diaphyse fémorale ostéosynthésée par plaque vissée. Evolution vers le démontage et le sepsis
Figures (b) et (c)	Démontage de la plaque vissée. Ablation du matériel, excision et mise en place d'un fixateur externe.
Figures(d), (e)et (f)	greffe corticospongieuse vissée et aspect final de consolidation et d'incorporation de la greffe osseuse

Cas clinique n°3:

Figure (a)	Ostéosynthèse par plaque vissée pour une fracture de la diaphyse fémorale.
Figure (b)	Evolution vers un sepsis : ablation de matériel, excision et stabilisation par fixateur externe à 45 jours.
Figure (c)	Greffe corticospongieuse et dynamisation du fixateur externe.
Figure (d)	Deux mois après.
Figure (e)	3 mois après : bonne évolution.
Figure (f)	A 7 mois, ablation du fixateur après consolidation.

Cas clinique n° 4:

Figure (a)	Ostéosynthèse par plaque vissée pour une fracture du fémur.
Figure b	Démontage du matériel.
Figures(c) et (d)	ablation de la plaque vissée et stabilisation par un fixateur externe type Fessa
Figures(e) et (f)	consolidation osseuse et ablation du fixateur.
Figures(g) et (h)	Fracture itérative. Stabilisation par un orthofix.
Figure (i)	consolidation osseuse acquise et ablation du fixateur externe au bout d'un an.
Figure (j)	Aspect de consolidation après 2 ans d'évolution.

Cas clinique n°5:

Figure (a)	Stabilisation d'une pseudarthrose septique du fémur par fixateur externe type Fessa.
Figure (b)	Greffe spongieuse.
Figure (c)	Greffe corticospongieuse fixée par 2 vis.
Figure (d)	Enclouage centromédullaire.
Figure (e)	changement du clou par un autre verrouillé en proximal
Figure (f)	Aspect final de consolidation.

Cas clinique n°6:

Figure (a)	pseudarthrose septique du fémur stabilisée par un fixateur Fessa
Figure (b)	Ablation du fixateur après consolidation osseuse.
Figures(c)et(d)	Fracture itérative stabilisée par un fixateur externe.
Figure (e)	ablation du fixateur externe et enclouage centromédullaire en un temps.
Figure (f)	changement du clou et greffe corticospongieuse.
Figure (g)	Consolidation osseuse obtenue.
Figure (h)	Aspect final de consolidation osseuse après ablation du clou centromédullaire.

Cas clinique n°7 :

Figure (a)	pseudarthrose infectée du fémur avec démontage du matériel.
Figure(b)	enclouage centromédullaire.
Figure (c)	changement du clou et greffe corticospongieuse fixée par 2 vis.
Figure (d)	aspect final de consolidation osseuse.
Figure (e)	aspect après ablation des 2 vis Consolidation et assèchement obtenus

Cas clinique n°8:

Figure (a)	Pseudarthrose infectée du fémur sur plaque vissée.
Figure (b)	enclouage centromédullaire.
Figure (c)	Changement du clou et greffe corticospongieuse.
Figure (d)	aspect de consolidation.

Cas clinique n°9:

Figure (a)	Stabilisation d'une pseudarthrose infectée du fémur par fixateur externe.
Figure (b)	Stabilisation par clou centromédullaire et greffe spongieuse.
Figure (c)	Toilette et résection de trajet fistuleux.
Figure (d)	Aspect final de consolidation et d'assèchement après 20 mois d'évolution.

Cas clinique n°10:

Figure a	Ablation de fixateur et spacer (Masquelet)
Figure b	Greffe spongieuse et clou gamma .Consolidation à 13 mois

Cas clinique n°11:

Figure a	Echec d'opération de Papineau-Burri sur grande perte de substance osseuse amputation.
-----------------	---

Cas clinique n°12:

Figure (a)	Aspect clinique et radiologique d'un echec thérapeutique d'une pseudarthrose infectée du fémur.
Figure (b)	résection du fémur sous-trochantérienne et retournement de la jambe
Figure (c)	stabilisation par fixateur avec fixation du pilon tibiale à l'extrémité supérieure du fémur
Figure (d)	Aspect clinique final du moignon et consolidation du tibia à l'extrémité supérieure du fémur.

Table des tableaux

Tableau 1	Répartition selon le sexe
Tableau 2	Répartition selon l'âge
Tableau 3	Répartition selon le côté de la fracture
Tableau 4	Wilayas d'origine des patients
Tableau 5	Types d'accident en cause
Tableau 6	Les lésions associées
Tableau 7	L'ouverture cutanée
Tableau 8	Complications initiales
Tableau 9	Délai de prise en charge initiale
Tableau 10	Classification de la fracture
Tableau 11	Types d'ostéosynthèse initiale
Tableau 12	Greffe osseuse initiale
Tableau 13	Répartition selon l'apparition du sepsis
Tableau 14	Le siège de la pseudarthrose
Tableau 15	La perte de substance osseuse
Tableau 16	Germes en cause dans l'infection.
Tableau 17	Répartition des germes entre gram + et gram-.
Tableau 18	Nombre de germes par cas
Tableau 19	Délai à la prise en charge
Tableau 20	Nombre de chirurgies
Tableau 21	Nombre de chirurgies.
Tableau 22	Types de fixation externe utilisée
Tableau 23	Types de tuteur interne utilisé
Tableau 24	Répartition selon les méthodes de reconstruction et la perte de substance osseuse
Tableau 25	La consolidation osseuse
Tableau 26	La qualité du cal osseux
Tableau 27	La consolidation en fonction du sexe
Tableau 28	La consolidation en fonction de l'âge
Tableau 29	La consolidation en fonction du côté de la fracture
Tableau 30	La consolidation en fonction du type d'accident
Tableau 31	La consolidation en fonction des Lésions associées
Tableau 32	La consolidation en fonction de l'ouverture cutanée
Tableau 33	La consolidation en fonction du délai accident- prise en charge.
Tableau 34	La consolidation en fonction de la classification fracturaire.
Tableau 35	La consolidation en fonction de la greffe osseuse initiale
Tableau 36	Corrélation délai de consolidation et la perte de substance osseuse
Tableau 37	Corrélation consolidation, délai et siège de la pseudarthrose
Tableau 38	Résultats sur la consolidation en fonction de Type d'ostéosynthèse.
Tableau 39	La consolidation en fonction de la méthode thérapeutique utilisée.
Tableau 40	Délais de consolidation versus techniques opératoires
Tableau 41	Le tarissement de l'infection

Tableau42	L'assèchement en fonction du sexe
Tableau43	Tarissement de l'infection en fonction de l'âge
Tableau 44-	Tarissement de l'infection en fonction de l'ouverture cutanée
Tableau 45	La raideur du genou
Tableau 46	Corrélation entre raideur du genou et moyens de stabilisation osseuse
Tableau 47	Raideur du genou et fixateur externe versus fixateur externe suivi d'enclouage
Tableau 48	Le raccourcissement du membre inférieur
Tableau 49	Comparaison entre fracture itérative et moyens de stabilisation
Tableau 50	Le cal vicieux
Tableau 51	résultats en fonction de la reprise sociale

Table des graphes

Graphe. 1	Répartition selon le sexe
Graphe.2	Répartition selon l'âge.
Graphe.3	Répartition selon le côté
Graphe. 4	Types d'accident en cause
Graphe 5	Lésions associées
Graphe 6	L'ouverture cutanée
Graphe 7	Complications initiales
Graphe.8	Délai accident-prise en charge (jours).
Graphe. 9	Classification de la fracture du fémur
Graphe. 10	Types d'ostéosynthèse initiale
Graphe.11	Greffe osseuse initiale.
Graphe.12	Le délai d'apparition du sepsis.
Graphe. 13	La perte de substance osseuse.
Graphe.14	Conduite vis-à-vis du matériel
Graphe.15	Types de fixation externe utilisée.
Graphe.16	Types de tuteur interne utilisé.
Graphe. 17	Types de greffe spongieuse utilisée.
Graphe 18	Répartition selon l'utilisation ou non de la greffe osseuse complémentaire.
Graphe 19	Répartition selon la consolidation osseuse
Graphe 20	Répartition selon la qualité du cal osseux.
Graphe21	Relation entre défaut osseux et délai de consolidation.
Graphe 22	Répartition selon l'assèchement.
Graphe 23	Répartition selon la survenue d'ostéite.
Graphe 24	La raideur du genou.
Graphe 25	La raideur du genou.
Graphe 26	Les fractures itératives en fonction du matériel de stabilisation utilisé.
Graphe 27	Résultats en fonction de la reprise sociale

Table des classifications :

Classification de l'équipe grecque MegasPanagiotis (page 65)

Pseudarthrose hypertrophique	Pseudarthrose atrophique
<ul style="list-style-type: none">- Hyper vasculaire- Stabilisation inadéquate- Rx : hypertrophie en pattes d'éléphant, hypertrophie des berges fracturaires	<ul style="list-style-type: none">- Vascularisation pauvre non viable- Sclérose-Rx : atrophique avec petit cal autour de la fibrose

Classification de l'A.O (page 65)

Pseudarthrose lâche	Pseudarthrose serrée
- Mobilité fracturaire persistante	- Avec ou sans perte de substance osseuse ou avec fragment dévascularisé - Fait suite au traumatisme ou à l'acte chirurgical

Classification de Chi-Chian et wen-Jer (page 66)

Pseudarthroses hypertrophiques	Pseudarthroses atrophiques
<ul style="list-style-type: none">- Hypervasculaires - Fixation instable	<ul style="list-style-type: none">- Avasculaires - Fixation stable

Classification d'ASAMI : (ASAMI : association pour l'étude de la méthode d'Ilizarov)

Classification d'ASAMI osseuse et clinique (page 66)

- Très bons	consolidation, absence d'infection, déformation $<7^\circ$, inégalité de longueur $<2,5\text{cm}$.
- Bons	consolidation+2 éléments suivants : absence d'infection, déformation $<7^\circ$, inégalité de longueur des membres inférieures $<2,5\text{cm}$.
- Moyens	consolidation+ un élément des options suivantes : absence d'infection, déformation $<7^\circ$, inégalité de longueur des membres inférieures $<2,5\text{cm}$.
- Mauvais	absence de consolidation ou refracture, infection, déformation $>7^\circ$ inégalité de longueur des membres supérieure $2,5\text{cm}$.

Classification d'ASAMI fonctionnelle (page 67)

-Excellent	Actif, raideur (perte de < 15° genou tendu/ < 15° cheville fléchie), douleur insignifiante.
- Bon	Actif, + 1 ou 2 critère suivant : raideur, douleur signifiante.
- Passable	Actif, + tous les critères suivants : raideur, douleur signifiante
- Mauvais	Inactif (incapacité d'assurer les activités quotidiennes).
- Échec	Amputation

Références bibliographiques

- 1) E. Their, F. Chevalley, O. Borens. Pseudarthrose aseptique des os longs. Revue Med Suisse 2013 ; 9 :2390-6.
- 2) MOKHTARI.A.EHS Douèra, Consolidation des os longs à propos de 504 cas de fracture de la diaphyse fémorale. Conférence d'enseignement SACOT 2005.
- 3) François Genêt. Médecine Physique et de Réadaptation. Praticien hospitalier dans le service du Pr Azouvi.CHU Raymond Poincaré, 104 bd Raymond Poincaré. 92380 Garches. EA 4497 GRCTH – ED GAO 423 – UVSQ. Consolidation Osseuse principes généraux et applications en MPR.
- 4) SEDEL. L ; VAREILLES. J.L : Consolidation des fractures Editions technique-Encycl.Med.Chir. (Paris-France) App.Locomoteur, 14031 A20.2002, 11p
- 5) R Nizard,PBizot ,L Sedel ,L Kerboull Biomatériaux orthopédiques 2004. Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie 440003 (1996).
- 6) ROSENBERG E : Utilisation des facteurs de croissance pour la régénération osseuse. 1999, 18 (3): 301-311
- 7) Netter.Atlas d'anatomie humaine. Section VII membre inférieur (453-471).
- 8) Pr. Gérard Outrequin, Dr. Bertrand Boutillier.Anatomie du membre inférieur, ostéologie, fémur.
- 9) Henri Rouviere, André Delmas. Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle. Membres tome 4.
- 10)Dominique G. Poitout. Biomécanique orthopédique. Masson Paris New York Barcelone Milan Mexico Sao Paulo 1987.
- 11)F.ZIANI Chirurgie orthopédique B CHU DOUERA, pseudarthrose suppurée de la diaphyse fémorale chez l'adulte, revue santé plus n°077 en février 2007
- 12)MegasPanagiotis. Classification of non-union. Orthopaedic Clinic of Patras University, University Hospital, 26505 RionPatras, Greece. Injury, Int. J. Care Injured (2005) 36S, S30—S37

- 13) Chi-chuan W, Wen-jeer C. A revised protocol for more clearly classifying a non-union. *J Orthop Surg* 2000;8(1):45-52.
- 14) M. Medjahed 2008 : traitement des pertes de substances osseuses étendues des membres inférieurs selon le procédé séquentiel d'A.C. Masquelet. Thèse de doctorat en sciences médicales, faculté de médecine, université d'Oran.
- 15) G. M. Calori, W. Albisetti, A. Ague, S. Lori, L. Tagliabue. Instituto ortopedico G-PINI, Milan, Italy. Risk factors contributing to fracture non unions.
- 16) MALINI T. - Organization of a tissue bank: University of Miami Experience. *Am. Ass. Tis. Banks. Proc.*, 1978, 3, 79-86.
- 17) Norden CW - Lessons learned from animal models of osteomyelitis. *Rev Infect Dis*, 1988; 10, 1: 103-10
- 18) SEDEL L. ; CHRISTEL P. ; DURIEZ J. et Coll. : résultats de la stimulation par champ électromagnétique de la consolidation des pseudarthroses. A propos de 37 cas - *Rev. Chir. Orthop.* 1981 ; 67 ; 11-23
- 19) McEwen W. - The growth of bone. - Maclehorse, ed., Glasgow, 1912.
- 20) Papineau LJ : L'excision-greffe avec fermeture retardée délibérée dans l'ostéomyélite chronique. *Nouv Presse Med* 1973; 2: 2753-2756.
- 21) BERESFORD JN Osteogenic stem cells and the stromal system of bone and marrow. *Clin. Orthop* 1989; 240: 270-280
- 22) CALHOUN JH, MADER JT - Antibiotic beads in the management of surgical infections. *Am J Surg*, 1989; 157, 4: 443-49.
- 23) Presarum.MI, Ahn.J, Achor.T, Matuszenski.P, Lench Dg, Helfit.DI. Management of infected femoral non union with a single staged protocol utilizing internal fixation. New York USA.
- 24) Lortat Jacob. A EMC 1999, technique de pose d'un fixateur externe chez l'adulte, Elsevier Paris et technique chirurgicale orthopédie traumatologie, 44-020, 1999, 13p

- 25) G. De Bastiani et All. (eds), *orthofix external fixation in trauma and orthopedics*, c Springer-verlag London limited 2000. The treatment of chronic infected non-unions
- 26) A. Lortat Jacob, Ph. Kœchlin, J. Benoit et P. Lescestre : *Echec et limites de l'opération de Papineau à propos de 54 cas. revue de chirurgie orthopédique* 1977. 39.667-686 (traitement de l'infection + stabilisation osseuse)
- 27) Alain Lortat- Jacob. *Principes de traitement chirurgical de l'infection osseuse, infection sur os non solide. Encyclopédie médico-chirurgicale (Elsevier, Paris) technique chirurgicale-Orthopédie-Traumatologie*, 44-082, 1997, 22P
- 28) P. Thoreux, J-Y. Nordin, A.Ch. Masquelet. *Infected non-unions of the femur. Experience in 12 cases.* 1994.
- 29) C. Karger, T. Kish, L. Schneider, F. Fitoussi, A.C. Masquelet et la SOFCOT science direct : *Traitement of post-traumatic bone defects by the induced membrane technique*, novembre 2011 *Consolidation osseuse et pseudarthrose des os longs*
- 30) J. Pallaro, A. Angelliaum, B. Dunet, N. Lavoine, C. Tourlier, T. Fabre. *Service de chirurgie orthopédique et traumatologique CHU Pellegrin de Bordeaux, Place Amelie Rabo-Leon, 33000 Bordeaux, France. Reconstruction des pertes de substance osseuses fémorales par fixateur externe monoplan avec transport osseux.*
- 31) Taylor G, Miller G, Ham F. *The free vascularized bone graft: a clinical extension of microsurgical technique. Plast Recon Surg*, 1975, 55, 533-544).
- 32) GOMIS R. ; ALLIEU Y. : *les transferts osseux libres vascularisés: Rev. De Chirurg. Orthop. Et Réparat. De l'app. locom. Suppl. n° II ; tome 68 ; 1982.*
- 33) L. OBERT, A. COVESMES, D. LEPAGE, J. PAUCHOT, P. GARBIO, Y. TROPET. *Service de traumatologie, d'orthopédie, de chirurgie plastique et assistance main, CHU Jean Minjoz Bd Fleuring Besançon. e-memoires de l'académie nationale de chirurgie*, 2007, 6 (2), 24, 30.

- 34) F.SAILHAN, A.COURVOISIER, O.LAFFENETRE, L.OBERT Techniques chirurgicales orthopédie, traumatologie : ostéoinducteurs en orthopédie. (osteoiduction)
- 35) libermannJR, Lc LQ, WVL regional gene therapy with a BMP-2-producing murine stromal cell line induces heterotopic and orthotopic bone formation in rodents. *J Orthop* 11: P. Rosseta, F. Deschaseauxc, P. Layrolle . Celltherapy for bonerepair .Service de chirurgie orthopédique, hôpital Trousseau, Université Francois-Rabelais de Tours, CHU de Tours, 37044 Tours cedex 09, France Inserm U957, Laboratoire de physiopathologie de la résorption osseuse et thérapie des tumeurs osseuses primitives (LPRO), Faculté de Médecine, Université de Nantes, Nantes, France StromaL, UMR CNRS 5273, U1031 Inserm, Établissement Français du Sang Pyrénées-Méditerranée, Université P.-Sabatier, Toulouse, France.
- 36) N.K. Kanakarisa, N. Lasanianosa, G.M. Calori, R. Verdonk, T.J. Blokhuisd, P. Cherubinoe, P. De Biasef ,P.V. Giannoudisa. Application of bone morphogenetic proteins to femoral non-unions: A 4-year multicentre experience. journal homepage: www.elsevier.com/locate/injury Res 2009; 16-330-9.
- 37) N.K Kanakaris, N.Lasanianos, GM.cabri, R verdouk, T.J.BLOKHVI, P.Cherubino, De Biase, P.V Gianmoudis *Injury, int.care injured* 40(2009)53,554-56. Injury Elsevier science direct. (VK, Italy, Belgum, Nethelands)..
- 38) CH EVANS, Gene delivry to bone 2012 Elsevier center for advanced orthopedic stades, Deaconass medical center, Harvard medical school USA. Collaborative research center, AO foundation, Switzerland.
- 39) Gerald Zimmer mann, arash Moghaddam :Allograft bone matrix versus synthetic bone graft substitus. Department of trauma and orthopedic surgery, university of Herdelberg Germany. 2011.
- 40) P.H.ROSSET publiée en 2013 dans les conférences d'enseignement de la SOFCOT sur la réparation osseuse par thérapie cellulaire.

- 41) Presarum.MI, Ahn.J, Achor.T, Matuszenski.P, Lench Dg, Helfit.DI. Management of infected femoral non union with a single staged protocol utilizing internal fixation. New York USA.
- 42) Rosset.P et Al : Cell therapy for bone repair. Orthoptraumatologues 2014.
- 43) Peng Yin, Lihai Zhang, Tongtong Li, Licheng Zhang, Guogi Wang, Juantao Li, Jianheng Liu, Jianfeng Zhou, Qun Zhang, Peifu Tang. : Pseudarthrose infectée du tibia+fémur traitée par le transport de l'os (120 patients dont 38 fémurs) Biomed central article 2015 :
- 44) Blum Al, Bongiovanni JC, Morgan SI, Flierl MA, Dosreins FB, J Bone, Joint Surg Br 2010 : étude de 50 patients de pseudarthrose septique du fémur.
- 45) Yagima.H, Thomai.S, Mizumato.S, Ono.H, vascularized fibular graft of reconstruction of the femur, Clin Orthop Relat Res. 1993; 293: 256-64. PubMed Google scholar
- 46) PSD infectée du fémur J. orthop Surg Hong Kong 2006, 265-72
- 47) Ulrik Kähler Olesen,*, Henrik Eckardt, Per Bøsemark, Anders Wallin Paulsen, Benny Dahla, Adam Hede. The Masquelet technique of induced membrane for healing of bone defects 2015. A review of 8 cases *Department of Orthopaedic Surgery, Limb Reconstruction unit, Rigshospitalet, Copenhagen, Denmark b Department of Orthopaedic Surgery, Skåne University Hospital, Lund, Sweden. Department of Traumatology, University Hospital Basel, Switzerland.*
- 48) Cheng-Yu Fan 1,2,3,4,5, Ming-Shium Hsieh 1,2,4,6, Wei-Ming Chen 5,7*, Cheng-Fong Chen 5,7. Successful Management of Infected Intramedullary Nailing With Reaming, Lavage, and Insertion of Antibiotic-Impregnated Cement Rods. Department of Orthopedics, Taipei Medical University Hospital, Taipei, Taiwan. J Exp Clin Med 2011; 3(3): 137-141
- 49) N. BORMAN, P. SCHWAB, MD. SMITH, B. WILDERMANN : Analysis of parameters influencing the release of antibiotics mixed with bone grafting material using a reliable mixing procedure. Julius wolf

institute Charity, universitatSwedizing , Berlin, germany; Sciences Directes 2014.

50)Emmanuele Santolini School of Medicine, University of Genoa, Via Leon Battista Alberti 4, 16132 Genoa, Italy Stavros D. GoumenosMarilenaGiannoudiAcademic Department of Trauma &Orthopaedic Surgery, University of Leeds, Clarendon Wing, Floor A, Great George Street, Leeds General Infirmary, LS1 3EX Leeds, UK Francesca Sanguineti Marco Stella Peter V. Giannoudis Corresponding author at: Academic Department of Trauma &Orthopaedic Surgery, University of Leeds, Clarendon Wing, Floor A, Great George Street, Leeds General Infirmary, LS1 3EX Leeds, UK.

Femoral and tibial blood supply: A trigger for non-union?

51)F.DUBRANA.chu cavale Blanche, service d'orthopédie et traumatologie, avenue Tanguy prigent , 29200 Brest. Pseudarthroses infectées du fémur. Conférences d'enseignement 2008.

52) Alain C.Masquelet, Christopher J.McCullough, Raoul Tubiana.Voies d'abord chirurgicales du membre inférieur.

Chez Masson Paris, Milan, Barcelone 1994.

53) T. Bauer a,S. Klouche a, O. Grimaud a, A. Lortat-Jacob a,b, P. Hardy a,b. a) Hôpitaux universitaires Paris Ile-de-France Ouest, Assistance publique Hôpitaux de Paris, Boulogne-Billancourt, France b) Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, UFR des sciences de la santé, Versailles, France. Prise en charge des pseudarthroses septiques du fémur et du tibia dans un centre de référence des infections ostéoarticulaires. Résultats de 55 patients suivis de 2 à 11 ans.

- 54) D.Mainard, les greffes osseuses. Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et arthroscopique ,hopital central ,29 , avenue de-Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy, France. Conférences d'enseignement 2009.
- 55) A. Lortat Jacob, Infection osseuse post-traumatique, Masson, Paris 1992.
- 56) The ilizarov method in infected nonunion of fractures.
LalitMaini,ManishChadha,JashanVishwonathna Azad Medical College ,New Delhi 110002, India. 2000.
- 57) John T.Hanson .Mémofiches Anatomie Netter ,Membres. MASSON 2eme édition.
- 58)M.Schunke ,E.Sshulte , U.Schumacher ,M.Voll ,K.Wesker.ATLAS D'ANATOMIE PROMETHEE. MALOINE.
- 59) F.Shuind. Technique de pose d'un fixateur externe unilatéral des membres. Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie,2012-12-01,volume 7,Numéro 4,pages 1-9, Copright 2012 Elsevier Masson SAS.
- 60)Lortat-Jacob A et Boisrenoult P.
Techniques de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte.Encycl
Med-chir.
(Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-020,
- 61)M.Tall. Traitement des pseudarthroses diaphysaires aseptiques sans perte de substance osseuse du tibia. Conférences d'enseignement 2017.113-122.
- 62) Yann Macé 1
Service de rééducation et de réadaptation de l'appareil locomoteur et des pathologies

Du rachis, Hôpital Cochin, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Processus de réparation osseuse :

Conséquences sur le délai de mise en contrainte

63) E.Marchetti, O.May, J.Girard, H-F.Hidebrand, H.Migaud et G.Pasquier.

Biomatériaux en chirurgie orthopédique.

Techniques chirurgicales –Orthopédie-Traumatologie,2010-01-01,volume 5,numéro 1 pages 1-22 Elsevier Masson SAS.

64) Farid Ziani, Orthopedic surgery departement ,EHS Douera Algiers Algeria.

Describe management of Osteo-Articular bacterial Infection in orthopedic surgery: IOA.

EL-HAKIM Revue Médicale Algérienne n°7 octobre 2017.

65) D.Hannouche, Consolidation osseuse. Conférences d'enseignement 2008. Elsevier Masson SAS.

66) R.Benbakouche, CHU Bab-el-oued-Alger. Etude comparative des résultats obtenues par l'utilisation du fixateur externe de HOFFMANN en pratique militaire et civile traitement et résultats des fractures ouvertes et des pseudarthroses septiques des membres par fixateur externe(1988).

67) J.P.MEYRUEIS, A.MEYRUEIS, La consolidation osseuse, cahiers d'enseignement de la SOFCOT, dirigée par J.DUPARC, fixation externe du squelette.

68) A.Lortat jacob, P.Lelong, J.Benoit et J.O.Ramadier, les gestes complémentaires de l'opération de Papineau. RCO 1981,67, 115-120

69) Feron J-M et signoret F, voies d'abords du fémur. Editions techniques-Encyclo.Méd.Chir (Paris-France). Techniques chirurgicales-Orthopédie, 44.700,1994 8P.

70) Hamdan KISSI, La méthode d'Ilizarov : Technique-indications-résultats.

Thèse de doctorat en sciences médicales.

Faculté de médecine de Tlemçen.

71) J.P.MEYRUEIS, Ph.MERLOZ, A.CAZENAV.

Fixation statique et fixation dynamique.

Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, dirigée par J.DUPARC, fixation externe du squelette.

72) MAROTTE J.H. ET SAMUEL P.- Les fixateurs externes. – encycl. Méd. Chir. (Paris, France) techniques chirurgicales, orthopédie-traumatologie, 44020, 4.9.06 21P.

73)B.Mazières ,L'os :physiologie et exploration ,Rhumatologie pour le praticien(livre),Chapitre 1, 9-27.

Résumé :

La prise en charge de la pseudarthrose infectée de la diaphyse fémorale reste longue et difficile. Elle n'est pas toujours jalonné de bons résultats. Les techniques chirurgicales sont nombreuses. Elles font partie de courants thérapeutiques qui sont de véritables stratégies défendues par leurs différents concepteurs. Le traitement vise 3 objectifs : la lutte contre l'infection, la stabilisation et la reconstruction osseuses. De 1995 à 2015 nous avons traité 79 cas. La reconstruction par greffe osseuse a fait appel essentiellement à l'os spongieux. La méthode de Papineau-Burri utilisée initialement a été modifiée par la suite en l'associant à une fermeture partielle et une greffe osseuse cortico-spongieuse ultérieure mise par voie vierge. La méthode de Masquelet a été utilisée dans les cas avec grande perte de substance osseuse. La stabilisation est assurée par une fixation externe. Nous privilégions actuellement le tuteur interne qui engendre moins de morbidité. Les résultats étaient bons avec 95% de consolidation osseuse et 92,4% de tarissement d'infection. Ces résultats sont comparables à ceux de la littérature en se basant sur la classification d'ASAMI osseuse et fonctionnelle. Les complications sont dominées par la raideur du genou, la fracture itérative et l'ostéite résiduelle.

Mots clés : *Fémur, Pseudarthrose, Infection, Tuteur interne, Papineau-Burri, Classification ASAMI, Raideur du genou, fixateur externe, Fracture itérative.*

Summary:

The management of infected pseudarthrosis of the femoral shaft remains long and difficult. It is not always marked with good results. The surgical techniques are numerous. They are part of therapeutic currents that are real strategies defended by their different designers. Treatment targets 3 goals: infection control, bone stabilization and reconstruction. From 1995 to 2015 we treated 79 cases. Bone graft reconstruction relies mainly on cancellous bone. The Papineau-Burri method initially used was subsequently modified by combining it with a partial closure and a subsequent cortico-cancellous bone graft placed virally. The Masquelet method has been used in cases with large bone loss. Stabilization is provided by external fixation. We are currently favoring the internal tutor who generates less morbidity. The results were good with 95% bone consolidation and 92.4% dry off infection. These results are comparable to those of the literature based on the bone and functional ASAMI classification. The complications are dominated by knee stiffness, iterative fracture and residual osteitis.

Keywords: *Femur, Pseudarthrosis, Infection, Intra medullar nail, Papineau-Burri, ASAMI classification, Knee stiffness, External fixator, Iterative fracture*

Adresse: Service de chirurgie orthopédique B CHU Douéra Alger.

Discipline : Chirurgie Orthopédique et Traumatologique.

Adresse mail : saidi.zoheir@hotmail.fr