

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES



Mémoire De Fin d'études :
Pour l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

THEME :

Le matériel d'ostéosynthèse et les voies d'abord

Encadré par :

Dr. Abdellatif BOUDRA

Présenté par :

Amel ABDELOUAHAB

Seif Eddine MESSAOUD SALEM

Année universitaire: 2018 / 2019

Remerciement :

Après avoir rendu grâce nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier vivement tous ce qui, près ou de loin, a participé à la rédaction de ce document. Il s'agit plus particulièrement de :

Le Docteur Abdellatif BOUDRA pour sa disponibilité, sa rigueur scientifique et son sens d'écoute et d'échange.

Tout le corps professoral de L'ISVT qui nous a fait bénéficier d'une formation pluridisciplinaire de très haut niveau et très adaptée aux réalités des sciences vétérinaire.

Dédicace :

Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans les soutiens indéfectible et sans limite de mes chères parents qui ne cessent de me donner l'amour nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui que dieu vous protège et vous procure la bonne santé et longue vie et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

Je dédie aussi ce travail à mes meilleurs frères Bilel, Ahmed, Aymen et Yacine, mes deux belle sœurs Magui et Ferial, à toute ma famille surtout mon oncle Madani je vous remercie pour tout votre soutien, vos conseils et votre patience dans mes mauvais moment Je vous aime tous très fort, à mon encadreur Dr Abdellatif BOUDRA qui a veillé pour nous orienter vers notre vision éducative ; et sans oublier mes copines Qui sont une famille que j'ai choisie surtout les précieuses Messaouda et khadidja je vous dis merci beaucoup pour ces merveilleux moments qu'on a vécu ensemble, à mon véritable ami Younes, les membres de notre club scientifique ER-RAZI, mes collègues et à tous ce qui ont contribué de près et de loin pour que ce travail soit possible , je vous dis merci beaucoup .

Dédicace :

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices,
leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières
tout au long de mes études,*

*A mes chères sœurs Wissem, Wiaam, Ikram pour
leurs encouragements permanents, et leur soutien
moral,*

*A mon cher frère Taki Eddine pour Son appui et
son encouragement,*

*A mes amis Bendhiba, Ihab, Samir, Abd el Hafid,
Yaakoub, pour leurs appuis, encouragement et leur
soutien et mes collègues et à tous ce qui ont contribué
de près et de loin,*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de
mon parcours universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux
tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,*

Merci d'être toujours là pour moi.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

| | |
|-------------------|----|
| INTRODUCTION..... | 01 |
|-------------------|----|

Chapitre N° :01

| | |
|--|----|
| I-1. Rappel anatomique de l'os | 02 |
| I-1-1. Forme et structure de l'os | 02 |
| I-1-1-1. Os longs | 02 |
| I-1-1-2. Os plats | 02 |
| I-1-1-3. Os courts | 02 |
| I-1-2. Le tissu osseux | 03 |
| I-1-2-1. Introduction | 03 |
| I-1-2-1-1. Fonction mécanique | 03 |
| I-1-2-1-2. Fonction métabolique | 03 |
| I-1-2-1-3. Fonction hématopoïétique | 03 |
| I-1-2. Morphologie des tissus osseux | 03 |
| I-1-3. Les enveloppes osseuses | 04 |
| I-1-3-1. Le périoste | 04 |
| I-1-3-2. L'endoste..... | 05 |
| I-1-4. La composition de l'os | 05 |
| I-1-4-1. Les cellules du tissu osseux | 05 |
| I-1-4-1-1. Les cellules ostéoprogénitrices | 05 |
| I-1-4-1-2. Les ostéoblastes | 06 |
| I-1-4-1-3. Les ostéocytes | 06 |
| I-1-4-1-4. Les ostéoclastes | 07 |
| I-1-4-2. La matrice extracellulaire | 07 |

| | |
|---|----|
| I-1-4-2-1. La portion organique | 07 |
| I-1-4-2-2. La portion minérale | 08 |
| I-1-5. L'organisation du tissu osseux | 08 |
| I-1-5-1. L'os non lamellaire | 08 |
| I-1-5-2. L'os lamellaire | 08 |
| I-1-5-2-1. L'os compact, le tissu osseux haversien | 08 |
| I-1-5-2-2. Le tissu osseux spongieux (ou trabéculaire) | 09 |
| I-1-6. Vascularisation de l'os | 10 |
| I-1-6-1. Vascularisation artériel | 10 |
| I-1-6-2. Le système capillaire | 10 |
| I-1-6-3. Vascularisation veineuse | 11 |
| I-1-7. La physiologie des pertes de substances osseuses | 11 |
| I-1-7-1. Les différentes étapes de la cicatrisation osseuse | 11 |
| I-1-7-1-1. L'hématome fracturaire | 11 |
| I-1-7-1-2. Stade du cal mou ou primaire | 13 |
| I-1-7-1-3. La cal dure | 14 |
| I-1-7-1-4. Le remodelage | 14 |

Chapitre N°2

| | |
|--|----|
| I-2-1. Généralité Sur Les Fractures | 16 |
| I-2-1-1. Définition | 16 |
| I-2-1-2. Les signes | 16 |
| I-2-2. Comment se produit une fracture ? | 16 |
| I-2-3. Classification des fractures | 16 |
| I-2-3-1. Les causes | 17 |
| I-2-3-1-1. Traumatisme direct | 17 |
| I-2-3-1-2. Traumatisme indirect | 17 |

| | |
|--|----|
| I-2-3-1-3. Affections osseuses | 17 |
| I-2-3-1-4. Mises à l'épreuve répétée | 17 |
| I-2-4-1. Présence d'une plaie externe communiquant avec le foyer de fracture | 17 |
| I-2-4-1-1. Fracture close | 17 |
| I-2-4-1-2. Fracture ouverte | 18 |
| I-2-4-1-3. Etendue des lésions | 18 |
| I-2-4-1-3-1. Fracture complète | 18 |
| I-2-4-1-3-2. Fracture en bois vert | 18 |
| I-2-4-1-3-3. Fêlure | 18 |
| I-2-4-1-3-4. Fracture comminutive | 18 |
| I-2-4-2. Direction et localisations du trait de la fracture | 18 |
| I-2-4-2-1. Fractures transversales | 18 |
| I-2-4-2-2. Fractures obliques | 19 |
| I-2-4-2-3. Fractures spiroïdes | 19 |
| I-2-4-2-4. Fractures comminutives | 19 |
| I-2-4-2-5. Fractures multiples ou esquilleuses | 19 |
| I-2-4-2-6. Fractures engrenées | 19 |
| I-2-4-2-7. Fractures par arrachement | 19 |
| I-2-4-2-8. Fractures épiphysaires | 19 |
| I-2-4-2-9. Fractures condylaires | 19 |
| I-2-4-2-10. Fractures intercondylaires | 19 |
| I-2-5-1. Diagnostic des fractures | 20 |
| I-2-5-1-1. Anamnèse | 20 |
| I-2-5-1-2. Examen clinique | 20 |
| I-2-5-1-3. Examen complémentaire | 21 |
| I-2-5-1-3-1. Moyen de diagnostic de l'imagerie médicale..... | 21 |

| | |
|--|----|
| I-2-5-1-3-1-1.Introduction | 21 |
| I-2-5-1-3-1-2.Les différentes techniques d'imagerie médicale | 21 |
| I-2-5-1-3-1-2-1.L'échographie | 21 |
| I-2-5-1-3-1-2-2.La Scintigraphie osseuse | 21 |
| I-2-5-1-3-1-2-3. Le scanner et l'IRM | 22 |
| I-2-5-1-3-1-2-4. La radiologie | 22 |
| I-2-5-1-3-1-2-4-1.Introduction | 22 |
| I-2-5-1-3-1-2-4-2.Radiologie conventionnelle ou analogique | 22 |
| I-2-5-1-3-1-2-4-3.Radiologie numérique | 23 |
| I-2-5-1-3-1-2-4-4.Les composants de l'Appareil radiologique | 23 |
| A) Le statif | 23 |
| B) La table | 23 |
| C) Le diaphragme | 23 |
| D) Le pupitre | 23 |
| E) Le déclencheur | 24 |
| I-2-5-1-3-2-1. Imagerie médicale | 24 |
| I-2-5-1-3-2. Radiographie osseuse | 24 |
| I-2-5-1-3-2-2. Examen radiologique | 24 |
| I-2-5-1-3-3-1. Traitement | 25 |
| I-2-5-1-3-3-2. Réduction des fractures | 25 |
| I-2-5-1-3-3-3. Réduction a foyer fermé | 25 |
| I-2-5-1-3-3. Réduction sanglante | 26 |
| <hr/> | |
| Chapitre N°3 | |
| <hr/> | |
| I-3-1. Anatomie du Fémur | 27 |
| I-3-1-1. Corps | 27 |
| I-3-1-1-1. Face antérieure | 27 |

| | |
|--|----|
| I-3.1.1.2 Face postérieure | 27 |
| I-3.1.2 Extrémités | 28 |
| I-3.1.2.1 Extrémité supérieure | 28 |
| I-3.1.2.2 Extrémité inférieure | 28 |
| I-3-1-2. La myologie du fémur | 29 |
| I-3-1-3-1. Fracture du fémur | 32 |
| I- 3-1-3-1-1. Fracture de la tête du fémur | 33 |
| I-3-1-3-1-2. Fracture du segment proximale du fémur | 33 |
| I-3-1-3-1-3. Fracture du segment Moyen di diaphyse | 33 |
| I-3-1-2-1-4. Fracture du segment Distal du fémur | 33 |
| I-3-1-4-1. Indications pratiques de la voie d'abord de femur | 33 |
| I-3.1.3.1.1 Voie d'abord latérale | 33 |
| I-3-1-4-1-2. Avantages | 34 |
| I-3-1-4-1-3. Inconvénient | 34 |
| I-3-1-4-1-4. La technique | 34 |
| I-3-2-1-1. L'anatomie du genou | 36 |
| I-3-2-1-2. Fracture de la rotule | 38 |
| I-3-2-2-1. Indications Voie d'abord latérale du grasset | 39 |
| I-3-2-2-1-2. Pratiques Voie d'abord latérale du grasset | 39 |
| I-2-2-1-2-1. Voie d'abord médiale du grasset..... | 39 |
| I-3-2-2-1-2-2. Avantage | 39 |
| I-3-2-2-1-2-3. Inconvénients | 39 |
| I-3-2-2-1-2-4. La technique | 39 |
| I-3-2-2-2. Indications pratiques voie d'abord médiale du grasset | 42 |
| I-2-2-2-1. Avantages | 42 |
| I-3-2-2-2-2. Inconvénients | 42 |

| | |
|---|----|
| I-3-2-2-3. La technique | 42 |
| I-3-3-1. Tibia | 43 |
| I-3-3-1-1. Corps | 43 |
| I-3-3-1-1-1. Face externe | 44 |
| I-3-3-1-1-2. Face interne | 44 |
| I-3-3-1-1-3. Face postérieure | 44 |
| I-3-3-1-2. Bords | 44 |
| I-3-3-1-2-1. Bordexterne | 44 |
| I-3-3-1-2-2. Bord interne | 44 |
| I-3-3-1-2-3. Bord antérieur | 44 |
| I-3-3-1-3. Extrémités | 45 |
| I-3-3-1-3-1. Extrémité supérieure | 45 |
| I-3-3-1-3-2. Extrémité inférieure | 45 |
| I-3-3-2. Fibula | 46 |
| I-3-3-2-1. Extrémités | 46 |
| I-3-3-2-1-1. Extrémité supérieure | 46 |
| I-3-3-2-1-2. Extrémité inférieure | 46 |
| I-3-3-2-2. Structure | 47 |
| I-3-3-3. La myologie de la jambe | 47 |
| I-3-3-4-1. Fracture du tibia et péroné | 48 |
| I-3-3-4-1-1. Fracture du segment Proximal | 49 |
| I-3-3-4-1-2. Fracture du segment moyen | 49 |
| I-3-3-4-1-3. Fracture du segment distal | 49 |
| I-3-3-5-1. Indications pratiques de la voie d'abord | 49 |
| I-3-3-5-1-1. Voie d'abord médiale..... | 49 |
| I-3-3-5-1-1. Avantages | 49 |

| | |
|--|----|
| I-3-3-5-1-2. Inconvénients | 50 |
| I-3-3-5-1-3. La technique | 50 |
| I-3-4-1. L'anatomie de tarse | 51 |
| I-3-5-1. L'anatomie de pied | 52 |
| <hr/> | |
| ChapitreN°4 | |
| <hr/> | |
| I-4-1. Généralité sur l'ostéosynthèse | 54 |
| I-4-1-1. Définition de l'ostéosynthèse | 54 |
| I-4-1-2. Le traitement chirurgical d'ostéosynthèse | 54 |
| I-4-1-3. Le contexte de l'ostéosynthèse | 54 |
| I-4-1-4. En quoi consiste une intervention d'ostéosynthèse | 54 |
| I-4-1-5. Les indications d'ostéosynthèse | 55 |
| I-4-2-1. Matériel des ostéosynthèses | 55 |
| I-4-2-2. Matériaux utilisés pour l'ostéosynthèse | 56 |
| I-4-2-2-1. Matériaux résorbables | 56 |
| I-4-2-2-1-1. Les métaux utilisés dans le matériel d'ostéosynthèse résorbable | 56 |
| I-4-2-2-1-3. Implants résorbables pas de retrait | 57 |
| I-4-2-2-2. Les métaux utilisés dans les matériel d'ostéosynthèse non résorbables | 57 |
| I-4-3-1. Contention du membre (provisoire) | 57 |
| I-4-3-1-1. Attelles et plâtres | 57 |
| I-4-3-1-2. Attelle de Thomas | 58 |
| I-4-3-2. Contention de l'os | 58 |
| I-4-3-2-1. Fixateur externe | 58 |
| I-4-3-2-2. Les types des fixateurs externes | 59 |
| A) Type I | 59 |
| B) Type II | 60 |
| C) Type III | 60 |

| | |
|--|----|
| D) Circulaire | 60 |
| I-4-3-2-3. Principe de mise en place | 60 |
| I-4-3-3. Principes de l'enclouage centromédullaire des os longs | 61 |
| I-4-3-3-1. Les différents types de l'enclouage | 61 |
| I-4-3-3-1-1. Enclouage centromédullaire simple | 61 |
| I-4-3-3-1-2. Enclouage centromédullaire fasciculé | 61 |
| I-4-3-3-1-3. Enclouage verrouillé | 62 |
| I-4-3-3-1-4. Enclouage centromédullaire associé à une plaque d'ostéosynthèse | 62 |
| I-4-3-3-2. Généralités sur les clous centromédullaires | 62 |
| I-4-3-3-2-1. Les clous | 62 |
| I-4-3-3-2-2. Différents types de clous | 63 |
| I-4-3-3-2-2-1. Le clou de steinman | 63 |
| I-4-3-3-2-2-2. Le clou de Küntscher | 63 |
| I-4-3-3-2-2-3. Le clou verrouillé | 63 |
| I-4-3-3-2-2-4. Le clou de Rocher | 64 |
| I-4-3-3-2-2-5. Le clou de Rush | 64 |
| I-4-3-3-2-3. Enclouage direct | 64 |
| I-4-3-3-2-4. Enclouage indirect (ou rétrograde) | 64 |
| I-4-3-3-3-1. Broches chirurgicales | 65 |
| I-4-3-3-4-1. Plaques vissées | 65 |
| I-4-3-3-4-2. Les différents types des plaques | 66 |
| I-4-3-3-4-2-1. Les maxi plaques..... | 66 |
| A) Les plaques de reconstruction | 66 |
| B) Les plaques à compression dynamique interfragmentaire | 67 |
| 1. DCP (Dynamic Compression Plate) | 67 |
| 2. EDCP (EccentricDynamic Compression Plate) | 67 |

| | |
|--|----|
| 3. LC-EDCP (Limited Contact Dynamic Compression Plate) | 68 |
| I-4-3-3-4-2-2. Les mini-plaques | 68 |
| A) Les mini-plaques AO | 68 |
| B) Les plaques de Champy et leurs dérivées | 68 |
| I-4-3-3-4-2-3. Les plaques tridimensionnelles | 69 |
| I-4-3-3-4-2-4. Plaque de compression | 69 |
| I-4-3-3-4-2-5. Plaque de neutralisation | 69 |
| I-4-3-3-4-2-6. Plaques de soutien | 70 |
| I-4-3-3-4-2-7. Gouttières | 70 |
| A) Les gouttières AO | 70 |
| B) Les plaques de Mennen..... | 70 |
| I-4-5. Immobilisation complémentaire | 71 |
| I-4-6-1. Vis osseuses | 71 |
| I-4-6-2. Indications des vis et plaques vissées | 71 |
| I-4-6-2-1. Fractures articulaires | 71 |
| I-4-6-2-2. Pseudarthroses | 71 |
| I-4-6-2-3. Ostectomies correctrices | 75 |
| I-4-6-2-4. Les fractures chez l'animal poly-fracturé | 72 |
| I-4-6-3. Contre-indications des vis et plaques vissées | 72 |
| I-4-6-3-1. Relatives | 72 |
| I-4-6-3-2. Absolues | 72 |
| I-4-7. Haubanage | 72 |
| I-4-8. Cerclage et demi-cerclage | 73 |
| I-4-8-1. Stabilisation des fêlures | 74 |
| I-4-8-2. Fractures obliques ou spiroïdes | 74 |
| I-4-8-3. Fractures comminutives | 74 |

| | |
|--|----|
| I-4-8-8. Notice d'utilisation du cerclure de Loute | 75 |
| I-4-9-1. Suture métallique interfragmentaire..... | 76 |
| I-4-10-2. Retrait du matériel d'ostéosynthèse | 76 |
| I-4-10-3. Temps idéal de garder un implant d'ostéosynthèse | 77 |
| I-4-10-4. Les risques de l'ablation des implants d'ostéosynthèse | 78 |
| I-4-10-5. Le taux de réussite du traitement | 78 |
| I-4-10-6. Après l'intervention chirurgicale..... | 78 |

PARTIE EXPERIMENTAL

| | |
|--|----|
| II-1-1. Démarche générale de l'examen orthopédique | 80 |
| II-1-2. Présentation des cas reçus en clinique | 80 |
| II-1-3. Examen rapproché | 80 |
| II-1-4. L'examen complémentaire | 81 |
| II-1-5. Le matériel chirurgical et orthopédique | 82 |
| II-1-6. Protocole anesthésique | 83 |
| II-2-1. Protocole opératoire | 83 |
| II-2-1-1. Préparation de l'animal, du chirurgien et du champ opératoire | 83 |
| II-2-1-2. Le premier cas : la fracture tibiale chez la lapine | 84 |
| II-2-1-2-1. Traitement | 84 |
| II-2-1-2-2. Le matériel utilisé | 84 |
| II-2-1-2-3. La préparation | 84 |
| II-2-1-2-4. Le geste chirurgical | 84 |
| II-2-1-2-5. Ostéosynthèse (L'enclouage centromédullaire +suture métallique + cerclage) | 85 |
| II-2-1-3. Le deuxième cas : la fracture mandibulaire chez le chien local | 87 |
| II-2-1-3-1. Traitement | 87 |
| II-2-1-3-2. Le matériel utilisé | 87 |

| | |
|--|-----|
| II-2-1-3-3.La préparation | .87 |
| II-2-1-3-4. Le geste chirurgicale | .87 |
| II-2-1-3-5.Ostéosynthèse (Broche+ suture métallique)..... | .88 |
| , II-2-1-4.Le troisième cas : la fracture fémorale chez le lévrier | .89 |
| II-2-1-4-1..Traitement | .89 |
| II-2-1-4-2. Le matériel utilisé | .89 |
| II-2-1-4-3. La préparation | .89 |
| II-2-1-4-4. Le geste chirurgical | .90 |
| II-2-1-4-5.Ostéosynthèse (L'enclouage centromédullaire + suture métallique+ cerclage) | .90 |
| II-2-2. Conclusion | .91 |
| Références bibliographie..... | .92 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure N°1: Structure générale des os longs et l'aspect morphologique des deux types d'os lamellaire du squelette mature, l'os compact (zone corticale) et l'os spongieux | 04 |
| Figure N°2: Os compact | 09 |
| Figure N°3: L'irrigation au niveau d'un os long | 11 |
| Figure N°4: Réseau veineux de l'os | 11 |
| Figure N°5: La signalisation des cellules lors de chimiotactisme et la prolifération cellulaire durant la réparation osseuse | 12 |
| Figure N°6: Cône de forage | 14 |
| Figure N°07: Les différents forces pouvant s'appliquer sur un os | 17 |
| Figure N°08: Les différentes étendues des lésions osseuses | 18 |
| Figure N°09: Types de fractures | 20 |
| Figure N°10: Muscles fémoraux crâniens | 29 |
| Figure N°11: Muscles fémoraux caudaux | 30 |
| Figure N°12: Muscles fémoraux médiaux | 30 |
| Figure N°13: Muscles fessiers abducteurs de la jambe | 31 |
| Figure N°14: Coupe transversale de la cuisse à mi-hauteur | 31 |
| Figure N°15: Muscles de la cuisse, vue latérale, membre pelvien gauche | 32 |
| Figure N°16: Muscles de la face médiale de la cuisse..... | 32 |
| Figure N°17: Voie d'abord latérale de la cuisse du chien étape 01 | 34 |
| Figure N°18: Etape 02 | 34 |
| Figure N°19: Etape 03 | 35 |
| Figure N°20: Etape 04 | 35 |
| Figure N°21: Articulation du genou d'un chien | 36 |
| Figure N°22: Face latérale du genou | 36 |

| | |
|--|----|
| Figure N°23: Repères osseux, ligamentaires et noeud lymphatique de la face latérale du genou gauche du chien..... | 37 |
| Figure N°24: Repères osseux, ligamentaires et musculaires de la face médiale du genou gauche du chien..... | 37 |
| Figure N°25: Articulation du genou gauche d'un chien, moyens de stabilité du genou | 38 |
| Figure N°26: Etape 01 Voie d'abord latérale du grasset | 40 |
| Figure N°27: Etape 02 | 40 |
| Figure N°28: Etape 03 | 40 |
| Figure N°29: Etape 04 | 40 |
| Figure N°30: Etape 05 | 41 |
| Figure N°31: Etape 06 | 41 |
| Figure N°32: Voie d'abord médiale de grasset étape 01 | 42 |
| Figure N°33: Etape 02 | 42 |
| Figure N°34: Etape 03 | 43 |
| Figure N°35: Etape 04 | 43 |
| Figure N°36: Role des muscles jambiers | 47 |
| Figure N°37: Muscle tibial cranial | 48 |
| Figure N°38: Muscle gastronemien | 48 |
| Figure N°39: Voie d'abord médiale de la jambe du chien : étape 01 | 50 |
| Figure N°40: Etape 02 | 50 |
| Figure N°41: Etape 03 | 51 |
| Figure N°42: Etape 04 | 51 |
| Figure N°43: Articulation d'un tarse gauche d'un chien | 52 |
| Figure N°44: Squelette d'un pied d'un chien | 53 |
| Figure N°45: Exemples d'implants d'ostéosynthèse | 55 |
| Figure N°46: Principaux types de fixateurs utilisables en chirurgie vétérinaire | 59 |
| Figure N°47: Fixateur externe de type Ib | 59 |

| | |
|--|----|
| Figure N°48: Fixateur externe de type II..... | 60 |
| Figure N°49: Enclouage avec un clou verrouillé..... | 63 |
| Figure N°50: Enclouage avec une broche intramédullaire et un fixateur externe | 65 |
| Figure N°51: Des plaques vissées de neutralisation | 66 |
| Figure N°52: Plaque de reconstruction en position ventrale sur une mandibule de chien..... | 67 |
| Figure N°53: Plaques de compression dynamique | 67 |
| Figure N°54: Exemples de différents types de plaques utilisées chez l’homme lors de fracture de l’angle de la mandibule | 68 |
| Figure N°55: Schéma de plaques tridimensionnelles | 69 |
| Figure N°56: Gouttière à compression axiale. D’après | 70 |
| Figure N°57: Plaque de Mennen, présentée sur une mandibule humaine édentée..... | 70 |
| Figure N°58: Illustration du principe de hauban d’après | 73 |
| Figure N°59: Cerclage d’un fémur | 73 |
| Figure N°60: Cercleur de Loute | 74 |
| Figure N°61: Cercleur de Loute | 75 |
| Figure N°62: Suture métallique..... | 76 |
| Figure N°63: Suture métallique | 76 |

PARTIE EXPERIMENTAL

| | |
|--|----|
| Figure N°01: Fracture médiadiaphysaire au niveau de fémur gauche, complète, complexe et déplacée par chevauchement..... | 81 |
| Figure N°02: Fracture mandibulaire, complète, complexe, déplacée par écartement à foyer ouvert | 82 |
| Figure N°03: Animal en décubitus latéral | 85 |
| Figure N°04: Voie d'abord (désinfection et mise en place des champs opératoires)..... | 85 |
| Figure N°05: Alignement des deux abouts de la diaphyse tibiale..... | 85 |
| Figure N°06: Réalisation d'une suture métallique. | 85 |

| | |
|--|----|
| Figure N°07: Mise en place del'ECMS | 86 |
| Figure N°08: L'enfoncement du clou..... | 86 |
| Figure N°09: Cerclage | 86 |
| Figure N°10: Cliché PO..... | 86 |
| Figure N°11: Mise en place des broches. | 88 |
| Figure N°12: Ostéosynthèse + alignement des fragments mandibulaires | 88 |
| Figure N°13: Fixation de la mandibule | 88 |
| Figure N°14 A: Cliché PRE OP B-C: Cerclage+ suture métallique D: Alignement et mise en place de tout le matériel d'ostéosynthèse | 90 |
| Figure N°15: Nettoyage + suture | 91 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau N° 01 : Les différents cas de fracture..... | 80 |
| Tableau N° 02 : Le matériel orthopédique..... | 81 |
| Tableau N° 03 : Le protocole d'anesthésie | 82 |

Liste des abréviations

| | |
|---------------------------------|---|
| MEC: | Matrice Extra Cellulaire. |
| PDGF: | Platelete-Derved Growth Factor. |
| VEGF: | Vascular Endothelial Growth Factor. |
| TGF-β : | Transforming Growth Factor- Beta (facteur de transformation de la croissance beta). |
| BMP: | Bon Morphogenetic Protein. |
| IGF: | Insulin-Lik Growth Factor. |
| FGF: | Fibroblast Growth Factor. |
| BMU: | Bone Modelizing Unit. |
| BSU : | Basic Structur Unit. |
| TDM: | Technique D'imagerie Medical. |
| IRM: | Imagerie Par Resonance Magnétique. |
| m: | Muscle. |
| AO/ASIF: | Association pour ostéosynthese schweizersche Arbeitsgeme inschafffür Osteosynthesefragen / Swiss Association for the Study of Internal Fixation). |
| DCP: | Dgnanic Compression Plat. |
| EDCP: | Eccentric Dynamic Compression Plat. |
| LC-EDCP: | Limited Contact- Eccentric Dynamic Compression Plat. |
| mm: | Millimeter. |
| PO: | Post-operatoire. |
| PER-O: | Per-operatoire. |
| ECMS: | Enclouage centro-médullaire simple. |

Partie bibliographique I

INTRODUCTION

Introduction générale

1. Introduction :

L'os est le second tissu le plus souvent transplanté dans le corps humain avec 600.000 procédures de greffes effectuées chaque année. Actuellement, la priorité dans le traitement des fractures osseuses est accordée aux conditions biologiques locales, afin de favoriser le processus de consolidation et une reprise fonctionnelle rapide ; ce mode de réparation permet une cicatrisation de seconde intention et n'accorde pas trop d'importance à la rigidité de la fixation, toutefois, la formation d'un cal est nécessaire pour assurer une stabilité et un bon alignement des éléments fracturaires.

Notre travail en général s'articule sur 2 parties ; la première partie concerne la partie bibliographique qui contient 4 chapitres, le premier chapitre traite un rappel anatomo-physio-histologilologique de l'os suivi par la consolidation osseuse, ensuite on a abordé l'étude de fractures et le diagnostic des fractures en 2eme chapitre, et l'anatomie et la voie d'abord de membre pelvien en 3eme chapitre, le matériel d'ostéosynthèse occupe le 4eme chapitre. La partie expérimentale comme deuxième partie parle le traitement orthopédique chez trois cas accueilli dans notre clinique orthopédique de l'institut des sciences vétérinaire –université Iben Kheldoun à Tiaret.

CHAPITRE N°1

Rappel anatomo-physio- histologique

I-1. Rappel anatomique de l'os :

I-1-1. Forme et structure de l'os :

I-1-1-1. Os longs :

Dans un os long (Os longue), l'une des dimensions est nettement plus grande que les autres. De tels os se rencontrent en particulier dans les membres (humérus, fémur, tibia, etc). On établit habituellement une distinction entre les os longs proprement dits et les os allongés, qui leur ressemblent mais présentent une importante différence de structure. Ces derniers sont en effet dépourvus de la cavité médullaire (Cavum medullare) qui caractérise les os longs (**BARONE, 1978**).

On peut donner comme exemple d'os allongés : les côtes, la clavicule des Primates, la fibula des Carnivores...etc. Pour la description systématique, on reconnaît aux os longs et aux os allongés une partie moyenne ou corps et deux extrémités plus ou moins renflées. C'est en général par les extrémités que les os longs s'articulent à leurs voisins (**BARONE, 1978**).

I-1-1-2. Os plats :

Dans un os plat (Os planum), deux dimensions, longueur et largeur, sont à peu près égales et l'emportent de beaucoup sur la troisième. Ces os sont minces et larges.

On les rencontre dans les ceintures, dans la face et dans le crâne. Il en existe plusieurs variétés, selon l'incurvation ou l'épaisseur qu'ils présentent ; on peut y rattacher les os papyracés, qui sont extrêmement minces et fragiles et qu'on rencontre spécialement dans la face. Les os plats offrent à la description deux faces et des bords qui se joignent en formant des angles. Certains os de la tête sont creusés de cavités aérifères (Sinus paranasaux) annexes de la cavité du nez. On qualifie chacun d'eux d'os pneumatique (Os pneumaticum). D'autres os pneumatiques existent chez les Oiseaux (vertèbres cervicales, humérus, voire sternum) (**BARONE, 1978**).

I-1-1-3. Os courts :

Un os court (Os brevis) n'a pas de dimension prépondérante sur les autres ; longueur, largeur et épaisseur sont à peu près égales. Ce sont des os généralement peu volumineux. On les rencontre dans le carpe, le tarse, les doigts, la colonne vertébrale, la tête. On peut considérer comme des variétés d'os courts : les os irréguliers (Os irregularia), pourvus de prolongements plus ou moins

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

marqués et généralement symétriques (vertèbres, os sphénoïde) et encore les os sésamoïdes (*Ossa sesamoidea*), petits osselets ovoïdes ou sphéroïdes développés dans l'épaisseur de certains tendons, en des points où s'exercent des pressions importantes. Les os courts présentent en général plusieurs faces, séparées par des bords et des angles (**BARONE, 1978**).

I-1-2. Le tissu osseux :

I-1-2-1. Introduction :

Le squelette constitue la charpente du corps. Tous les tissus contribuant au squelette sont d'origine mésenchymateuse : ce sont le tissu osseux, le cartilage et divers types de tissus conjonctifs (**DADOUNE et al., 2000**). L'os est un tissu éminemment dynamique, objet de remaniements constants associant des processus d'édification (ostéogénèse) et de dégradation (ostéolyse). L'os est un tissu conjonctif calcifié et vascularisé (**GARTNER et al., 1994**).

Selon (**ANDRE et al., 2008**). Le squelette a 3 fonctions :

I-1-2-1-1. Fonction mécanique :

Le tissu osseux est un des tissus les plus résistants de l'organisme, capable de supporter des contraintes mécaniques, donnant à l'os son rôle de soutien du corps et de protection des organes.

I-1-2-1-2. Fonction métabolique :

Le tissu osseux est un tissu dynamique, constamment remodelé sous l'effet des pressions mécaniques, entraînant la libération ou le stockage de sels minéraux, et assurant ainsi dans une large mesure (conjointement avec l'intestin et les reins) le contrôle du métabolisme phosphocalcique.

I-1-2-1-3. Fonction hématopoïétique:

Les os renferment dans leurs espaces médullaires, la moelle hématopoïétique, dont les cellules souches, à l'origine des 3 lignées de globules du sang, se trouvent au voisinage des cellules osseuses.

I-1-2. Morphologie des tissus osseux :

Le critère le plus souvent retenu pour la classification des os est leur forme ; c'est ainsi que l'on reconnaît trois types d'os (**CHANCRIN, 1992**). Les os courts (vertèbres, os du carpe, os du tarse), les os plats (crâne, ilium, scapula) et les os longs comme l'humérus, le fémur ou le tibia, servent classiquement de modèle pour décrire la structure des os. Un os long typique chez l'adulte est constitué d'une partie centrale cylindrique appelée diaphyse, et de deux extrémités élargies et arrondies appelées épiphyses, couvertes de cartilage articulaire. Des régions coniques, appelées métaphyses, connectent la diaphyse à chaque épiphyse. La forme particulière des os longs leur

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

confère la capacité de résister aux forces de tension, de traction et de cisaillement (TOPPETS et al ; 2004).

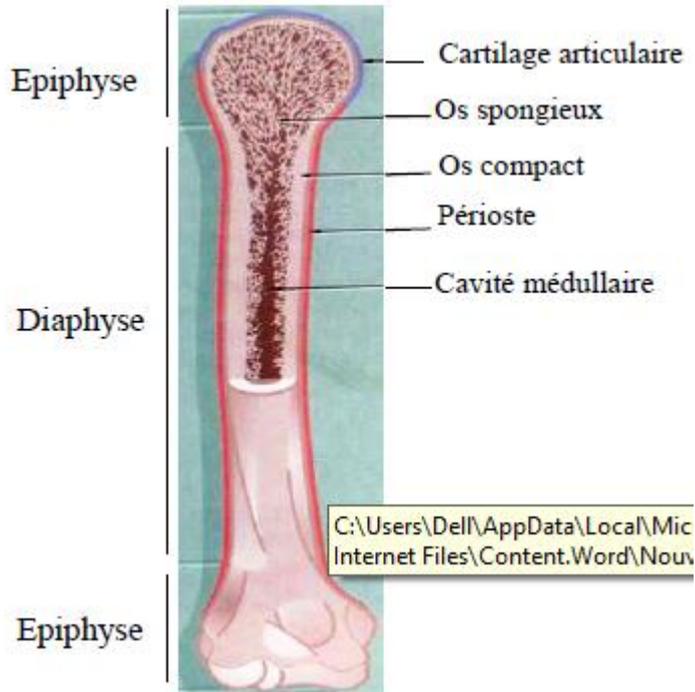


Figure N°1 : Structure générale des os longs et l'aspect morphologique des deux types d'os lamellaire du squelette mature, l'os compact (zone corticale) et l'os spongieux (zone médullaire) (WHEATER et al., 2001).

I-1-3. Les enveloppes osseuses :

Selon (TOPPETS et al., 2004). Les populations cellulaires de l'os se distribuent en deux lieux distincts :

Les cellules ostéocytaires sont localisées dans la matrice osseuse.

Les autres cellules sont localisées sur les surfaces cellulaires dans des enveloppes morphologiquement distinctes : l'endoste et le périoste.

I-1-3-1. Le périoste :

Le périoste est fait de deux couches, la couche fibreuse et une couche ostéogénique (GARTNER et al., 1994). Il recouvre entièrement l'os, sauf au niveau des surfaces articulaires, des insertions tendineuses, ligamentaires et certains sites comme la zone sous capsulaire du col du fémur. Il est très vascularisé (WHEATER et al., 2001). Le périoste fibreux est constitué d'un réseau dense de fibres de collagène (TOPPETS et al., 2004).

Les fibres collagéniques des tendons et des ligaments se mêlent à celles du périoste et les traversent pour s'insérer sur le tissu osseux sous-jacent. La couche interne du périoste porte le nom de périoste cellulaire parce qu'elle abrite des cellules mésenchymateuses, des cellules

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

ostéoprogénitrices, des ostéoblastes et des ostéoclastes. Pendant le développement et la croissance, les ostéoblastes du périoste permettent l'accroissement en épaisseur de l'os par des dépôts Successifs d'os lamellaire. Chez l'adulte, elles assurent l'entretien des couches osseuses sous-jacentes, le remodelage osseux et la réparation en cas de fractures (**TOPPETS et al., 2004**).

Le périoste est lié au tissu osseux sous-jacent par des faisceaux de fibres de collagène, appelées fibres de SHARPEY qui peuvent traverser toute l'épaisseur de la corticale osseuse (**WHEATER et al., 2001**).

I-1-3-2. L'endoste :

La cavité médullaire est bordée par un endoste, constituée de cellules ostéogéniques, d'ostéoblastes et occasionnellement d'ostéoclastes (**GARTNER et al., 1994**). Les travées osseuses d'os spongieux qui bordent la moelle osseuse (endoste trabéculaire) ; ainsi que les canaux de Havers (endoste ostéonien).

L'endoste cortical et l'endoste trabéculaire sont en continuité et forment la limite interne de l'os. L'endoste ostéonien met en relation le périoste et l'endoste cortical via les canaux de VOLKMANN. Ceci explique pourquoi l'endoste contient des cellules identiques à celles du périoste cellulaire (**TOPPETS et al., 2004**). Par contre, l'endoste fibreux contient du tissu conjonctif lâche tapissant la cavité médullaire (**GARTNER et al., 1994**).

I-1-4. La composition de l'os :

Le tissu osseux est constitué de cellules : les ostéoblastes, les ostéocytes et les ostéoclastes, ainsi que d'une matrice extracellulaire (**WHEATER et al., 2001**).

I-1-4-1. Les cellules du tissu osseux :

Il existe quatre principaux types de cellules osseuses :

- Les cellules ostéoprogénitrices.
- Les ostéoblastes.
- Les ostéocytes.
- Les ostéoclastes (**ANDRE et al., 2008**).

I-1-4-1-1. Les cellules ostéoprogénitrices :

Les cellules ostéoprogénitrices dérivent des cellules mésenchymateuses primitives et forment une population de cellules souches qui peuvent se différencier en cellules plus spécialisées formant l'os :

Les ostéoblastes et les ostéocytes. Dans l'os mature, où le taux de renouvellement est faible, les

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

cellules ostéoprogénitrices apparaissent petites et fusiformes, ressemblant à des fibroblastes. Apparemment quiescentes, ces cellules recouvrent les surfaces osseuses. On les appelle également «resting ostéoblast » ou « endosteal lining cells » (TOPPETS *et al.*, 2004).

I-1-4-1-2. Les ostéoblastes :

Les ostéoblastes dérivent de cellules mésenchymateuse situées dans un feuillet interne, l'endoste ou externe, le périoste (CROSS *et al.*, 1993). Ils sont reliés entre eux et avec les ostéocytes par des jonctions communicantes. Leur membrane plasmique renferme en abondance de la phosphatase alcaline (CHAVASSIEUX *et al.*, 2003).

L'ostéoblaste joue également un rôle de régulation et d'information à la surface de l'os (SHUTO *et al.*, 1997). Elles synthétisent le composant organique de la MEC (ostéoïde) (STEVENS *et al.*, 1997). De ce fait, leur cytoplasme est riche en organites impliqués dans la synthèse protéique (réticulum endoplasmique granulaire abondant (appareil de Golgi volumineux) et la sécrétion de macromolécules matricielles (TOPPETS *et al.*, 2004).

Selon ANDRE *et al.*, (2008). Le devenir des ostéoblastes peut se faire selon trois (03 voies)

- Transformation en ostéocytes en s'entourant complètement de MEC.
- Mise au repos sous la forme de cellules bordantes tapissant les surfaces osseuses.
- Mort par apoptose.

I-1-4-1-3. Les ostéocytes :

Ce sont des ostéoblastes différenciés, incapables de se diviser, entièrement entourés (emprisonnés) dans la matrice qu'ils ont synthétisée (TOPPETS *et al.*, 2004). Les ostéocytes sont des ostéoblastes inactifs reposants dans l'os minéralisé (STEVENS *et al.*, 1997). Elles siègent dans des logettes (ostéoplastes) d'où partent des canalicules anastomosés contenant leurs prolongements cytoplasmiques, fins, nombreux, plus ou moins longs, reliés entre eux par des jonctions communicantes (GARTNER *et al.*, 1994). Leur corps cellulaire est de plus petite taille que celui des ostéoblastes, fusiforme, possédant moins d'organites que les ostéoblastes. Les ostéocytes, avec des capacités de synthèse et de résorption limitées, participent au maintien de la matrice osseuse et contribuent à l'homéostasie de la calcémie (ANDRE *et al.*, 2008). Ils n'augmentent pas la masse osseuse, mais sont essentiels pour le renouvellement continu de la matrice extracellulaire (CROSS *et al.*, 1993).

Les ostéoblastes et les ostéocytes dérivent d'une cellule mésenchymateuse primitive appelée cellule ostéoprogénitrice (WHEATER *et al.*, 2001).

I-1-4-1-4. Les ostéoclastes :

La résorption osseuse est assurée par de grandes cellules multinucléées appelées ostéoclastes (**CHAVASSIEUX et al., 2003**), qui s'observent souvent dans des dépressions creusées à la surface de l'os appelées lacune de HOWSHIP (**WHEATER et al., 2001**). Et peuvent contenir plus de 50 noyaux (**KÿHNEL, 2003**).

La membrane de ostéoclaste en face de l'os forme une bordure en brosse constituée de profond replis, une pompe à proton située dans la bordure maintient un pH bas dans la lacune, ce qui provoque la dissolution des cristaux d'hydroxyapatite de la matrice inorganique (**CROSS et al., 1993**).

Les ostéoclastes et les ostéoblastes participent également de la maintenance à long terme des bilans calciques et phosphatés de l'organisme (**GARTNER et al., 1994**), par leur réponse à l'hormone parathyroïdienne et à la calcitonine. L'hormone parathyroïdienne stimule.

La résorption ostéoclastique et la libération d'ions calcium à partir de l'os, tandis que la calcitonine inhibe l'activité ostéoclastique (**WHEATER et al., 2001**).

I-1-4-2. La matrice extracellulaire :

La MEC de l'os comporte une partie organique et une phase minérale (**DADOUNE et al., 2000**). La matrice extracellulaire occupe entre 92 et 95 % du volume tissulaire. La teneur en eau, environ 9%, est très variable en fonction de l'âge et du degré de minéralisation (**TOPPETS et al ; 2004**).

I-1-4-2-1. La portion organique :

La matrice organique représente 22% de la masse osseuse et forme ce que l'on appelle l'ostéoïde ou substance préosseuse (**TOPPETS et al., 2004**).

Elle est composée essentiellement de collagène de type I, de glycoprotéines sulfatés ; ainsi que quelques protéoglycane (**GARTNER et al., 1994**). D'ostéopontine (reliant l'hydroxyapatite aux cellules osseuses), d'ostéonectine (intervenant dans la minéralisation par son affinité pour le collagène I et le calcium), d'ostéocalcine (marqueur des ostéoblastes matures, intervenant dans la minéralisation), de sialoprotéine osseuse et de thrombospondine (permettant l'attache des cellules osseuses à la MEC via un récepteur membranaire de la famille des intégrines).

La MEC osseuse contient des cytokines et facteurs de croissance sécrétés par les ostéoblastes et jouant un rôle fondamental dans la régulation du remodelage du tissu osseux et de la minéralisation de la MEC osseuse (**ANDRE et al., 2008**).

I-1-4-2-2. La portion minérale :

La phase inorganique de la matrice osseuse confère à l'os sa rigidité et sa résistance mécanique et représente aussi une importante réserve minérale.

Elle est essentiellement composée de phosphate de calcium cristallisé sous forme d'hydroxyapatite. Les cristaux d'hydroxyapatite ont une forme hexagonale, aplatie et sont disposés dans les espaces inter fibrillaires (**CHAVASSIEUX et al., 2003**).

Les ions Ca^{++} et PO_4^{3-} situés en surface des cristaux participent à des échanges rapides avec le liquide interstitiel, et donc, avec le courant sanguin. L'os, qui contient 98 % du calcium de l'organisme, représente un réservoir de calcium et joue un rôle primordial dans le métabolisme phosphocalcique. La minéralisation de la MEC osseuse rend compte de la dureté de l'os (**ANDRE et al., 2008**).

I-1-5. L'organisation du tissu osseux :

I-1-5-1. L'os non lamellaire :

Est un os immature, non lamellaire caractérisé par une disposition anarchique des fibres de collagène, on le trouve également au niveau des cals de fractures, de certaines tumeurs osseuses primitives ou secondaires (**CHAVASSIEUX et al., 2003**).

I-1-5-2. L'os lamellaire :

Selon **ANDRE et al., (2008)**. La plupart des os sont constitués d'une zone externe de tissu osseux compact et d'une zone interne de tissu osseux spongieux.

I-1-5-2-1. L'os compact, le tissu osseux haversien :

Il est principalement constitué d'ostéones ou système de HAVERS fait de lamelles osseuses cylindriques disposées concentriquement autour du canal de Havers (**CATALA M et al., 2008**). Entre les lamelles, se situent les ostéoblastes contenant le corps cellulaire des ostéocytes. Le canal de Havers contient des capillaires sanguins et des filets nerveux amyéliniques enrobés d'un peu de tissu conjonctif lâche (**ANDRE et al., 2008**).

Les lamelles osseuses sont disposées de façon concentrique autour d'un canal central appelé canal de HAVERS où circulent les vaisseaux ; les canaux de HAVERS sont reliés entre eux par des canaux transversaux, les canaux de VOLKMANN (**MEUNIER P et al., 2003**).

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

Cette disposition confère à l'os compact un maximum de résistance. Entre les ostéones se trouvent des lamelles osseuses, vestiges d'ostéones anciens partiellement résorbés et constituant les systèmes interstitiels. La diaphyse des os longs est bordée extérieurement et intérieurement par des lamelles osseuses circonférentielles, réalisant le système circonférentiel externe et le système circonférentiel interne (ANDRE *et al.*, 2008).

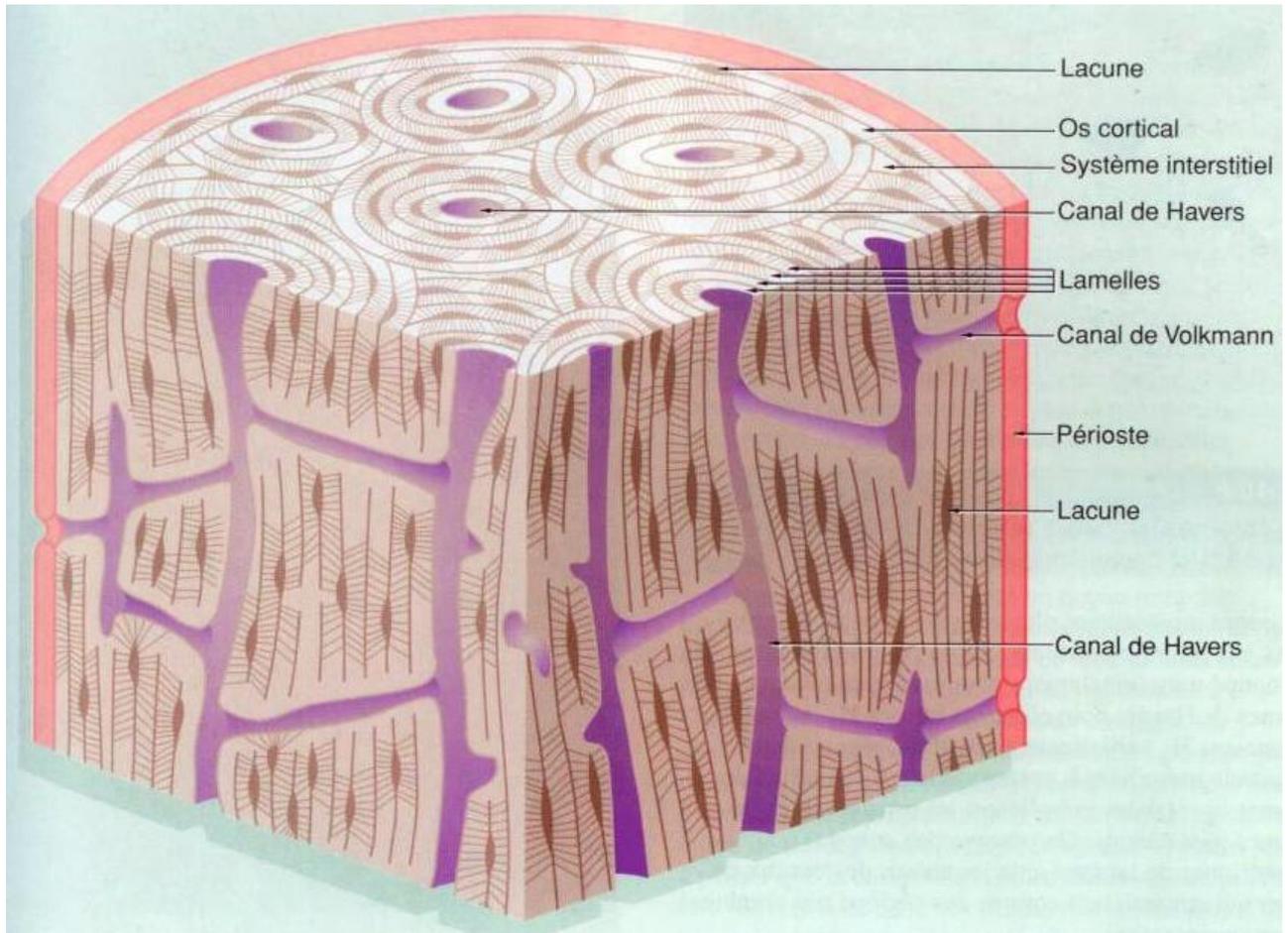


Figure N°2: Os compact (WHEATER *et al.*, 2001).

I-1-5-2-2. Le tissu osseux spongieux (ou trabéculaire) :

Appelé également os spongieux, il est constitué d'un réseau tridimensionnel de travées osseuses faites d'unités structurales élémentaires en plaques ou en arches, à texture lamellaire régulière. Entre les travées osseuses se trouve la moelle hématopoïétique (CHAVASSIEUX *et al.*, 2003).

Le tissu osseux spongieux siège essentiellement dans les os courts et les os plats (sternum, ailes iliaques) ainsi que dans les épiphyses des os longs. Il est formé par un lacis tridimensionnel de

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

spicules ou trabécules de tissu osseux, amifiés et anastomosés, délimitant un labyrinthe d'espaces inter communicants occupés par de la moelle osseuse et des vaisseaux (ANDRE *et al.*, 2008).

I-1-6. Vascularisation de l'os :

Les vaisseaux sont extrêmement nombreux dans l'os et la circulation y est intense.

I -1-6-1. Vascularisation artériel :

A l'exception des os courts, chaque pièce squelettique en reçoit une principale, dite artère nourricière, qui y pénètre par un trou particulier, dit foramen nourricier (Foramen nutricium). Cette artère pourrait être qualifiée de diaphysaire, car elle appartient à l'origine au centre primaire d'ossification. Elle parcourt le canal nourricier (Canalis nutricius) selon un trajet généralement oblique et caractéristique de chaque os, pour atteindre la cavité médullaire s'il s'agit d'un os long, le cœur du tissu spongieux dans les autres types d'os. Elle se divise là en deux ou plusieurs branches divergentes qui se ramifient finement. Ces divisions se distribuent à la moelle et au tissu spongieux et leurs plus fins rameaux vont jusque dans les canaux des ostéones de la substance compacte. Elles s'anastomosent aux subdivisions des autres artères de l'os, lequel est ainsi baigné d'un réseau vasculaire continu. On remarquera que l'artère nourricière n'émet aucun rameau avant de se diviser dans la cavité médullaire et que la circulation s'effectue dans l'os à partir de cette dernière, donc de façon centrifuge (BARONE, 1978).

Des artères plus petites, épiphysaires et en général multiples, pénètrent en outre en divers points des extrémités des os longs ou à la périphérie des autres types d'os. Elles se ramifient dans la substance spongieuse et leurs divisions entrent dans la constitution du réseau mentionné ci-dessus. Les artères des os courts ont une distribution analogue à celle des artères épiphysaires des os longs.

Des artères périostales, très petites et nombreuses, abordent divers points du périoste , sous lequel elles forment un réseau. Leurs divisions entrent dans l'os par les innombrables et minuscules trous de troisième ordre, pour se raccorder au réseau profond. Ce dernier, d'une extrême richesse, envoie ses capillaires jusqu'aux canaux des ostéones (BARONE, 1978).

I -1-6-2. Le système capillaire :

Il se compose de petits vaisseaux intra-corticaux. Ce réseau capillaire emprunte le système haversien, est non anastomosé et irrigue à partir d'une même artériole de petits segments de corticale d'une hauteur d'au maximum 2 mm (MATHON, 1994).

I -1-6-3. Vascularisation veineuse :

Les veines ont généralement un trajet indépendant de celui des artères. Elles baignent l'os d'un réseau intérieur plus riche encore que celui des artères, formant même des sortes de petits lacs dans le tissu spongieux de certains os courts, tels que les corps vertébraux. Dans les os longs, ce réseau est drainé par une ou deux petites veines satellites de l'artère nourricière, et surtout par des veines plus grosses et multiples qui sortent par des trous spéciaux près des extrémités, où elles drainent principalement le tissu spongieux. Les veines des os plats et des os courts, également volumineuses, se comportent comme celles des extrémités des os longs (**BARONE, 1978**).

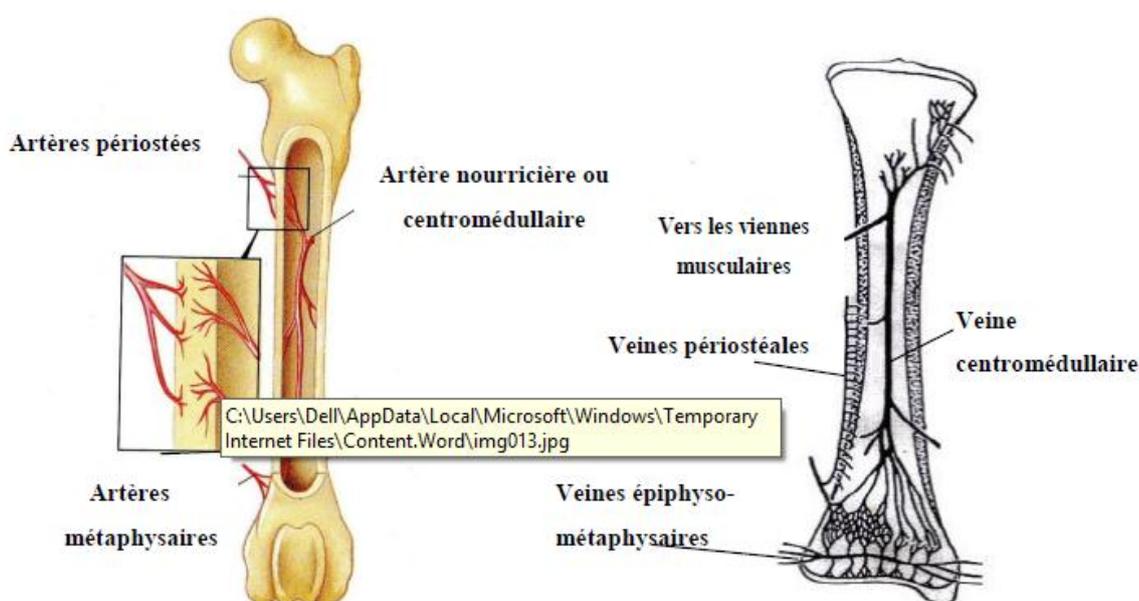


Figure N°3 : l'irrigation au niveau d'un os long (**SOSSUM et al., 2007**).

Figure N°4 : Réseau veineux de l'os (**BRINKER ; 1994**).

I-1-7. La physiologie des pertes de substances osseuses :

I-1-7-1. Les différentes étapes de la cicatrisation osseuse :

Il se réalise en quatre stades : l'hématome qui aboutit au tissu de granulation, la cal molle ou primaire, la cal dure puis le remodelage (**BARONE, 1978**).

I-1-7-1 -1. L'hématome fracturaire :

Il est issu des extrémités osseuses et des tissus mous environnants. Il acquiert un pouvoir ostéogénique vers le quatrième jour c'est-à-dire qu'il est capable de former de l'os même lorsqu'au cours d'expérimentation celui-ci est transplanté dans un muscle. Une réaction inflammatoire locale s'installe en quelques heures dans les tissus périfracturaires ; des histiocytes et des macrophages

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

apparaissent ; afin de détruire les débris et des ostéoclastes érodent les surfaces osseuses. Il existe donc un processus complexe qui va être déclenché immédiatement après la fracture mais dont le signal est encore inconnu (MACE, 2007).

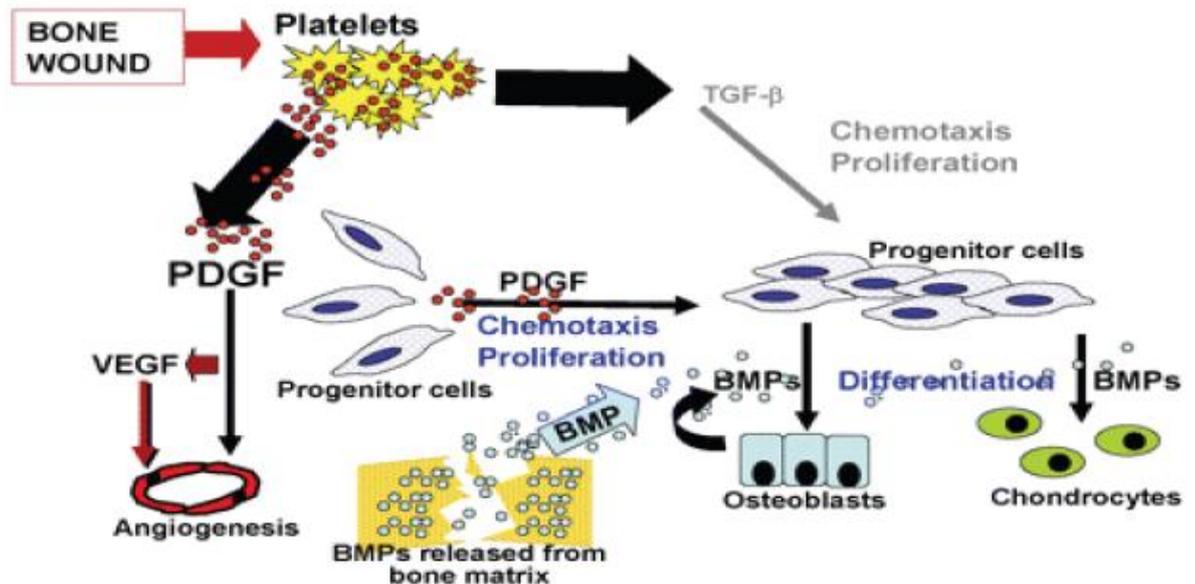


Figure N°5 : La signalisation des cellules lors de chimiotactisme et la prolifération cellulaire durant la réparation osseuse (GHODADRA et SINGH ; 2008).

- **PDGF** Platelet derived growth factor.
- **VEGF** Vascular endothelial growth factor.
- **TGF-β** Transforming growth factor-beta.

Ce processus recrute des cellules précurseurs, les multiplie, assurent leur différenciation en ostéoblastes, ostéoclastes, fibroblastes, contrôle la minéralisation, le remodelage puis le modelage. Le recrutement de cellules précurseur des ostéoblastes s'effectue durant les premières heures par les phénomènes d'induction ostéogénique. Les cellules précurseur 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 précurseur vont migrer vers le foyer de fracture grâce à des facteurs chimiotactiques libérés par les cellules nécrotiques du foyer (MACE, 2007).

Les cellules du foyer entraînent la prolifération des cellules précurseur par libération de substances mitogènes, telles que platelet-derived growth factor (PDGF) et transforming growth factor beta (TGF - β). Les cellules précurseur, ainsi proliférées, vont se différencier grâce à des facteurs ostéo-inducteurs chimiques et physiques. Parmi les facteurs chimiques ostéo-inducteurs, facteurs de croissance, l'on compte le PDGF, TGF-β , Bone morphogenetic proteins (BMP),

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

Fibroblast growth factors (FGF) et Insulin-like growth factors (IGF). Les facteurs ostéo-inducteurs physiques sont les contraintes mécaniques, telles que les mouvements du foyer de fracture et la variation de 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 (**LIND et al., 1993, MACE, 2007**). Les cellules qui composent le tissu de granulation synthétisent du collagène, et l'on assiste alors à la transformation du tissu de granulation en un tissu conjonctif qui englobe les extrémités fracturaires, et assure une certaine stabilité à la fracture. Ce tissu conjonctif, une fois constitué, évolue de manière à assurer une stabilité de plus en plus grande aux fragments osseux. Son évolution dépend cependant beaucoup des conditions locales. Il peut, en effet, évoluer, soit vers un fibrocartilage, soit directement vers un tissu osseux (**AUTEFAGE, 1992**).

Dans le cas où le tissu de granulation serait soumis à un défaut d'apport en oxygène ou à une relative mobilité, les cellules mésenchymateuses se différencient en des chondroblastes et non en ostéoblastes. On observe la formation de foyers de métaplasie cartilagineuse dans le tissu de granulation et l'on parle alors de cal fibrocartilagineux (**ARO et al., 1989**). Si l'oxygène est présent en quantité suffisante, les cellules mésenchymateuses se différencient en ostéoblastes, qui vont alors constituer un cal « osseux » (**BONNEL ET TACHO, 1989**). (**TOPPETS et al., 2004**). Il s'agit d'un tissu fibrovasculaire (différenciation en fibroblaste et formation de nouveaux vaisseaux) riche en collagène de type III. A cette phase, qui dure 2 à 3 semaines, les extrémités osseuses ne participent pas à la restauration (**MACE, 2007**).

I-1-7-1-2. Stade de la cal molle ou primaire :

Le périoste a pour rôle d'immobiliser le foyer, situation indispensable à la minéralisation. La cal molle apparaît sur les fragments osseux dans le décollement du périoste. Il va former un manchon souple et fusiforme. Sous le périoste, les cellules précurseur 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. 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. A ce stade, les corticales ne participent pas à la formation de la cal. En revanche ; la moelle osseuse est le lieu d'une ostéogenèse en bande située à la face interne de la corticale (**MACE, 2007**).

Ce schéma montre les étapes successives supposées de la minéralisation de l'ostéoïde pour former l'os minéralisé. Les ostéoblastes cubiques actifs secrètent de l'ostéoïde collagène (rose) et des

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

vésicules matricielles (jaune). Les vésicules matricielles représentent les foyers de dépôt de cristaux d'hydroxyapatite (vert), première étape de la minéralisation. L'augmentation continue de matière minérale à partir de ces foyers primaires conduit finalement à la minéralisation confluyente du collagène ostoïde et de la matrice de soutien riche en glycosaminoglycane. Les vésicules matricielles sont riches en phosphatase alcaline et en pyrophosphatase alcaline, qui toutes les deux peuvent produire des ions phosphate à partir des différentes molécules. Les ions phosphates s'accumulent dans les vésicules matricielles avec les ions calcium et constituent le matériel de base nécessaire à la production d'hydroxyapatite (**WHEATER et al., 2001**).

I-1-7-1-3. La cal dure :

Est déterminée par la création d'un pont osseux immature inter-fragmentaire et assure une solidarité mécanique entre les fragments. Au départ, l'os immature est non orienté, de type trabéculaire. Puis, il va se transformer en os lamellaire primaire, c'est-à-dire que les ostéons sont orientés dans toutes les directions ; afin de rétablir une raideur idéale de l'os (**Macé, 2007**). Ce stade d'ossification du cal peut se faire de deux manières : soit directement, soit après le stade fibrocartilagineux (**AUTEFAGE, 1992**).

Au bout de la huitième semaine, l'os lamellaire pénètre dans les extrémités fracturaires. A seize semaines, l'os immature disparaît (**MACE, 2007**).

I-1-7-1-4. Le remodelage :

Se poursuit durant 18 mois et a pour but de rétablir une architecture histologique normale. Tout au long de la vie, l'os est le siège de remaniements permanents. Ce processus permet de préserver les propriétés biomécaniques du tissu osseux et d'assurer l'homéostasie minérale. (**CHAVASSIEUX et MEUNIER, 2003**). Ce remodelage est réalisé par un dispositif nommé Bone modeling unit (BMU). Le dispositif BMU comprend à son apex, des ostéoclastes forant l'os lamellaire primaire, suivis d'un capillaire et accompagnés d'ostéoblastes qui viennent successivement tapisser les parois du canal de résorption et créent une structure de type haversien en déposant l'os en lamelles concentriques (**MACE, 2007**).

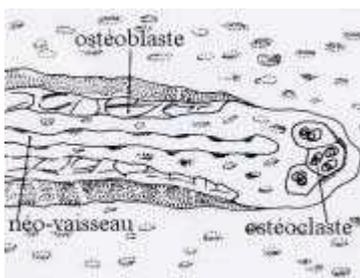


Figure N°6 : Cône de forage (BRINKER, 1984).

Chapitre N 1 : Rappel anatomo-physio-histologique

Cette activité de remodelage donne naissance aux unités de base du tissu osseux appelées ostéons dans l'os cortical et unités structurales élémentaires (basic structure unit ou BSU) dans l'os spongieux. Elle débute par une phase d'activation des ostéoclastes qui conduit à la résorption osseuse suivie d'une phase de transition qui aboutit au recrutement des cellules ostéoprogénitrices, puis à la formation et à la minéralisation d'une nouvelle matrice osseuse. À chaque instant, environ 5 % des surfaces intra corticales et 20 % des surfaces trabéculaires sont le siège d'un remodelage. Ce processus implique un couplage étroit entre la phase de résorption et la phase de formation. La durée moyenne d'une séquence de remodelage est de 4 à 6 mois (**CHAVASSIEUX et MEUNIER, 2003**). L'orientation de progression des BMU suit les contraintes mécaniques appliquées à l'os. En clinique, l'activité de résorption du site fracturaire confère à l'os un aspect porotique sur les radiographies. Cet aspect propre au remodelage apparaît après 4 semaines (**MACE, 2007**).

CHAPITRE N°2

Les fractures et les moyens de diagnostiques

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostics

I-2-1. Généralité Sur Les Fractures :

I-2-1-1. Définition :

C'est une solution de continuité osseuse (rupture de la continuité) au niveau d'un segment osseux ou cartilagineux secondaire le plus souvent à un traumatisme violent, mais peuvent survenir après un traumatisme bénin surtout chez le vieillard ou au niveau d'un os remanié.

I-2-1-2. Les signes :

Douleur généralement intense au niveau de l'os atteint, déformation éventuelle de l'os, parfois sortie d'un bout d'os (fracture ouverte), impossibilité plus ou moins grande de bouger le membre.

Elle se traduit par un trait à la radiographie. Le trait est plus ou moins visible sur la radio sous la forme d'une ligne noire ou grisâtre, qui marque la rupture. C'est parfois très difficile à voir, et il faut un médecin entraîné à la lecture des radios pour faire la différence entre un trait de fracture et ce qu'on appelle un "artefact" (une construction visuelle qui n'est pas un trait de fracture). Les deux fragments peuvent rester unis ou être séparés (déplacement).

I-2-2. Comment se produit une fracture ?

Soit à la suite d'un choc. C'est de loin le cas le plus fréquent. Le choc peut être peu violent, violent (cas le plus fréquent) ou très violent.

Soit spontanément. C'est ce qu'on appelle les fractures spontanées. Les causes principales sont les fractures de fatigue, les infections (abcès osseux), l'ostéoporose ou l'ostéogénose imparfaite (maladie des os de verre), (**site12 : (<https://www.docteurclic.com>)**).

I-2-3. Classification des fractures :

Il existe de nombreux systèmes de classification qui sont tous utiles pour la description des fractures. Ces systèmes se basent sur :

- Les causes.
- L'existence d'une plaie externe communiquant avec le foyer de fracture.
- L'étendue des lésions.

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostics

- La direction et la localisation de trait de fracture.
- La stabilité de la fracture après réduction (**BRINKER et al.,1994**).

I-2-3-1. Les causes :

I-2-3-1-1. Traumatisme direct :

Les statistiques indiquent qu'au moins 75 à 80 % des fractures sont provoquées par des automobiles ou autres engins motorisés.

I-2-3-1-2. Traumatisme indirect :

Les forces sont transmises à travers l'os ou les muscles jusqu'en un point éloigné ou se produire la fracture ;(par exemple, fracture du col du fémur, arrachement de la tubérosité tibiale, fracture des condyles de l'humérus ou du fémur).

La contrainte appliquée au lieu de fracture peut alors se décomposer en 5 forces de proportions variables et la rotation (**BRINKER et al., 1994**).

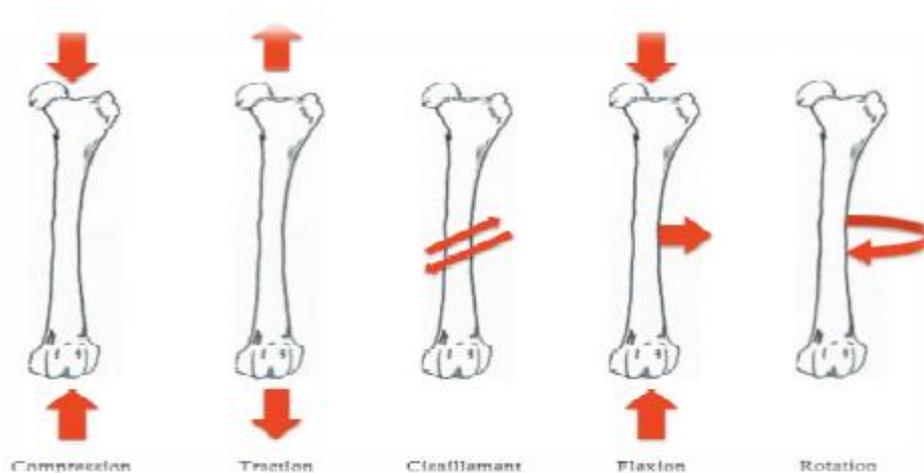


Figure N°07 : les différents forces pouvant s'appliquer sur un os (**BRINKER et al.,1994**).

I-2-3-1-3. Affections osseuses :

Certaines affections osseuses entraînent la destruction de l'os ou une fragilisation de celui-ci à un point tel qu'un traumatisme banal peut provoquer une fracture ;(par exemple, tumeurs

I-2-3-1-4. Mises à l'épreuve répétée :

Les fractures de fatigue se rencontrent le plus souvent chez les petits animaux, sur les os de pied ou de la main lévriers de course) (**BRINKER et al., 1994**).

I-2-4-1. Présence d'une plaie externe communiquant avec le foyer de fracture :

I-2-4-1-1. Fracture close :

Le foyer de fracture ne communique pas avec l'extérieur.

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostics

I-2-4-1-2. Fracture ouverte :

Le foyer de fracture communique avec l'extérieur. Ce type de fracture est très exposé aux souillures et à l'infection, et la réparation peut être retardée ou se trouver compliquée.

I-2-4-1-3. Etendue des lésions :

I-2-4-1-3-1. Fracture complète :

Il existe une division complète de l'os accompagnée généralement d'un déplacement important des fragments

I-2-4-1-3-2. Fracture en bois vert :

Un côté de l'os est brisé et l'autre côté est seulement plié. Ce type de fracture s'observe généralement chez les jeunes animaux en croissance. Le déplacement est très réduit et la réparation est rapide (**BRINKER et al., 1990**). La corticale et le périoste sont rompus sur un côté de l'os, la corticale opposée est pliée ou écrasée mais le périoste y est intact (**BOJRAB, 1988**).

I-2-4-1-3-3. Fêlure :

Une ou plusieurs fentes étroites, souvent orientées en spirale ou longitudinalement divisent la corticale. Le périoste reste souvent intact.

I-2-4-1-3-4. Fracture comminutive :

Elle présente un ou plusieurs fragments de taille moyenne totalement séparés des autres (**BRINKER et al., 1994**).

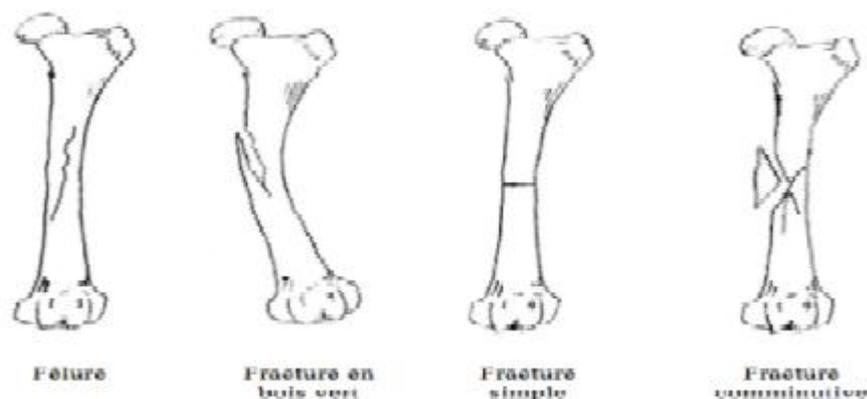


Figure N°08: Les différentes étendues des lésions osseuses (**BRINKER et al., 1994**).

I-2-4-2. Direction et localisations du trait de la fracture :

I-2-4-2-1. Fractures transversales :

Le trait de la fracture est perpendiculaire à l'axe de l'os.

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostiques

I-2-4-2-2. Fractures obliques :

Le trait de la fracture est oblique par rapport à l'axe longitudinal.

I-2-4-2-3. Fractures spiroïdes :

Le trait de la fracture est courbe

I-2-4-2-4. Fractures comminutives :

Plusieurs traits de fractures font apparaître plusieurs fragments ou esquilles.

I-2-4-2-5. Fractures multiples ou esquilleuses :

L'os est divisé en trois fragments, ou plus, par des traits de fractures non convergents.

I-2-4-2-6. Fractures engrenées :

Les fragments osseux sont solidement enfoncés l'un dans l'autre.

I-2-4-2-7. Fractures par arrachement :

Un fragment d'os sur lequel s'insère un muscle, un tendon ou un ligament se détache sous l'action d'une traction puissante.

I-2-4-2-8. Fractures épiphysaires :

La fracture se produit au niveau du cartilage de l'épiphyse ou d'un cartilage d'accroissement.

I-2-4-2-9. Fractures condylaires :

Au niveau des condyles

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostiques

I-2-4-2-10. Fractures intercondylaires :

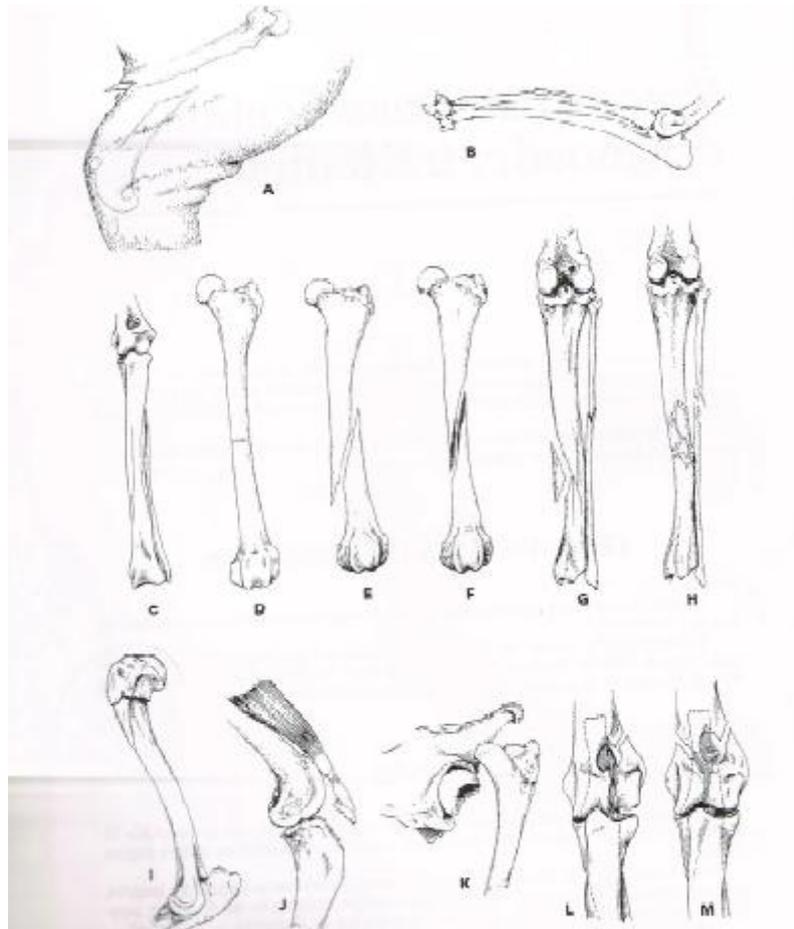


Figure N°09: types de fractures (A) couverte, (B) en bois vers, (C) fêlure, (D) transversale, (E) oblique, (F) spiroïde, (G) communitive, (H) multiple ou esquileuse, (I) engrenée, (J) par arrachement, (K) épiphysaires, (L) unicondylienne, (M) bicondylienne (**BRINKER et al., 1990**).

I-2-5-1. Diagnostic des fractures :

I-2-5-1-1. Anamnèse :

Concernant l'anamnèse, il faut rechercher la survenue de traumatisme, d'une chute. la fracture doit faire partie du diagnostic différentiel si l'animal est laissé en liberté sans surveillance.

I-2-5-1-2. Examen clinique :

L'examen clinique comporte une observation à distance, un examen en mouvement, une palpation sur animal debout et un examen sur animal couché. L'importance de ces explorations est à adapter au stress et à la douleur de l'animal (**BRINKER et al., 1994**).

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostics

I-2-5-1-3.examen complémentaire

I-2-5-1-3-1. Moyen de diagnostic de l'imagerie médicale

I-2-5-1-3-1-1.Introduction :

Aujourd'hui, cinq types d'imageries sont utilisés en médecine vétérinaire ; deux sont employées en routine : la radiographie et l'échographie ; trois autres techniques peuvent être mises en oeuvre face à des situations cliniques plus complexes, généralement après les précédentes notamment aux raisons du coût de ces examens : la scintigraphie osseuse, le scanner et l'imagerie par résonance magnétique (**COUROUCE-MALBLANC et al., 2010**).

I-2-5-1-3-1-2.Les différentes techniques d'imagerie médicale :

I-2-5-1-3-1-2-1.L'échographie :

La radiographie est complétée aujourd'hui parfaitement par l'échographie qui permet d'étudier les tissus peu visibles à la radiographie. En effet l'échographie est une technique utilisant les ultrasons qui a été d'abord employée pour diagnostiquer les lésions tendineuses, Aujourd'hui, son utilisation est beaucoup plus vaste grâce au développement de l'échographie articulaire offrant une étude détaillée des articulations (surfaces osseuses, cartilage articulaire, liquide synoviale, capsules articulaires et ligaments) mais également à son emploi pour contrôler la réalisation d'injections diagnostiques ou thérapeutiques délicates (injections échoguidées) (**COUROUCEMALBLANC et al., 2010**). Selon **Caron et al., (2003)**, **Denoix et al.,(1996)**, **MCILWRAITH et al., (1996)**, **REDDING et al., (2001)**, **DESMAIZIERES et al., (2005)**. L'échographie, procédé d'imagerie non-invasif est efficace dans l'exploration des tissus mous articulaires et péri-articulaires. Elle apporte des informations précises sur les changements pathologiques de la membrane synoviale, de la capsule articulaire, des ligaments articulaires et péri-articulaires, du cartilage mais aussi de l'os sous-chondral selon **KEALY et al., (1994)**. Pour interpréter les images échographiques, il faut connaître les principes des ultrasons et leurs interactions avec les tissus.

I-2-5-1-3-1-2-2.La Scintigraphie osseuse :

Permet d'identifier les régions lésées du squelette (**COUROUCEMALBLANC et al., 2010**). Par l'accumulation des substances radioactives qu'ils contiennent (**KEALY et al., 1994**). (Technétium lié à des biphosphonates) se fixant préférentiellement sur les régions anormales du squelette. Les intérêts majeurs de la scintigraphie résident dans sa capacité à identifier des lésions osseuses non visibles radiographiquement ou situées sur des régions difficiles à radiographier comme le bassin (**COUROUCE-MALBLANC et al., 2010**).

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostics

I-2-5-1-3-1-2-3. Le scanner et l'IRM :

Sont deux techniques d'imagerie sectionnelle donnant des images en coupe de la région examinée. La différence principale est que le scanner utilise les rayons X et par conséquent ; est plus dédié au diagnostic des lésions osseuses (**COUROUCE-MALBLANC et al., 2010**). Selon **KEALY et al., (1994)**. La TDM permet d'examiner les différentes structures sans que les organes voisins ne s'y superposent. Les appareils de tomodynamométrie sont composés d'un système d'acquisition des données (un générateur de rayons X associé à des capteurs), un ordinateur qui stocke et permet de traiter le signal, avec un écran pour visualiser les images, et un système de commande (**D'ANJOU et al., 2005**). L'imagerie par résonance magnétique est une technique qui nécessite de placer le sujet dans un champ magnétique puissant. D'un point de vue basique, cela provoque l'alignement des atomes d'hydrogènes situés à l'intérieure du sujet avec le champ magnétique. L'IRM est particulièrement intéressante pour l'examen des tissus comme le cerveau et la moelle épinière (**KEALY et al ; 1994**).

I-2-5-1-3-1-2-4. La radiologie :

I-2-5-1-3-1-2-4-1.Introduction :

La radiographie est l'enregistrement sur un fil de l'ensemble des ombres laissées par les structures et les objets se trouvant sur le passage d'un faisceau de rayon X. Comme, par définition, la radiographie est une ombroscopie, les règles géométriques applicables à la formation des ombres s'appliquent également aux radiographies (**KEALY et al., 2008**).

I-2-5-1-3-1-2-4-2.Radiologie conventionnelle ou analogique :

L'image d'un film radiographique est une image analogique, conforme à la vision de l'observateur. Elle est constituée par une infinité de point lumineux dont l'oeil permet la capture et l'intégration psycho-visuelle. Ces points lumineux présentent une couleur et une intensité variables, ce qui d'un point à un autre crée un contraste. L'image radiographique est composée par une échelle de nuances lumineuses qui va du blanc au noir (échelle de gris). La perception de l'oeil humain est limitée en moyenne à 16 niveaux de gris différents. Les zones sensibilisées par le rayonnement X apparaîtront en noir ; ce noircissement est d'autant plus intense que la quantité de rayons X est plus grande. Sur une radiographie qui est un film négatif, l'os apparaîtra blanc. On a cependant gardé la terminologie de la radioscopie : une opacité est blanche et une zone radio-transparente est noir (**TUBIANA et al., 2004**). Selon

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostiques

BAUR et al., (2002). L'examen de référence pour le diagnostic de fracture est la radiographie standard.

I-2-5-1-3-1-2-4-3. Radiologie numérique :

La technologie numérique repose sur le même système d'obtention de l'image. Le matériel pour créer le faisceau de rayons X est le même que pour une radiographie conventionnelle. Après passage du faisceau au travers de l'objet à radiographier, l'image de rayonnement créée sera détectée par un récepteur, qui transformera ce signal analogique en un signal numérique (**BAUDHUIN et al., 2004**), (**DILLENSEGER et al., 2009**).

I-2-5-1-3-2-4-4. Les composants de l'Appareil radiologique :

Selon DEASACHY al., (2009). Les composants de l'Appareil radiologique sont :

A) Le statif :

Génère les rayons X, Composé de :

- La transformatrice haute tension ;
- Câble haute tension ;
- La mise à la terre du transformateur ;
- Tube à rayons **X** **selon MONNIER et al., (2002)**. Est fixé soit sur une

Colonne plancher-plafond, soit sur une suspension plafonnière ; dans les deux cas, des repères (au sol ou au plafond) permettront de minéraliser la distance foyer-film.

B) La table :

Sur laquelle doit être déposé l'animal, la plaque se met soit sur la table, soit sur un tiroir « le Potter » situé en dessous. **Selon MONNIER et al., (2002)**. Les potters verticaux sont incorporés dans un plateau vertical fixe et peuvent coulisser verticalement pour s'adapter aux différents examens.

C) Le diaphragme :

Agrandit ou rétrécit la taille du faisceau de rayon X. Le diaphragme à volets multiples possède une source lumineuse qui permet de visualiser sur la table, la surface du champ. Son centre est souvent indiqué par l'ombre d'une croix portée sur une feuille transparente.

D) Le pupitre :

Panneau de commande ; il contient les options suivantes :

- Marche/arrêt
- Réglage KV
- Réglage MAI s

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostiques

E) Le déclencheur :

Le commutateur manuel et le commutateur à pédales (DEASACHY, 2009).

I-2-5-1-3-2-1. Imagerie médicale :

Pour obtenir un diagnostic de certitude et pouvoir décrire précisément la fracture, des examens d'imagerie sont alors indiqués : on réalise une radiographie selon deux incidences perpendiculaires (face et profil) du membre suspect (KRAUTWALD –JUNGHANNS *et al.*, 2011). Elle permet de visualiser la structure osseuse, la position de la fracture, les facteurs de complication potentiels ainsi que le diamètre et la longueur de l'os, essentiels au choix de la meilleure méthode de réduction et de fixation de la fracture et de la taille de l'implant à utiliser (RICH, 2002). Après accord éclairé de propriétaire, une sédation voire une anesthésie générale de courte durée à l'isoflurane ou au sevoflurane dite « anesthésie flash » lors de l'examen radiographique est conseillée pour limiter le stress et le risque d'aggravation de la fracture dû aux mouvements de l'animal (BRINKER *et al.*, 1994),(CAPELLO, 1998).

I-2-5-1-3-2. Radiographie osseuse :

La radiologie et l'imagerie connaît un développement considérable depuis plusieurs années, elle s'impose progressivement comme véritable carrefour dans la plupart des disciplines cliniques et chirurgicales (ADAMSBAUM *et al.*, 2010).

I-2-5-1-3-2-2. Examen radiologique :

Cet examen n'est pas le plus urgent, il faut d'abord stabiliser le patient et administrer les traitements analgésique et antibiotique.

On réalisera systématiquement deux radiographies, d'incidence crânio-caudale et latérale du membre atteint, en incluant les articulations proximale et distale à la blessure. L'idéal est de réaliser ces clichés après stabilisation provisoire du membre. Si besoin est, des vues en oblique ou tangentielles peuvent être réalisées pour fournir des informations complémentaires en vue de la chirurgie. Il est possible de réaliser un examen radiographique comparatif avec le membre controlatéral sur les animaux jeunes (cartilage de croissance) ou pour évaluer la longueur initiale du membre, ou enfin prévoir le modèle approprié pour le type de fixation chirurgicale.

En cas de doute, lors d'une plaie à proximité d'une fracture, l'examen radiographique peut aider à distinguer une fracture ouverte par la présence d'air en sous-cutané sur le cliché. Cependant, toutes les fractures ouvertes ne présentent pas ce signe. L'examen radiographique

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostiques

met aussi en évidence les souillures plus profondes qui sont radio-opaques comme du gravier, des projectiles d'armes à feu.

Les radiographies du membre lésé ne sont pas les seules à réaliser. En effet, 59 à 72 % des animaux avec des fractures des membres ont des lésions multiples associées. Ainsi des examens radiographiques du thorax et de l'abdomen doivent être réalisés pour évaluer l'étendue des lésions.

A l'issue des examens clinique et d'imagerie, on peut avoir une idée du type de la fracture à l'aide des classifications vues précédemment. Nous devons alors donner au propriétaire un pronostic et un devis bien que le débridement chirurgical à venir précisera ces deux points. Les fractures ouvertes de degré I et II ont un pronostic équivalent à celui des fractures fermées. Pour les fractures de degré III, il est également important d'informer le propriétaire du pronostic très incertain à ce stade. En effet, le statut neurovasculaire peut empirer sur la première semaine, tout comme certaines blessures internes qui peuvent apparaître dans les jours suivants. Le traitement des fractures ouvertes prend beaucoup de temps et est souvent coûteux. Néanmoins, l'amputation ne doit pas être envisagée en première intention car de bonnes techniques de traitement existent. (MAGNIN, 2016).

I-2-5-1-3-3-1. Traitement :

Il faut entreprendre la réduction et l'immobilisation de la fracture dès que l'état du patient le permet. Tout retard rend la réduction plus difficile en raison des spasmes musculaires et du gonflement des tissus mous liés à l'inflammation. Il est déconseillé d'attendre la disparition du gonflement pour procéder à la réduction et l'immobilisation, car l'organisation de l'hématome et la formation du cal seraient en bonne voie. Le cal masque les traits de fracture, les nerfs et les vaisseaux, de plus l'hémorragie opératoire est augmentée par suite de l'activation de la circulation dans la région (BRINKER *et al.*, 1994).

I-2-5-1-3-3-2. Réduction des fractures :

La réduction d'une fracture est la remise des fragments osseux dans leur position anatomique initiale.

I-2-5-1-3-3-3. Réduction a foyer fermé :

La réduction à foyer fermé se fait généralement grâce à des manipulations accompagnées de traction et de contre-extension. Cette technique se limite généralement aux fractures récentes, à certaines fractures stables et aux animaux se prêtant facilement à la palpation (chats, petits chiens).

Chapitre N 2 : Les fractures et les moyens de diagnostics

I-2-5-1-3-3. Réduction sanglante :

La réduction sanglante est la méthode de choix dans de nombreux cas, elle est utilisée en particulier dans les fractures instables ou compliquées, dans les fractures datant de plusieurs jours et dans celles pour qui une fixation interne est indiquée (**BRINKER et al., 1990**).

CHAPITRE N°3

Anatomie et la voie d'abord du membre

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

I-3-1. Anatomie du Fémur :

Situé dans une direction oblique de haut en bas d'arrière en avant, et opposée conséquemment à celle de l'humérus auquel il correspond entre le coxal et deux des os de la jambe, le tibia et la rotule avec lesquels il s'articule le fémur est un os long auquel on considère un corps et deux extrémités, l'une supérieure l'autre inférieure (**BARONE, 1978**).

I-3-1-1. Corps :

Plus épais en haut, où il est aplati d'avant en arrière, qu'en bas, où il affecte une forme irrégulièrement cylindroïde, présente: deux faces, l'une antérieure, l'autre postérieure (**BARONE, 1978**).

I-3-1-1-1. Face antérieure :

arrondie d'un côté à l'autre, et plus large en haut qu'en bas, est parsemée d'empreintes destinées à l'attache des muscles triceps crural grêle antérieur qui la recouvrent (**BARONE, 1978**).

I-3.1.1.2 Face postérieure :

Dont la largeur va aussi en diminuant graduellement de haut en bas, est plane et de forme triangulaire. On y remarque tout à fait en haut deux petites éminences d'implantation dont la plus externe, arrondie sur son contour, donne attache au long vaste, tandis que l'autre, disposée en ligne courbe, sert d'insertion au grêle interne; plus bas, une série d'empreintes auxquelles s'implante la branche supérieure du biceps de la cuisse, et immédiatement au-dessous une large scissure dirigée obliquement en dehors et en bas, que parcourt l'artère crurale. Ces faces sont séparées l'une de l'autre par deux angles plans dont un externe et l'autre interne. Le premier, le plus saillant des deux, présente vers ses deux tiers supérieurs une tubérosité allongée de haut en bas, recourbée et aplatie d'arrière en avant, à laquelle s'insère le moyen fessier, et vers ses deux tiers inférieurs une large fosse dans laquelle s'implantent les muscles bifé-moro-calcanéen et fémoro-phalangien. L'angle plan interne offre en haut une éminence oblongue verticalement, désignée sous le nom de trochantin, et à laquelle s'insèrent deux des muscles psoas; au-dessous et à quelque distance de cette éminence que beaucoup d'anatomistes font appartenir (mais à tort peut-être) à l'extrémité supérieure du fémur, un trou nourricier qui est environné d'empreintes destinées à l'insertion du muscle pectiné; plus bas

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

l'origine de la scissure dans laquelle est logée l'artère crurale; enfin tout à fait en bas une série de petits tubercules auxquels s'attache la branche interne du bifémoro-calcanéen (**BARONE, 1978**). .

I-3.1.2 Extrémités :

I-3.1.2.1 Extrémité supérieure :

Os coxale du fémur, oblongue transversalement, est essentiellement constituée par deux éminences dont l'une, la plus interne, a reçu le nom de tête, et l'autre celui de trochanter. La première de ces deux éminences, de forme ovoïde, enduite de cartilage dans l'état frais et creusée d'une large excavation à insertions ligamenteuses répond au coxal et concourt à former l'articulation de la hanche. La seconde plus grosse, plus élevée et entièrement destinée à des insertions musculaires présente un sommet auquel s'implante le muscle grand fessier une convexité qui n'est en réalité qu'une poulie fixe sur laquelle s'infléchit et glisse un tendon appartenant au muscle précité; une crête à laquelle ce même tendon va s'attacher; enfin une fosse dite digitale ou trochantérienne dans laquelle s'insèrent en commun les muscles obturateurs, pyramidal et jumeaux du bassin (**BARONE, 1978**).

I-3.1.2.2 Extrémité inférieure :

Un peu moins large mais beaucoup plus épaisse que la supérieure, se compose de deux éminences à peu près semblables nommées condyles, par lesquelles le fémur s'appuie sur le tibia, et d'une vaste trochlée qui répond à la rotule (**BARONE, 1978**).

Les condyles du fémur, distingués en externe et en interne, sont séparés l'un de l'autre par une large et profonde échancrure destinée à recevoir une éminence de l'extrémité supérieure du tibia et qui donne attache aux ligaments internes de l'articulation de la cuisse avec la jambe. Sur le côté le plus excentrique du condyle externe, il existe deux petites excavations dont l'une donne attache au ligament latéral externe de l'articulation fémoro-tibiale, et l'autre au tendon du muscle poplité; le côté le plus concentrique du condyle interne porte une tubérosité à laquelle s'insèrent le ligament latéral correspondant de l'articulation fémoro-jambière et la branche la plus longue du biceps de la cuisse. La trochlée fémorale située au-devant des deux condyles avec lesquels elle se continue, a sa gorge dirigée verticalement et circonscrite par deux bords, dont l'interne est beaucoup plus épais et plus élevé que l'autre. Enfin, entre le condyle externe et le bord correspondant de la trochlée fémorale, on aperçoit une petite fosse dans laquelle s'implante le tendon commun aux muscles

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

extenseur antérieur des phalanges, et fléchisseur du métatarse (**BARONE, 1978**).

I-3-1-2. La myologie du fémur :

Il est nécessaire de connaître la localisation et le rôle des muscles de la cuisse dans la mobilité du membre. Cela permet de mettre en relation les variations dans la démarche ou la conformation avec une atteinte d'une région ou groupe de muscles.

De façon schématique :

Les muscles de la région fémorale crâniale sont (**LADON, 2015**).

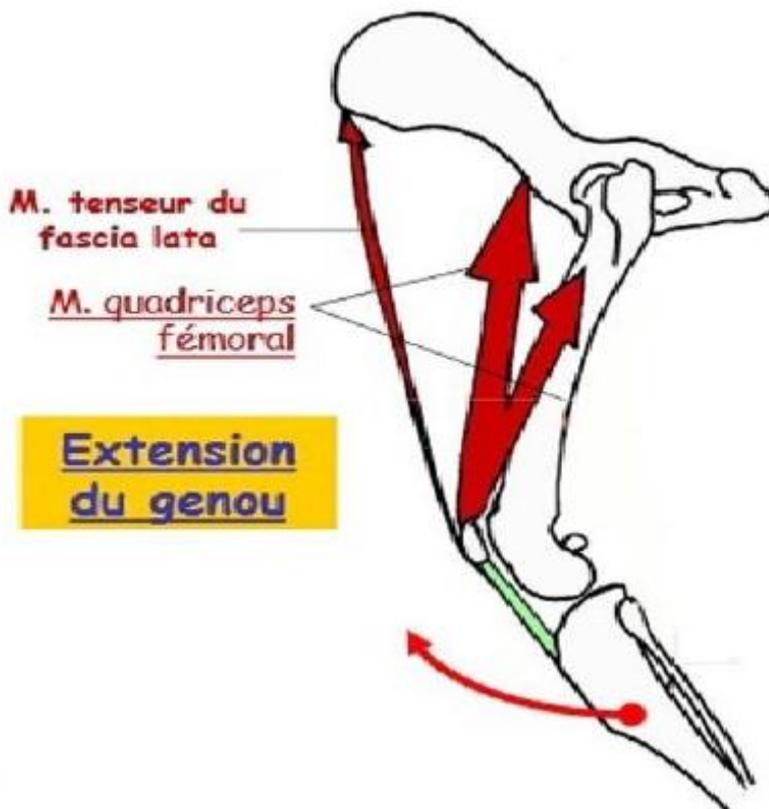


Figure N° 10: Muscles fémoraux crâniiaux (**LADON, 2015**).

0- Les muscles de la région fémorale caudale sont **fléchisseurs de la jambe**.

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

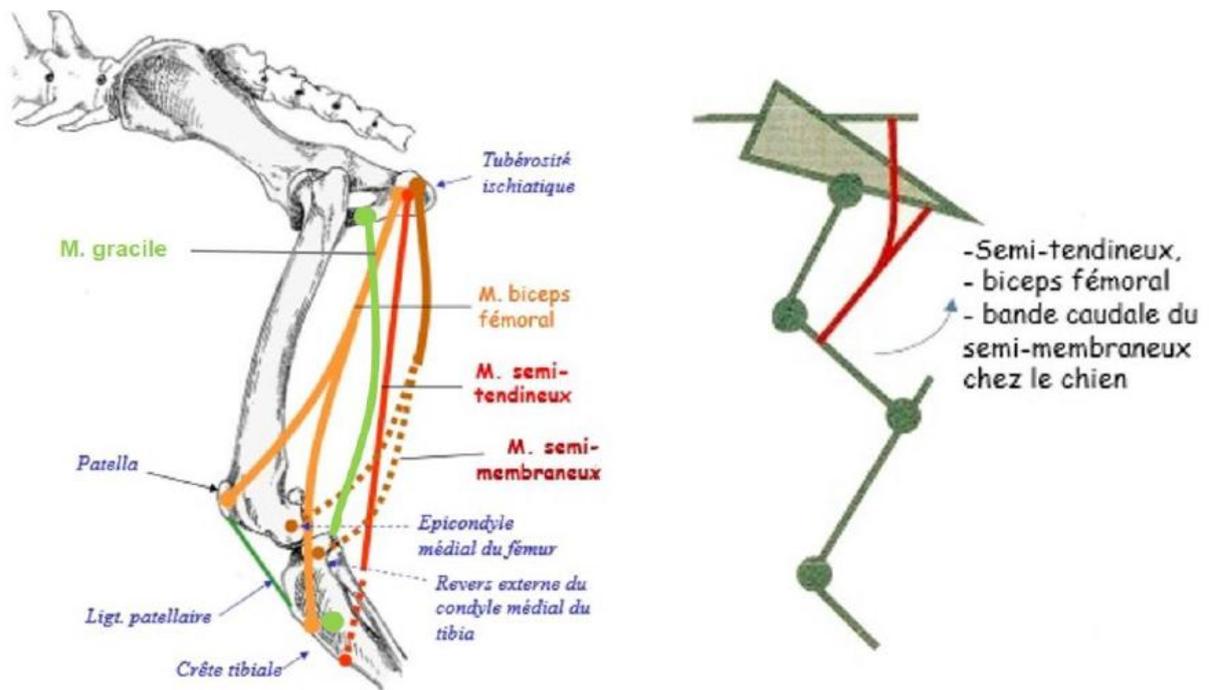


Figure N°11: Muscles fémoraux caudaux (LADON, 2015). Les muscles de la région fémorale médiale sont **adducteurs de la jambe**.

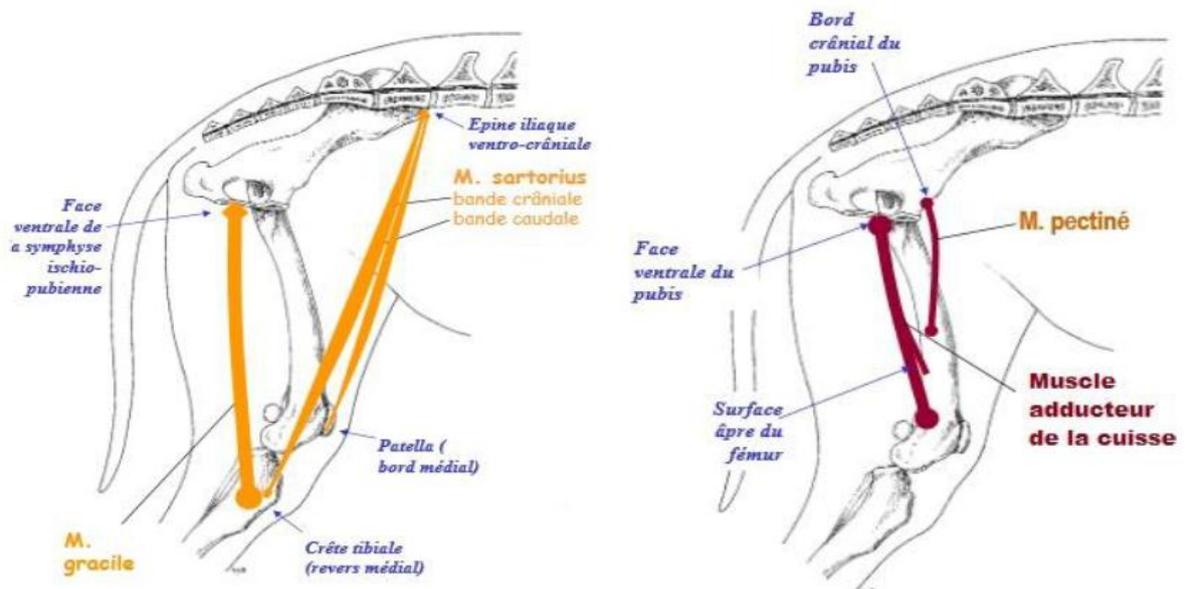


Figure N°12: Muscles fémoraux médiaux (LADON, 2015). Les muscles fessiers superficiel et profond sont **abducteurs de la jambe**.

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

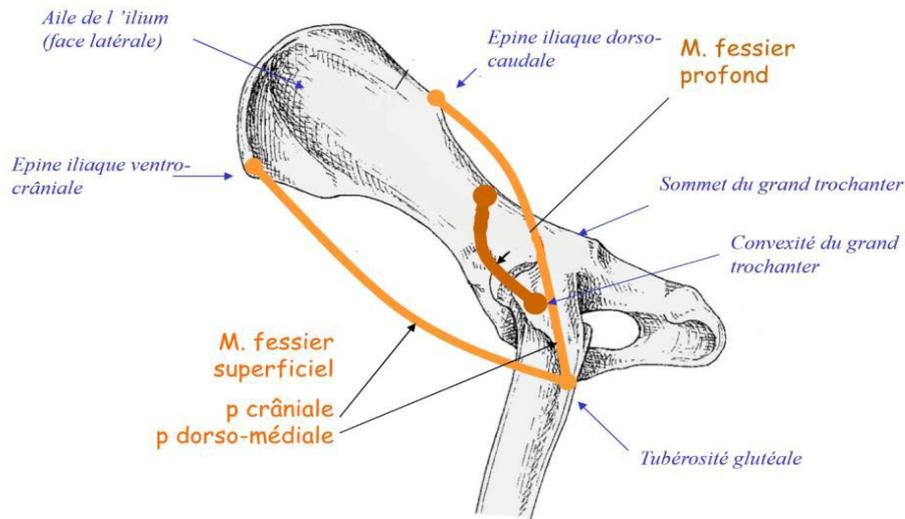


Figure N°13: Muscles fessiers abducteurs de la jambe (LADON, 2015).

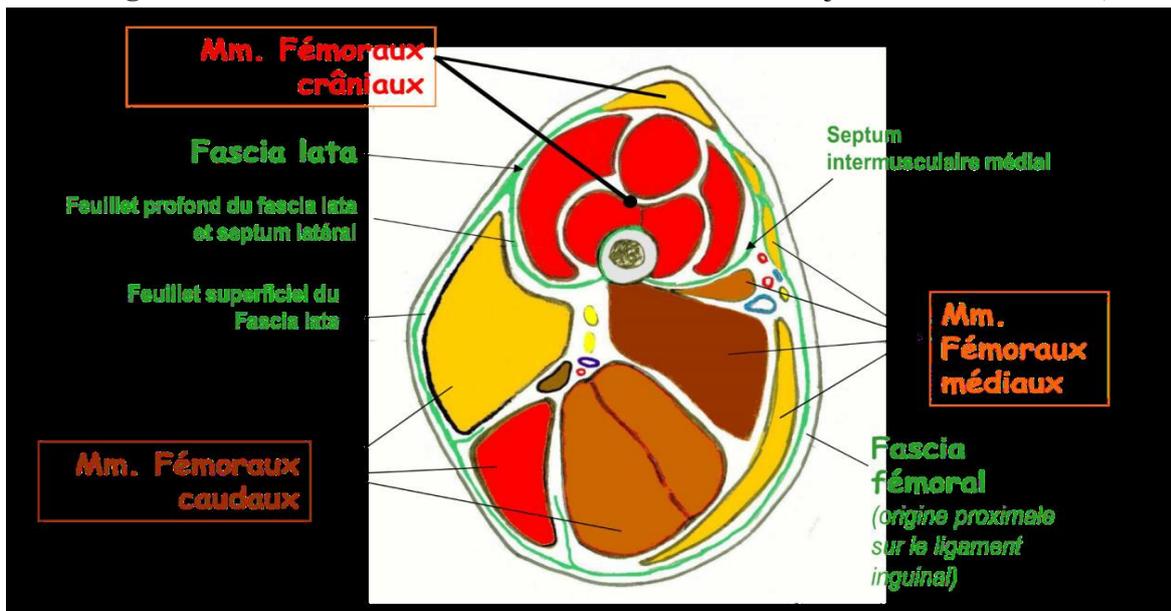


Figure N°14 : Coupe transversale de la cuisse à mi-hauteur (LADON, 2015).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

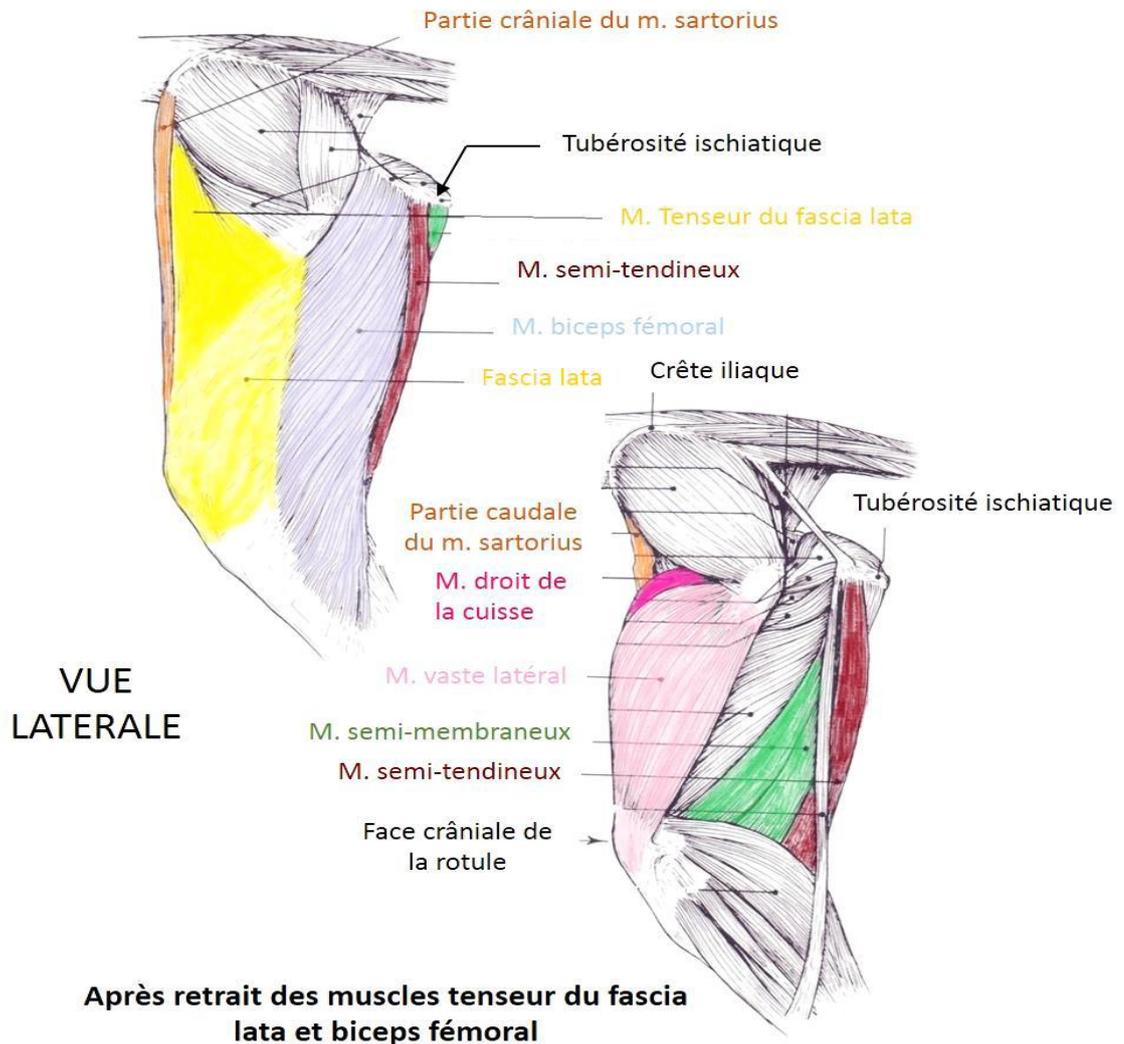


Figure N°15: Muscles de la cuisse, vue latérale, membre

Figure N°16 : Muscles de la face médiale de la cuisse (LADON, 2015).

I-3-1-3-1. Fracture du fémur :

Les fractures du fémur sont les fractures des os longs les plus fréquentes et, dans la plupart des cliniques vétérinaires, elles représentent entre 20 et 25 p. 100 de l'ensemble des fractures. Déplus, les fractures du fémur représentent 45 p. 100 de l'ensemble des fractures des os longs double de celui des autres os (LEONARD et ELLIS, 1974).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

I- 3-1-3-1-1. Fracture de la tête du fémur :

Ces fractures peuvent être classées en trois groupes fractures *capitale* ou de la tête du fémur fracture épiphysaire dont le trait de fractures passé par ligne de l'épiphysaire fracture *du col* du fémur. En fonction de l'emplacement du trait de fracture on peut aussi classer en fractures intracapsulaire ou extracapsulaires (**LEONARD et ELLIS, 1974**).

I-3-1-3-1-2. Fracture du segment proximale du fémur :

Les fractures du segment proximal du fémur sont celle qui se produisent dans le tiers supérieur de la diaphyse .on les observe presque toujours dans la région du trochanter et parfois encore en même temps qu'une séparation épiphysaire (**LEONARD et ELLIS, 1974**).

I-3-1-3-1-3. Fracture du segment Moyen di diaphyse :

Les fractures du segment moyen de la diaphyse fémoral sont arbitrairement définies comme fractures qui se sont produit aux niveaux du tiers moyen du fémur (**LEONARD et ELLIS, 1974**).

I-3-1-2-1-4. Fracture du segment Distal du fémur :

Les fractures du segment distales du fémur peuvent être de type supracondyalaire intracondyalaire ou epiphysaire .celle qui relèvent des deux premier types se rencontrent principalement chez le chien adulte, alors que celles qui relèvent du troisième se rencontre chez le jeune animal. Il est assez rare que ces fractures détachent du fémur un seul de ces condyles, et il arrive parfois qu'elles suivent un tracé en T qui est loin d'être aussi courant a propos du fémur qu'a propos de l'humérus. En ce qui concerne les fractures supracondyalaire, elles sont toujours transverses mais il n'est pas impossible qu'elle soit occasionnellement oblique (**LEONARD et ELLIS, 1974**).

I-3-1-4-1. Indications pratiques de la voie d'abord de femur :

I-3.1.3.1.1 Voie d'abord latérale:

Fractures de la diaphyse fémorale (**COSSU et al., 2005**).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

I-3-1-4-1-2.Avantages :

- Absence d'élément vasculaire majeur.
- Abord large de l'extrémité proximale à l'extrémité distale du fémur.
- Préformage des plaques d'ostéosynthèse simple en raison de la surface plane de la face latérale du fémur.

I-3-1-4-1-3. Inconvénient :

Présence du nerf sciatique sous le corps charnu du muscle biceps fémoral, caudalement au fémur (COSSU *et al.*, 2005).

I-3-1-4-1-4. La technique :

L'incision cutanée s'étend du grand trochanter (3) à l'épicondyle latéral (12) en longeant la diaphyse fémorale. Le tissu conjonctif sous-cutané est dilacéré et le feuillet superficiel du fascia lata (24a) apparaît nacré. Le corps charnu du muscle biceps fémoral (23) est visible caudalement (COSSU *et al.*, 2005).

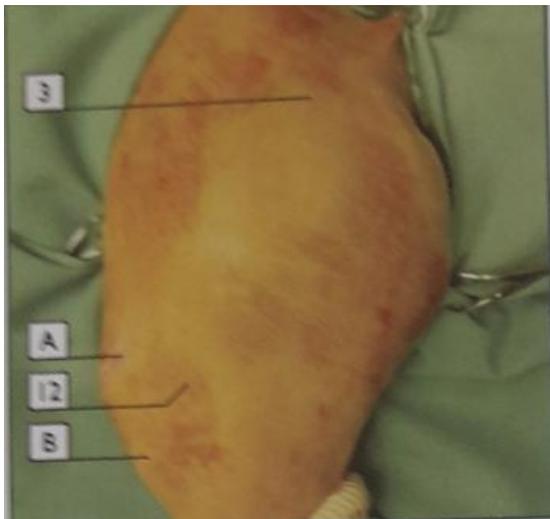


Figure N° 17: Voie d'abord latérale de la cuisse du chien étape 01(COSSU *et al.*, 2005).

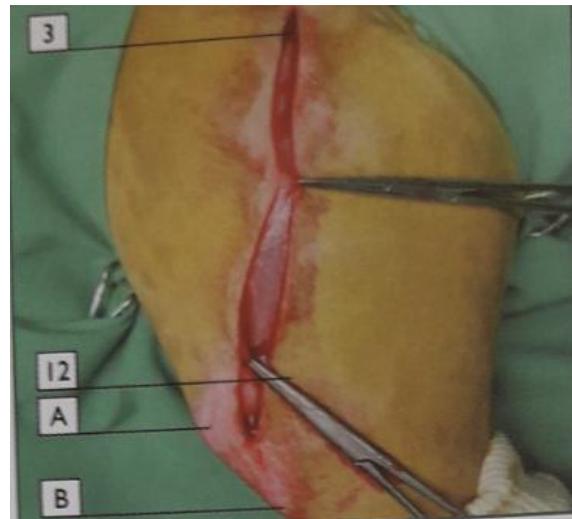


Figure N°18 : Etape 02 (COSSU *et al.*, 2005)

Une ponction est réalisée à travers le feuillet superficiel et le feuillet profond du fascia lata jusqu'à, crânialement, son insertion sur le muscle biceps fémoral. L'incision est alors élargie proximale entre le muscle tenseur du fascia lata et le muscle fessier superficiel et distalement jusqu'à l'épicondyle latéral (COSSU *et al.*, 2005).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

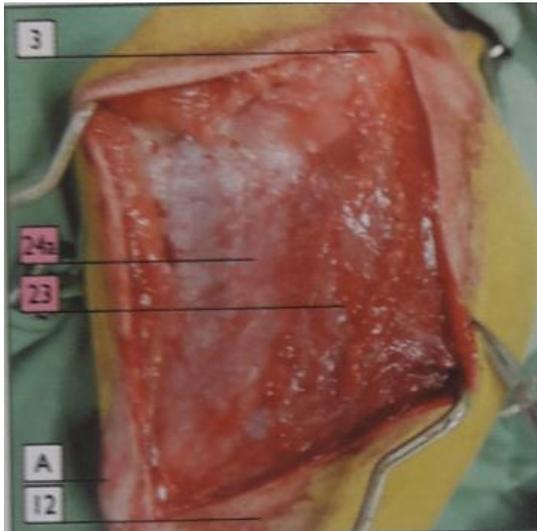


Figure N°19 : Etape 03(COSSU et al., 2005).

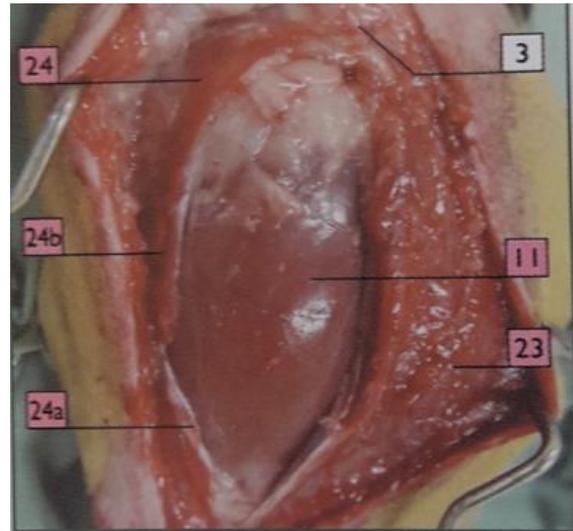


Figure N°20: Etape 04(COSSU et al., 2005).

03 : grand trochanter

12 : épicondyle latéral

A : m. vaste latéral

B : crête tibiale

11 :m. vaste latéral

23 :m. biceps fémoral

24a :m. tenseur du fascia lata

24b : feuillet profond

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

I-3-2-1-1. L'anatomie du genou :

Voici, ci-dessous des rappels de l'anatomie du genou, sous forme de schémas :

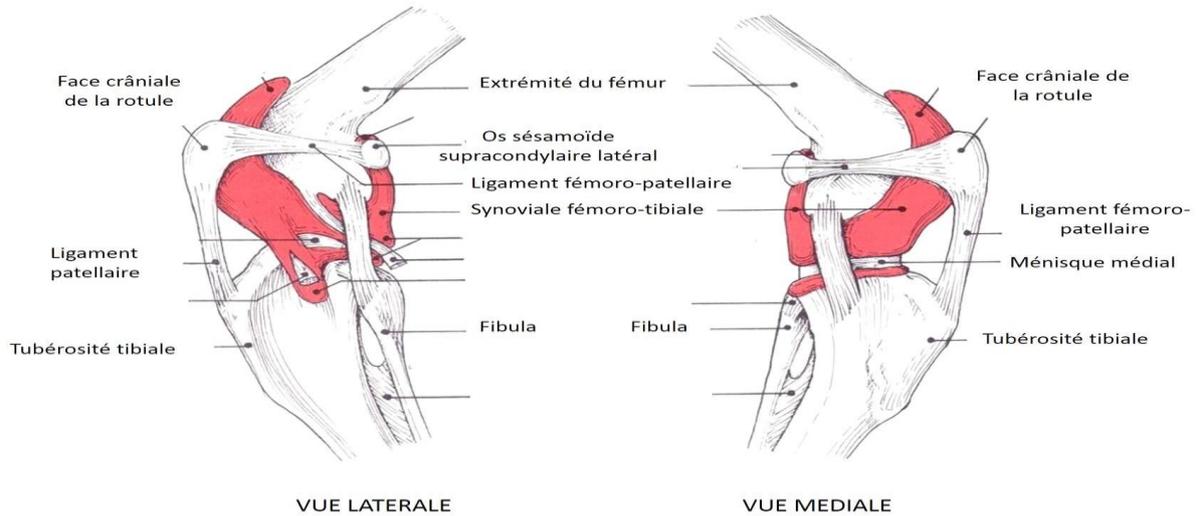


Figure N°21 : Articulation du genou d'un chien (LADON, 2015).

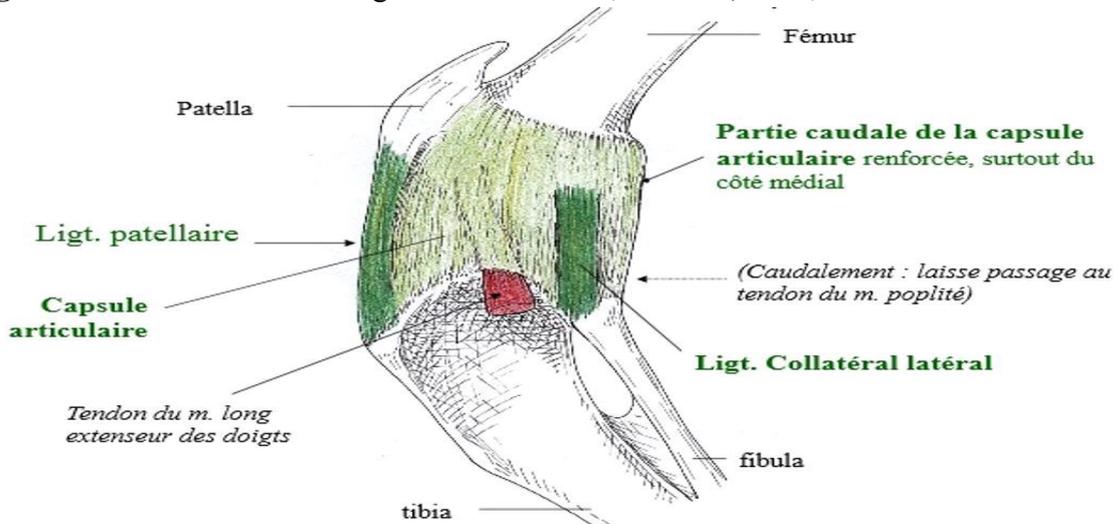


Figure N°22: Face latérale du genou (LADON, 2015).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

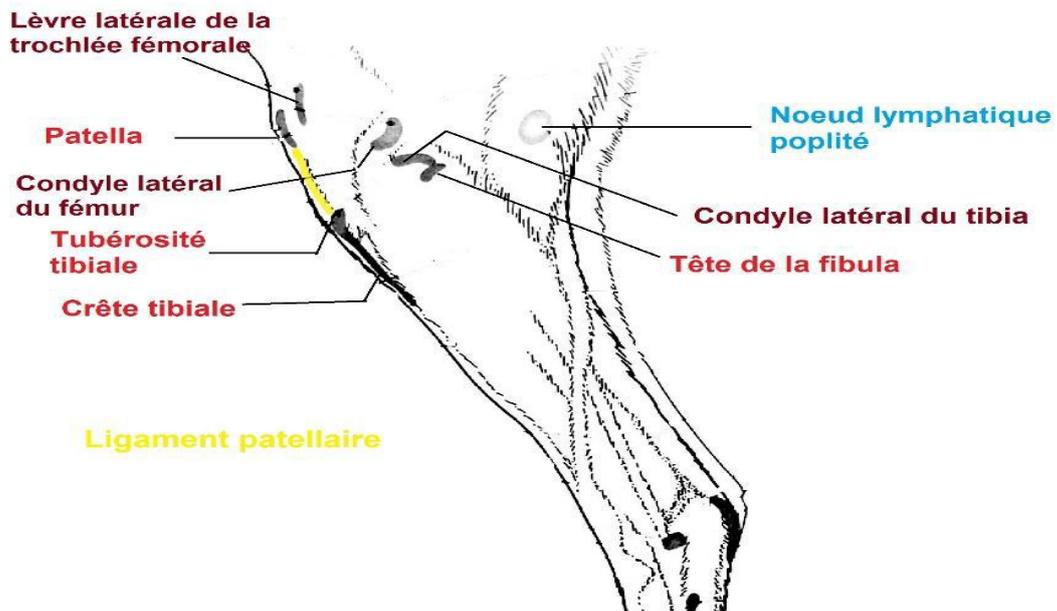


Figure N°23: Repères osseux, ligamentaires et noeud lymphatique de la face latérale du genou gauche du chien (LADON, 2015).

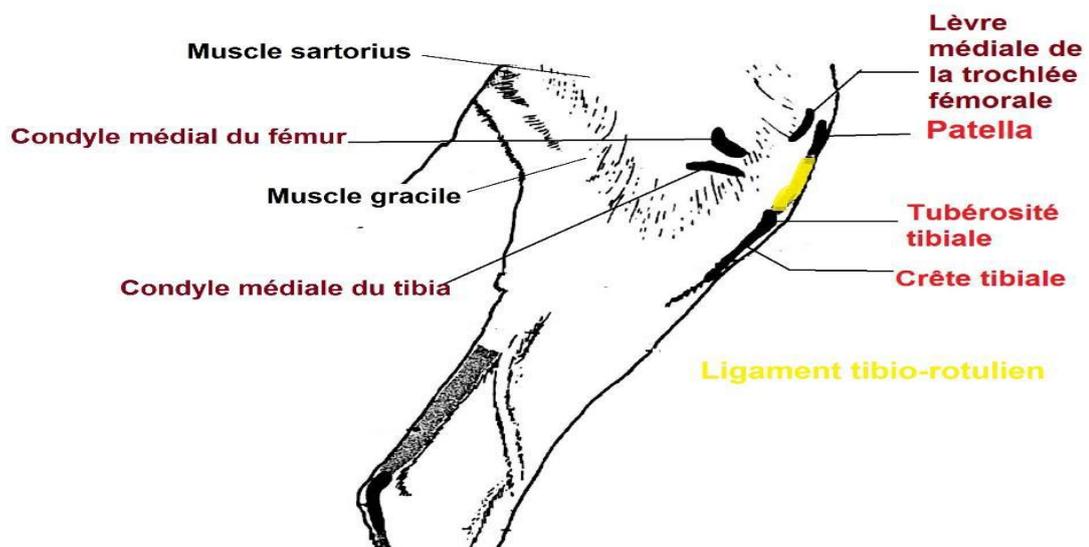


Figure N°24: Repères osseux, ligamentaires et musculaires de la face médiale du genou gauche du chien (LADON, 2015).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

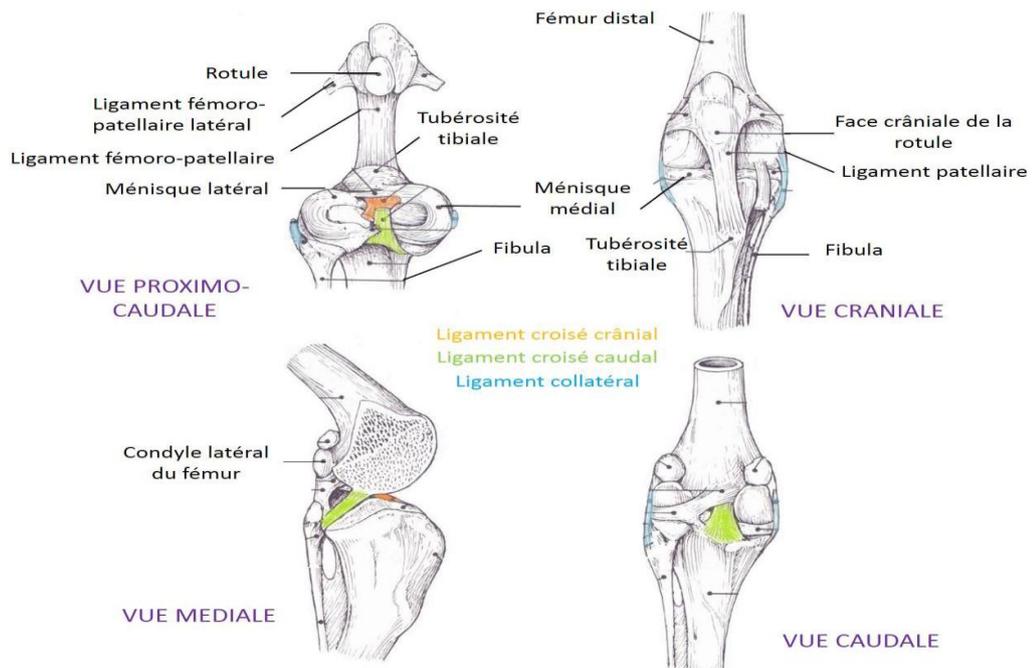


Figure N°25: Articulation du genou gauche d'un chien, moyens de stabilité du genou (LADON, 2015).

I-3-2-1-2. Fracture de la rotule :

Leur cause habituelle est une traumatismation directe et provoquée par quelque objet à angles vifs ou presque vifs, alors que les traumatismations indirectes ne fracturent jamais la rotule à moins que celle-ci ne soit déjà attaquée par un processus pathologique ou qu'elle ne soit le siège d'une malformation congénitale. Du fait que la cause de ces fractures est une force venue de l'extérieur, leur nature est forcément imprévisible mais on peut quand même considérer que la rotule fracturée se sépare en deux segments dont l'un est proximal et l'autre distal (LEONARD et ELLIS, 1974).

Le traumatisme est le plus souvent d'un type mixte qui comporte des lésions d'œdème et d'hémorragie tout autour du grasset mais où très peu de sang s'écoule à partir des fragments de l'os. La région accidentée est le siège d'une douleur modérée, et le membre est tenu dans une attitude de flexion complète qui entraîne par conséquent un écartement considérable des segments fracturés. En même temps, l'accident s'accompagne toujours d'un grave danger d'infection avec altérations importantes par arthrite (P. Leonard et Ellis, 1974).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

I-3-2-2-1. Indications Voie d'abord latérale du grasset:

- Traitement chirurgical des ruptures de ligament croisé crânial.
- Ménisectomie latérale.
- Arthrotomie exploratrice.

I-3-2-2-1-2. Pratiques Voie d'abord latérale du grasset :

I-2-2-1-2-1. Voie d'abord médiale du grasset:

- Traitement chirurgical des ruptures de ligament croisé crânial.
- Ménisectomie médiale.
- Arthrotomie exploratrice.

I-3-2-2-1-2-2. Avantages :

- Abord aisé de l'articulation.
- Absence d'élément vasculaire ou nerveux majeur.

I-3-2-2-1-2-3. Inconvénients :

- Présence de l'insertion proximale du muscle long extenseur des orteils lors de la ponction de la capsule articulaire ménisectomie médiale difficile, pourtant souvent nécessaire lors de rupture du ligament croisé crânial (COSSU *et al.*, 2005).

I-3-2-2-1-2-4. La technique :

Lors de l'abord latéral du grasset, l'incision cutanée débute au tiers distal du fémur(4), longe la patelle et le ligament patellaire (15) latéralement et se termine juste en regard de la tubérosité tibiale (17). Le tissu sous-cutané est dilacéré jusqu'à reconnaître l'aspect nacré du feuillet superficiel du fascia lata (14) proximale et l'aspect nacré du fascia jambier (24) distalement (COSSU *et al.*, 2005).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne



Figure N°26 : Etape 01 Voie d'abord latérale du grasset (COSSU et al., 2005).

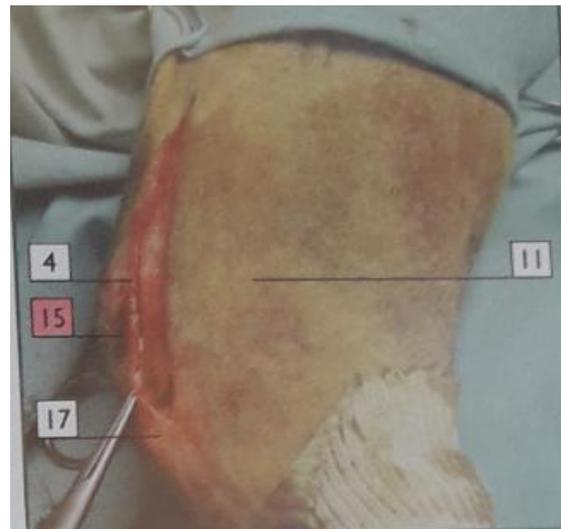


Figure N°27 : Etape 02(COSSU et al., 2005).

Le fascia lata étant adhérent à la capsule articulaire (1), les deux structures sont ponctionnées conjointement. La ponction est réalisée dans la partie haute de la trochlée afin de ne pas léser le muscle long extenseur des orteils, juste latéralement à la patelle. L'incision de la capsule articulaire est réalisée sur sonde cannelée en descendant vers la tubérosité tibiale (COSSU et al., 2005).

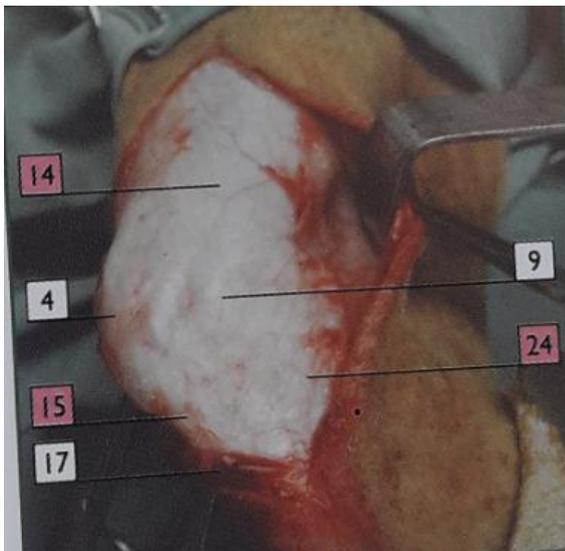


Figure N° 28: Etape 03 (COSSU et al., 2005).

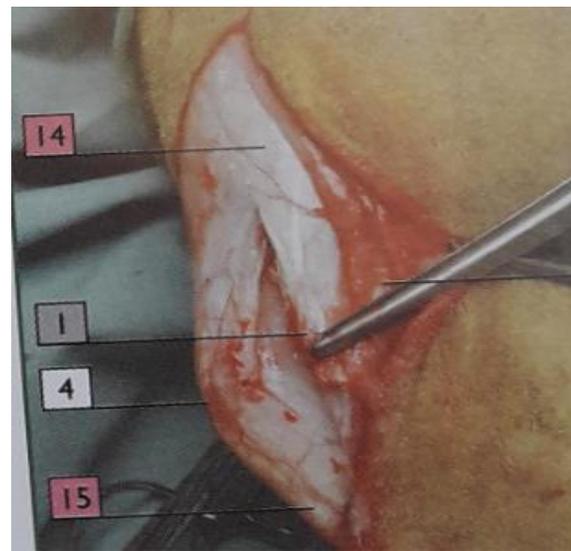


Figure N°29 : Etape 04 (COSSU et al., 2005).

Proximale, l'athrotomie remonte entre les muscles droit de la cuisse dans le plan médian et vaste latéral latéralement il n'est pas rare d'être gêné par la présence de petits

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

rameaux de l'artère proximale latérale du genou la patelle est réclinée médialement a fin d'ouvrir l'espace articulaire (COSSU *et al.*, 2005).



Figure N° 30: Etape 05 (COSSU *et al.*, 2005).

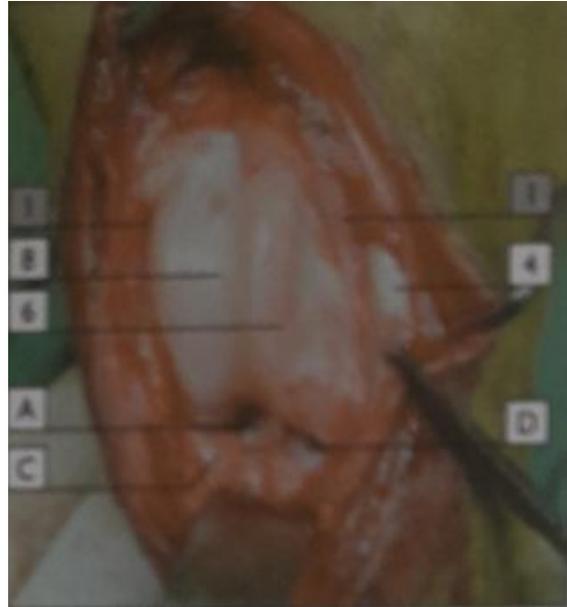


Figure N° 31: Etape 06 (COSSU *et al.*, 2005).

| | |
|---------------------------------------|---|
| 14 : m. tenseur de lata | 09 : épicondyle latérale |
| 15 : ligament patellaire | 11 : condyle latéral |
| 24 : fascia jambier | 17 : tubérosité tibiale |
| 2 : muscle long extenseur des orteils | 04 : patelle |
| 14 : fascia lata | 06 : lèvre latérale de la trochlée |
| 15 : ligament patellaire | 08 : épicondyle latérale |
| 24 : fascia jambier | A : ligament croisé cranial |
| 04 : patelle | C : coussinet adipeux infrapatellaire |
| 08 : gorge de la trochlée | 01 : cavité articulaire fémoro-patellaire |

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

I-3-2-2-2. Indications pratiques voie d'abord médiale du grasset :

I-2-2-2-1. Avantages :

- Meilleur accès au ménisque médial, souvent lésé lors de rupture du ligament croisé crânial.
- Evite la proximité du tendon du muscle long extenseur des orteils, rencontré lors de l'abord latéral.

I-3-2-2-2-2. Inconvénients :

- Présence caudalement de l'artère saphène, de la veine saphène médiale et du nerf saphène.

I-3-2-2-2-3. La technique :

Lors de l'abord médial du grasset, l'incision s'étend du quart distal du fémur à la tubérosité tibiale(17), en longeant la patelle (4) médialement. Le tissu sous-cutané est dilacéré. L'arthrotomie est réalisée à l'aide d'une ponction de la capsule articulaire (1) parapatellaire médiale qui remonte entre la partie crâniale du muscle sartorius (19) et le muscle vaste médial(11) (COSSU *et al.*, 2005).



Figure N°32: Voie d'abord médiale de grasset : étape 01 (COSSU *et al.*, 2005).



Figure N°33 : Etape 02 (COSSU *et al.*, 2005).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

La patelle est réclinée latéralement afin de laisser apparaître la trochlée et l'espace articulaire (COSSU *et al.*, 2005).

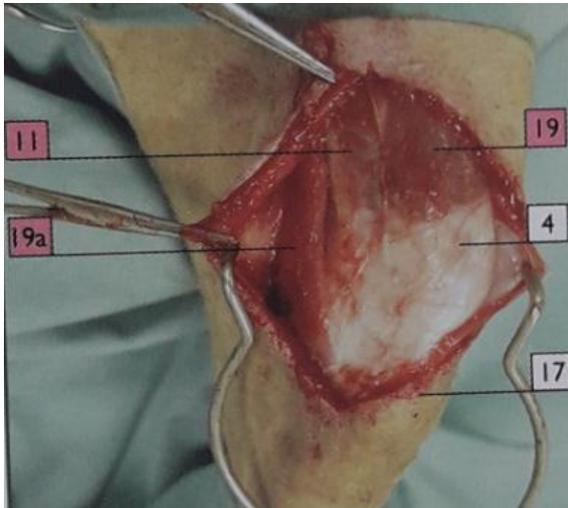


Figure N°34 : Etape 03(COSSU *et al.*, 2005).



Figure N°35 : Etape 04(COSSU *et al.*, 2005).

| | |
|--------------------------------------|---|
| 11 : m. vaste médiale ; | 08 : trochlée ; |
| 15 : ligament patellaire ; | 10 : épicondyle médiale ; |
| 19 : m. sartorius, partie craniale ; | 12 : condyle médial ; |
| 19a : m. sartorius, partie caudale ; | 17 : tubérosité tibiale ; |
| 04 : patelle ; | C : coussinet adipeux infrapatellaire ; |

I-3-3-1. Tibia :

Situé dans une direction oblique de haut en bas et d'avant en arrière, entre l'extrémité inférieure de l'os de la cuisse, auquel il sert d'appui, et le premier des os du tarse sur lequel il reporte seul dans les grands quadrupèdes domestiques toute la partie du poids du corps que lui transmet le fémur, le tibia est un os long, en forme de pyramide triangulaire renversée, présentant à considérer un corps et deux extrémités, l'une supérieure, l'autre inférieure (BARONE ,1978).

I-3-3-1-1. Corps :

Le corps du tibia, beaucoup plus épais en haut qu'en bas, et tordu suivant son grand axe présente trois faces et trois bords ou angles plans. Les faces, distinguées en externe interne et

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

postérieure, vont en diminuant graduellement de largeur de haut en bas (**BARONE ,1978**).

I-3-3-1-1-1. Face externe :

Oblique en avant, et concave suivant les deux diamètres de l'os, est recouverte dans toute son étendue par le fléchisseur du métatarse auquel elle ne donne attache qu'à sa partie supérieure seulement (**BARONE, 1978**).

I-3-3-1-1-2. Face interne :

Très légèrement convexe d'un côté à l'autre et simplement recouverte par la peau dans la plus grande partie de son étendue, présente tout à fait en haut deux empreintes dont l'une, la plus supérieure, est destinée à l'attache du ligament latéral interne de l'articulation de la cuisse avec la jambe, et l'autre à l'insertion du muscle ischio-tibial postérieur (**BARONE, 1978**).

I-3-3-1-1-3. Face postérieure :

Légèrement convexe de haut en bas, et parsemée d'empreintes musculaires disposées la plupart en lignes parallèles, présente deux parties: l'une supérieure, en forme de triangle isocèle que recouvre le muscle poplité; l'autre inférieure, sur laquelle se remarque le trou nourricier de l'os et qui donne attache au fléchisseur profond de la région digitée. Les trois bords que présente la diaphyse du tibia sont distingués en externe, interne et antérieur (**BARONE, 1978**).

I-3-3-1-2. Bords:

I-3-3-1-2-1. Bord externe:

Os péronéen est arrondi et concave; il forme par sa partie supérieure un des côtés d'une grande arcade dite tibiale, dans laquelle passe une des artères du même nom, et donne attache dans le reste de son étendue au petit appareil ligamenteux qui unit le tibia au péroné (**Barone, 1978**).

I-3-3-1-2-2. Bord interne :

Légèrement convexe, et également arrondi, donne attache à deux des muscles tibiaux postérieurs et à l'aponévrose jambière (**BARONE, 1978**).

I-3-3-1-2-3. Bord antérieur :

Qui constitue ce que l'on nomme encore généralement la crête du tibia, est oblique en

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

bas et en dedans, et décrit une courbe dont la concavité regarde en dehors; il donne attache à l'aponévrose jambière et à un anneau ligamenteux, dans lequel passent ensemble le tendon de l'extenseur antérieur des phalanges et celui du fléchisseur du métatarse (**BARONE, 1978**).

I-3-3-1-3. Extrémités :

I-3-3-1-3-1. Extrémité supérieure :

Os fémorale incomparablement plus grosse que l'inférieure, répond au fémur et présente deux surfaces diarthrodiales ondulées, ovalaires et d'égale étendue à peu près, qui munies de leur fibrocartilage complémentaire, forment deux cavités glénoïdales dans lesquelles sont reçus les condyles du fémur. Ces deux surfaces dont l'externe, la plus large, est en outre affectée au glissement du tendon du muscle poplité, sont séparées l'une de l'autre par une éminence conique qui répond à l'échancrure inter-condylienne du fémur dans laquelle elle s'enfonce. Cette éminence, nommée épine du tibia, est revêtue de cartilage sur chacun de ses côtés par lesquels elle s'adapte aux condyles du fémur, et creusée dans son milieu d'un large sillon antéro-postérieur, où s'insèrent l'un au-devant de l'autre les fibro-cartilages et les ligaments internes de l'articulation fémoro-tibiale (**BARONE, 1978**).

Trois grosses tubérosités, distinguées en externe, interne et antérieure circonscrivent les deux plans articulaires de l'extrémité supérieure du tibia et semblent leur servir de support. La tubérosité externe, la plus détachée, mais la moins volumineuse des trois porte une petite facette diarthroïdale qui répond à une pareille facette du péroné et quelques empreintes pour l'attache de l'appareil ligamenteux tibio-péronéen. La tubérosité interne peu saillante, mais très large, présente des empreintes pour l'insertion des muscles long et court adducteur de la jambe; une coulisse verticale dans laquelle glisse le ligament latéral interne de l'articulation fémoro-tibiale, et un peu plus bas une surface chagrinée et légèrement en relief sur laquelle s'implante le ligament précité. La tubérosité antérieure dont la forme se rapproche assez de celle d'une pyramide triangulaire renversée, fait continuité à la crête du tibia, donne attache aux trois ligaments antérieurs de la rotule, et présente dans son milieu une excavation dans laquelle est reçu un des ligaments précités. Cette dernière tubérosité est séparée de l'externe par une large et profonde coulisse dans laquelle glisse le tendon commun aux muscles fléchisseur du métatarse et extenseur antérieur des phalanges (**BARONE, 1978**).

I-3-3-1-3-2. Extrémité inférieure :

Os tarsienne, allongée transversalement, présente une surface articulaire diarthroïdale

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

quadrilatère, par laquelle le tibia répond au premier des os du tarse, et deux tubérosités, l'une externe l'autre interne qui correspondent aux malléoles du pied de l'homme. La surface articulaire, enduite de cartilage dans l'état frais se compose de deux gorges profondes, obliques en avant et en bas, que sépare l'une de l'autre une éminence diarthrodiale disposée en forme de tenon, et ordinairement creusée à son centre d'une fossette synoviale. Des deux tubérosités de l'extrémité inférieure du tibia, l'externe, la moins saillante est garnie d'empreintes pour l'attache de deux des quatre ligaments latéraux du tarse et creusée d'une coulisse verticale dans laquelle glisse le tendon de l'extenseur latéral des phalanges. La tubérosité interne, d'un développement parfois très considérable et qui alors a été considérée, mais à tort, par les anciens hippiatres comme une cause de claudication est garni d'empreintes ligamenteuses, et côtoyée en arrière par une coulisse oblique dans laquelle glisse le tendon du fléchisseur oblique de la région digitée (**BARONE, 1978**).

I-3-3-2. Fibula :

Ou le péroné, c'est un os pair, allongé et très grêle, dirigé dans le même sens que le tibia auquel il est accolé par ses extrémités, et dont il longe le bord externe dans les trois quarts supérieurs environ de son étendue (**BARONE, 1978**).

I-3-3-2-1. Extrémités :

I-3-2-1-1. Extrémité supérieure :

Ou la tête du fibula, aplatie d'un côté à l'autre, présente sur sa face interne une petite facette diarthrodiale qui s'adapte à une pareille facette de la tubérosité externe du tibia, et sur sa face opposée des empreintes pour l'attache du ligament latéral externe de l'articulation fémoro-tibiale (**BARONE, 1978**).

I-3-3-2-1-2. Extrémité inférieure :

Le fibula se termine par une pointe aiguë à laquelle est attaché un faisceau ligamenteux qui le prolonge jusque sur la tubérosité externe de l'extrémité inférieure du tibia où ce ligament va aboutir. Dans le reste de son étendue le péroné est couvert d'aspérités et donne attache aux diverses productions ligamenteuses, par l'intermédiaire desquelles il est tenu attaché au tibia enfin tout à fait en haut, cet os concourt à former la grande arcade dite tibiale et mieux tibio-péromère dans laquelle passent les vaisseaux tibiaux (**BARONE, 1978**).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

I-3-3-2. Structure :

Comme tous les os allongés à la classe desquels il appartient, le péroné est formé de substance compacte enveloppant de toutes parts une couche excessivement mince de substance spongieuse qui finit même par disparaître avec l'âge dans les trois quarts inférieurs de l'os (**BARONE, 1978**).

I-3-3-3. La myologie de la jambe :

- Ici encore, il est important de rappeler les localisations et rôles de chaque muscle (fig).
- Les muscles crâniens sont extenseurs des doigts et fléchisseurs du pied.
- Les muscles caudaux sont fléchisseurs des doigts et extenseurs du pied (**LADON, 2015**).

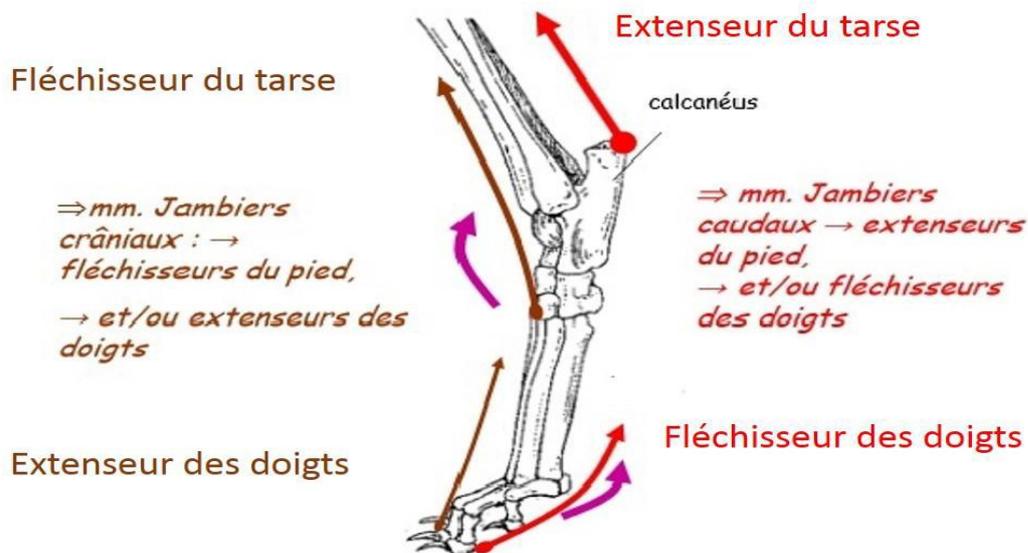


Figure N°36: Rôle des muscles jambiers (**LADON, 2015**).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

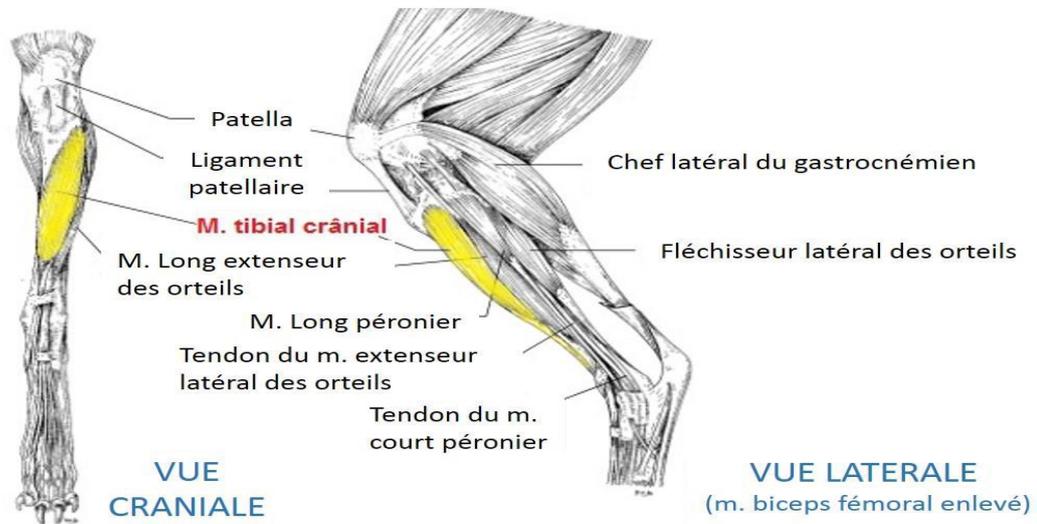


Figure N°37 : Muscle tibial cranial (LADON, 2015).

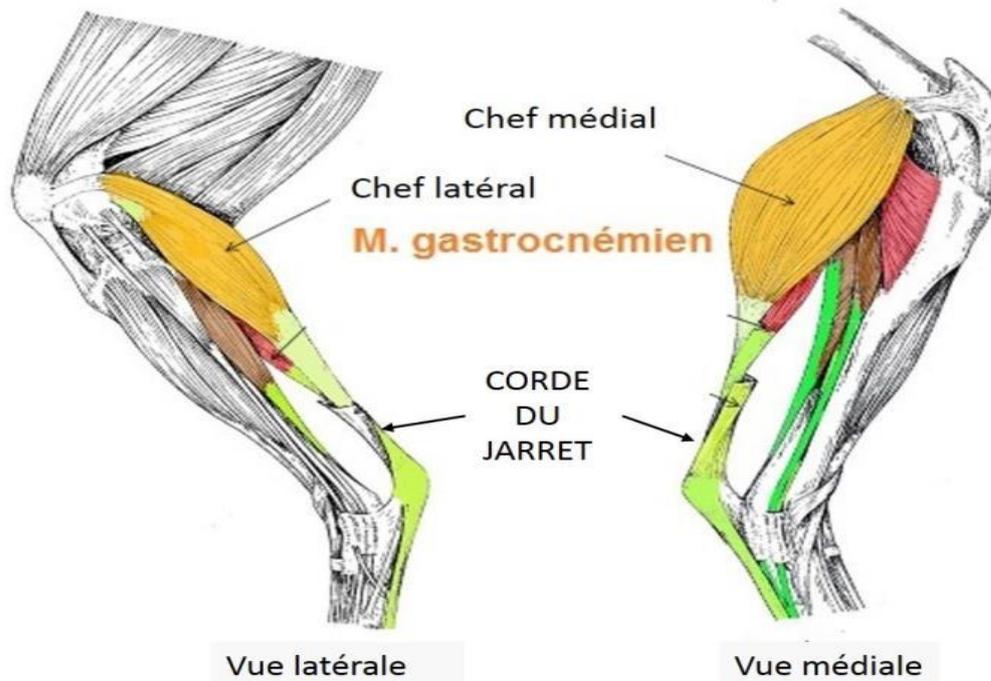


Figure N°38 : Muscle gastronemien (LADON, 2015).

I-3-3-4-1. Fracture du tibia et péroné :

Bien qu'une fracture puisse porter sur l'un de ces deux os sans porte nécessairement sur l'autre, nous pensons qu'il est permis de parler en une seule fois, de celles du tibia et de celles du péroné: en effet, s'il est exact que le péroné puisse se fracturer sans qu'aucun dommage ne porte sur le tibia, le contraire n'est jamais qu'exceptionnel alors que le plus part des fractures du tibia portent en même temps Sur le péroné (LEONARD et ELLIS, 1974).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

En conséquence, nous parlerons systématiquement ici des fractures du tibia, tout en évoquant certains aspects relatifs au péroné quand leur description occasionnelle nous semblera utile (LEONARD et ELLIS, 1974).

I-3-3-4-1-1. Fracture du segment Proximal :

Les fractures portant sur le segment proximal du tibia se présentent d'habitude sous trois formes : séparation épiphysaire, séparation d'une des deux tubérosités ou fracture transverse de la diaphyse (LEONARD et ELLIS, 1974).

I-3-3-4-1-2. Fracture du segment moyen :

Il s'agit ici de fractures qui portent sur le tiers moyen de la diaphyse et qui sont d'habitude obliques ou comminutives et beaucoup plus rarement transverses ; de plus , il est loin d'être exceptionnel de rencontrer en cette région des fractures composé .il est bon de noter que les fractures du segment moyen sont les plus fréquentes en ce qui concerne le tibia et qu'elles intéressent presque inmanquablement le péroné (LEONARD et ELLIS, 1974).

I-3-3-4-1-3. Fracture du segment distal :

Les fractures qui portent sur l'extrémité distales du tibia sont d'habitude qualifiées d'épiphysaires distales ,de supramalleolaire .a proprement parler ,la malléole externe du tibia est une partie constitutive du péroné mais ici encore, nous parlerons des fractures de la malléole externe aussi bien que de la malléole interne comme si le tibia et le péroné n'étaient qu'un seul et le même rayon osseux et cela d'autant plus volontiers qu'il sont fréquemment fusionnés à ce niveau (LEONARD et ELLIS, 1974).

I-3-3-5-1. Indications pratiques de la voie d'abord :

I-3-3-5-1-1. Voie d'abord médiale:

Fractures tibiales, à l'exception des fractures articulaires (COSSU et *al.*, 2005).

I-3-3-5-1-1. Avantages :

- Absence d'élément nerveux majeur.
- Artère saphène, veine saphène médiale et nerf saphène facilement isolables et réclinables.

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

- Abord large de l'extrémité proximale à l'extrémité distale du tibia.
- Préformage des plaques d'ostéosynthèse simple en raison de la surface peu incurvée de la face médiale du tibia.
- Pose des plaques d'ostéosynthèse sur la face de traction du tibia pour les fractures du tiers proximal de la diaphyse tibiale.

I-3-3-5-1-2. Inconvénients :

- Présence du nerf sciatique sous le corps charnu du muscle biceps fémoral.
- Pose des plaques d'ostéosynthèse sur la face de compression du tibia pour les fractures du tiers distal de la diaphyse tibiale.

I-3-3-5-1-3. La technique :

L'incision cutanée s'étend de la crête tibiale (8) à la malléole médiale(10) du tibia distalement. Avant d'inciser, il est important de repérer le trajet des vaisseaux (artère saphène et veine saphène médiale) et du nerf saphène (1) afin de ne pas les léser (COSSU *et al.*, 2005).

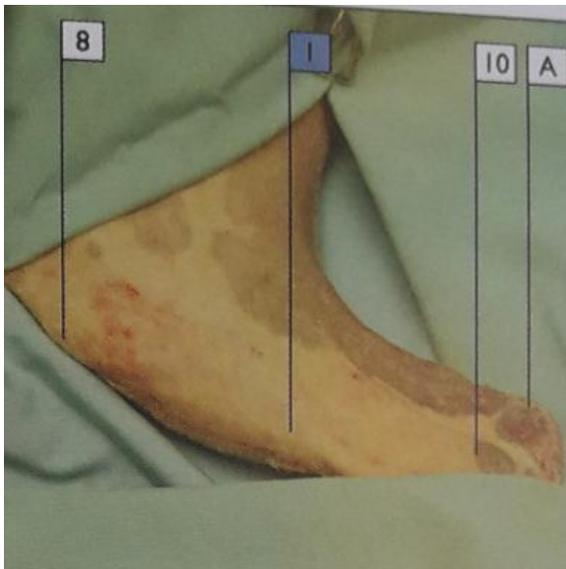


Figure N°39: Voie d'abord médiale de la jambe du chien : étape 01 (COSSU *et al.*, 2005).



Figure N° 40: Etape 02 (COSSU *et al.*, 2005).

Le fascia jambier (16) est identifié. L'artère saphène, la veine saphène médiale(1) et le nerf saphène(1) sont disséqués afin de pouvoir les récliner. Après avoir incisé le fascia jambier, on identifie crânialement le muscle tibial crânial (2) qui débord de la face latérale et

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

caudalement le muscle fléchisseur médial des orteils (11). La diaphyse tibiale (1) est alors visible sur toute sa longueur en face médiale (Cossu *et al.*,2005).

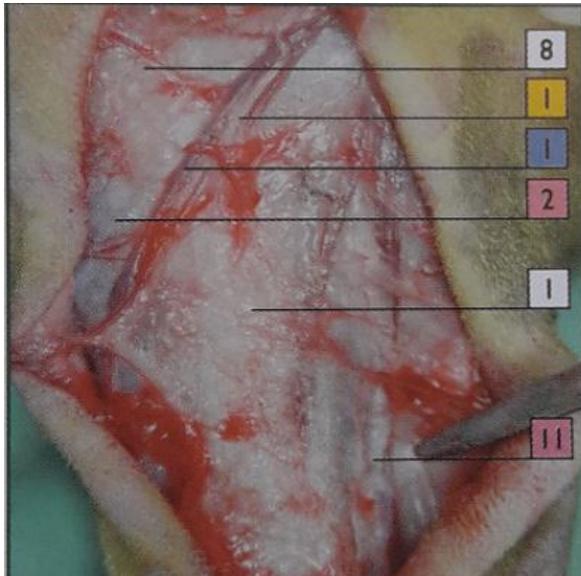


Figure N° 41: Etape 03 (COSSU *et al.*, 2005).

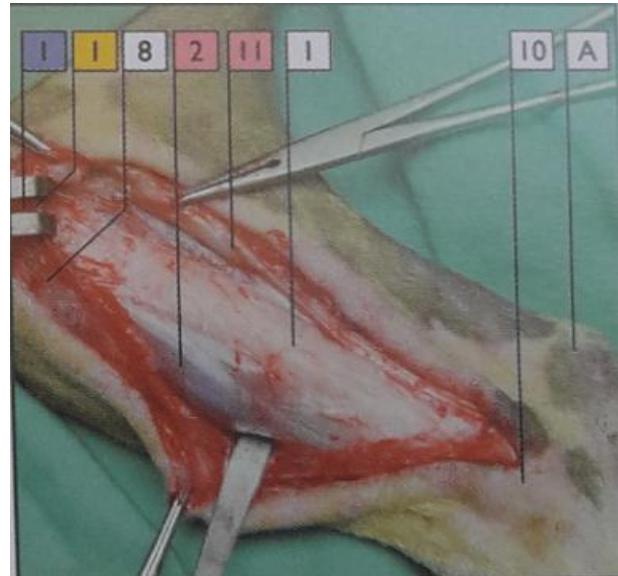


Figure N° :42 Etape 04 (COSSU *et al.*, 2005).

02 : m. tibial cranial

11 : muscle fléchisseur médial

16 : fascia jambier

08 : crête tibiale

10 : malléole médiale

A : tubérosité calcanéenne

01 : n. saphène

01 : n. saphène médial

I-3-4-1. L'anatomie de tarse

L'articulation du tarse est une articulation complexe comprenant :

- les articulations tibio-tarsienne (fibulo-tarsienne) et tarsométatarsiennes
- les articulations intrinsèques unissant les os du tarse entre eux.

Les articulations intrinsèques et tarsométatarsienne ne permettent pas de mouvement, elles ont uniquement un rôle d'amortissement. C'est l'articulation tibio-tarsienne qui est à l'origine des mouvements de flexion et d'extension (LADON, 2015).

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

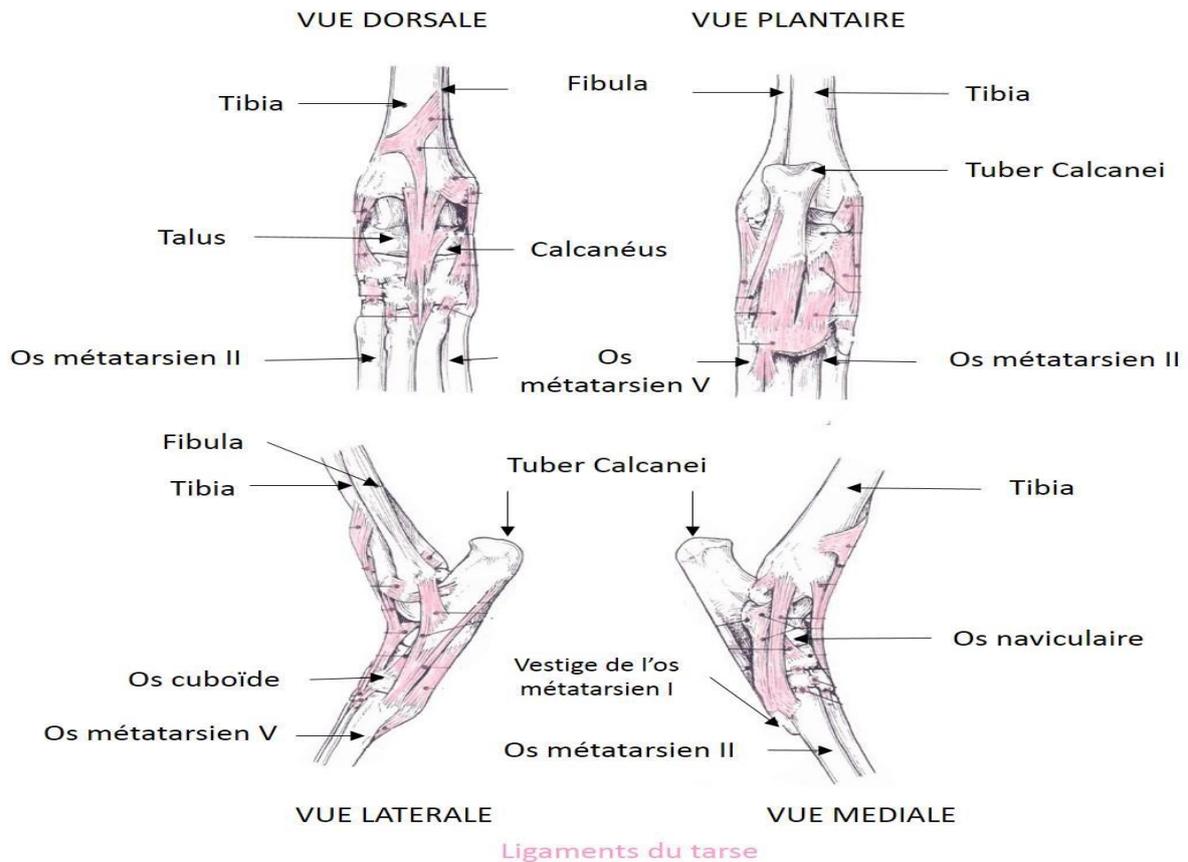


Figure N°43 : Articulation d'un tarse gauche d'un chien (LADON, 2015).

I-3-5-1. L'anatomie de pied :

Les doigts du membre pelvien sont composés chacun de trois phalanges : une proximale, une intermédiaire et une distale. Le pouce, lorsqu'il est présent, ne comporte que deux phalanges.

C'est la dernière phalange qui porte la griffe. Chez un chien sain, les griffes ne touchent normalement pas le sol car les phalanges sont en extension en position physiologique (LADON, 2015).

Pour l'ensemble des doigts (sauf le pouce), il y a trois articulations : l'articulation métatarso-phalangienne et les articulations inter-phalangiennes proximale et distale.

Chapitre N 3 :L'anatomie et la voie d'abord de membre pelvienne

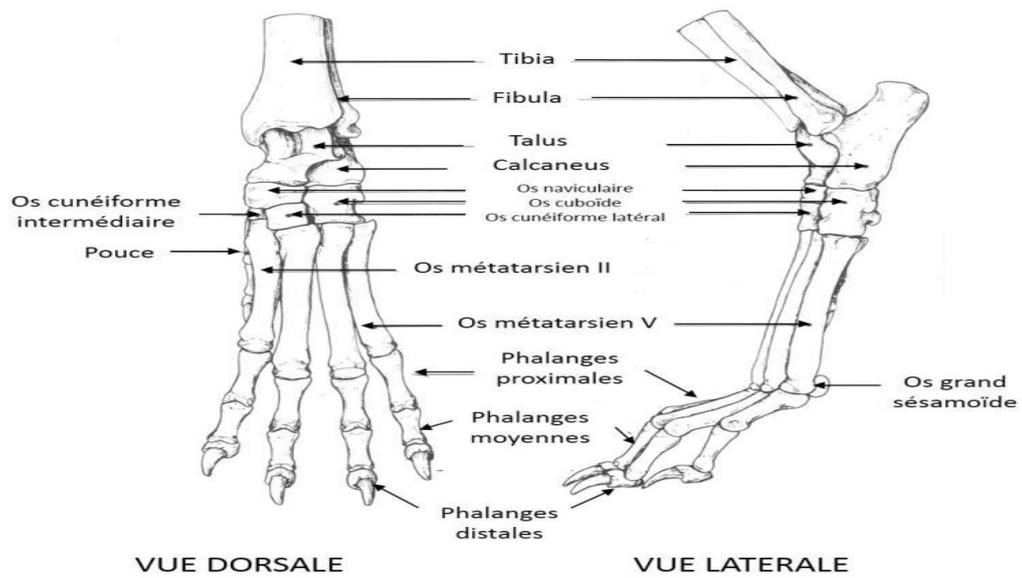


Figure N°44: Squelette d'un pied d'un chien (LADON, 2015).

CHAPITRE N°4

Le matériel d'ostéosynthèse

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-1. Généralité sur l'ostéosynthèse :

I-4-1-1. Définition de l'ostéosynthèse :

L'ostéosynthèse est une intervention de chirurgie osseuse très répandue. Elle consiste après avoir remis en bonne place les fragments d'un os cassé (la « réduction »), à les maintenir entre eux jusqu'à ce que la fracture consolide. L'ostéosynthèse est utilisée lorsque les autres moyens de contention, tels que les plâtres, par exemple, ne suffisent pas. Elle est de même réalisée avec les mêmes buts après correction chirurgicale des déformations du squelette (Site01) : (<http://www.sofcot.fr>).

I-4-1-2. Le traitement chirurgical de l'ostéosynthèse :

Les principes du traitement chirurgical des fractures ont été définis par l'AO/ASIF. Tout d'abord une réduction anatomique des fragments doit être réalisée. Puis, le montage orthopédique mis en place doit être très stable. La stabilisation permet la diminution de la douleur, et le développement de la microvascularisation qui favorise la cicatrisation primaire et la lutte contre l'infection. Une fracture stable peut guérir même si elle est infectée. A l'inverse, une mauvaise stabilisation a des conséquences plus graves qu'une absence totale d'immobilisation à savoir des non-unions et des infections chroniques. De plus, la vascularisation ne doit être préservée au maximum lors du parage et de la stabilisation, que ce soit pour les fragments osseux et pour les tissus mous. Enfin, il est important de mobiliser précocement les muscles et les articulations adjacentes à la fracture sans que cela soit douloureux pour autant.

I-4-1-3. Le contexte de l'ostéosynthèse :

C'est une opération chirurgicale sous anesthésie générale. Il faudra donc parfois patienter quelques heures pour attendre que l'estomac soit vide. En attendant, une attelle ou une immobilisation par traction est mise en place, et la douleur est soulagée par une perfusion d'antalgiques (site03 : <https://www.docteurcllic.com>).

I-4-1-4. En quoi consiste une intervention d'ostéosynthèse ?

Le chirurgien orthopédiste place des implants d'ostéosynthèse à la surface des fragments d'os (pour les plaques et les vis), ou à leur intérieur-même (pour les clous et les broches). Moins fréquemment, il place un fixateur externe, un système provisoire de fixation

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

des fragments d'os depuis l'extérieur du corps en passant à travers la peau et les muscles. Ces implants d'ostéosynthèse utilisés sont tolérés par le corps humain, non résorbables, métalliques en acier ou titane ou en alliages (avec du cobalt, du nickel ou du chrome). Leur rôle, par l'immobilité relative des fragments d'os obtenue, est de permettre la consolidation naturelle de l'os en bonne position tout en permettant souvent une rééducation fonctionnelle précoce.



Figure N°45 : Exemples d'implants d'ostéosynthèse (site 01 : <http://www.sofcot.fr>).

I-4-1-5. Les indications d'ostéosynthèse :

On réserve cette intervention à plusieurs cas :

- Les fractures trop complexes d'emblée, qui ne peuvent pas être réduites par des manœuvres extérieures. Le chirurgien doit intervenir pour fixer les fragments osseux et permettre une bonne consolidation.
- Les fractures qui ne peuvent pas rester stables sous un plâtre. Les pseudarthroses (absence de consolidation osseuse). (site 03 <https://www.docteurclic.com>).

I-4-2-1. Matériel des ostéosynthèses :

- Le matériel doit être "biocompatible" c'est-à-dire qu'il ne doit pas déclencher des réactions toxiques, inflammatoires. Le matériel doit être à l'abri de tout effet corrosif.
- Le matériel métallique doit être sans défaut qui pourrait être le point d'appel d'une rupture.
- Les alliages utilisés doivent être très résistants même si leur volume est faible.

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

Le plus souvent les alliages associent le chrome, le cobalt et le molybdène. On utilise aussi beaucoup l'acier inoxydable. Les plaques d'ostéosynthèse sont fabriquées avec toutes sortes de formes et de tailles afin d'être adaptées à tous les os et à toutes les fractures.

- Les clous centromédullaires utilisés pour les diaphyses des os longs existent également en toutes longueurs et calibres et leur mise en place est facilitée par un matériel "ancillaire" adapté.

I-4-2-2. Matériaux utilisés pour l'ostéosynthèse :

Les matériaux utilisés pour les matériels implantables, c'est à dire les matériels (plaques, vis, broches) destinés à être insérés dans le corps humain peuvent être de deux sortes :

- matériaux résorbables.
- matériaux non résorbables.

I-4-2-2-1. Matériaux résorbables :

I-4-2-2-1-1. Les métaux utilisés dans le matériel d'ostéosynthèse résorbable :

Le principal avantage d'un implant biorésorbable est que son ablation devient superflue. Cependant, en raison de leur faible résistance mécanique, les implants biorésorbables ne sont pas utilisables comme implants d'ostéosynthèse soumis à des contraintes en charge. Les implants biorésorbables existants sont utilisés dans certaines indications comme en chirurgie de la main ou en chirurgie maxillo-faciale (**site 04**): (<https://www.sitedupoignet.com>).

Par conséquent, on peut supposer que la biocompatibilité de ce matériau est excellente, et ce d'autant plus que ces polymères sont réalisés à partir de substances endogènes comme le polyester aliphatique, et d'autres polymères naturels comme la gélatine ou le collagène. On ne peut jamais exclure la survenue d'un épisode inflammatoire car la concentration en acide peut se retrouver en excès, du fait du processus de dégradation. Les produits intermédiaires, issus eux aussi du processus de dégradation peuvent également interagir avec les tissus environnants et provoquer une réaction inflammatoire.

En traumatologie osseuse, des broches, des vis et des plaques sont réalisées et ont été validées dans des indications spécifiques.

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

En pratique, les implants réalisés à partir de matériaux biorésorbables sont peu utilisés. Il est en effet difficile d'évaluer leur résistance dans le temps. Utiliser ce type d'implant expose au risque de déplacement secondaire si la résorption s'effectue trop rapidement. (Site 04) : (<https://www.sitedupoignet.com>).

I-4-2-2-1-3. Implants résorbables : pas de retrait

Il existe également des implants biorésorbables ne nécessitant aucune intervention ultérieure visant à les retirer. Ils sont toutefois assez peu employés car ils présentent des risques de déplacements secondaires si la résorption intervient trop rapidement. (Site 04) : (<https://www.sitedupoignet.com>).

I-4-2-2-2. Les métaux utilisés dans les matériel d'ostéosynthèse non résorbables :

Les métaux utilisés en traumatologie osseuse ont des propriétés mécaniques et biologiques favorables et sont bien connus et ont été bien étudiés. Trois groupes principaux peuvent être distingués : (Site 04 : (<https://www.sitedupoignet.com>)).

- alliages à base d'acier inoxydable.
- titane et alliages de titane.
- alliages de cobalt.

I-4-3-1. Contention du membre (provisoire) :

Si La réduction et l'immobilisation sont retardées, une contention provisoire du membre peut être indiquée pour éviter des traumatismes supplémentaires.

I-4-3-1-1. Attelles et plâtres :

Ces dispositifs de contention sont formés d'un matériau modelé entourant la partie atteinte et capable de maintenir les fragments osseux ou les os déplacés en position de réduction, jusqu'à la guérison. Ces dispositifs peuvent être utilisés pour:

- Les fractures au-dessous du coude ou du grasset et celles de La queue et des côtes.
- Les fractures stables.
- En combinaison avec d'autres méthodes à titre d'immobilisation complémentaire.
- A titre de contention provisoire.

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-3-1-2. Attelle de Thomas :

Cette attelle est surtout utilisée:

- Pour l'immobilisation des fractures stables situées au-dessous du coude et du grasset; elle n'est pas employée comme seul moyen de contention pour les fractures de l'humérus et du fémur;
- Parfois comme dispositif d'immobilisation complémentaire d'une fixation interne;
- Pour l'immobilisation après opération sur une articulation;
- Pour l'immobilisation dans Le traitement des lésions des articulations, des tendons et des nerfs ;
- Pour une contention temporaire.

I-4-3-2. Contention de l'os :

I-4-3-2-1. Fixateur externe :

Le fixateur externe est un système idéal pour stabiliser les grands fracas ouverts des membres. Plusieurs fiches métalliques sont vissées dans l'os à travers la peau, de part et d'autre de la fracture, à distance des plaies cutanées. Des "rotules" solidarisent les fiches entre elles et des barres de fixation joignent les rotules. On peut faire des montages de toutes sortes et on peut même réaliser aussi de la compression au niveau du foyer. Les gros délabrements des parties molles peuvent être ainsi soignés sans compromettre la stabilité.

Les fixateurs externes sont des dispositifs d'immobilisation externe des os longs formés par des broches introduites à travers la peau dans les abouts osseux proximaux et distaux, et réunies par une ou plusieurs barres. De tels fixateurs de Kirschner (Kirschner-Ehmer) sont appliqués en face crânio-latérale de l'humérus, en face crânio-médiale du radius, en face latérale du fémur et en face médiale du tibia (**BRINKER et al., 1994**).

. La théorie est souvent mal comprise ; biomécaniquement il est connu qu'il est préférable d'avoir un montage stable mais pas trop rigide pour favoriser la cal périosté. Ceci n'est valable que pour les fractures ouvertes (**HERARD, 2008**).

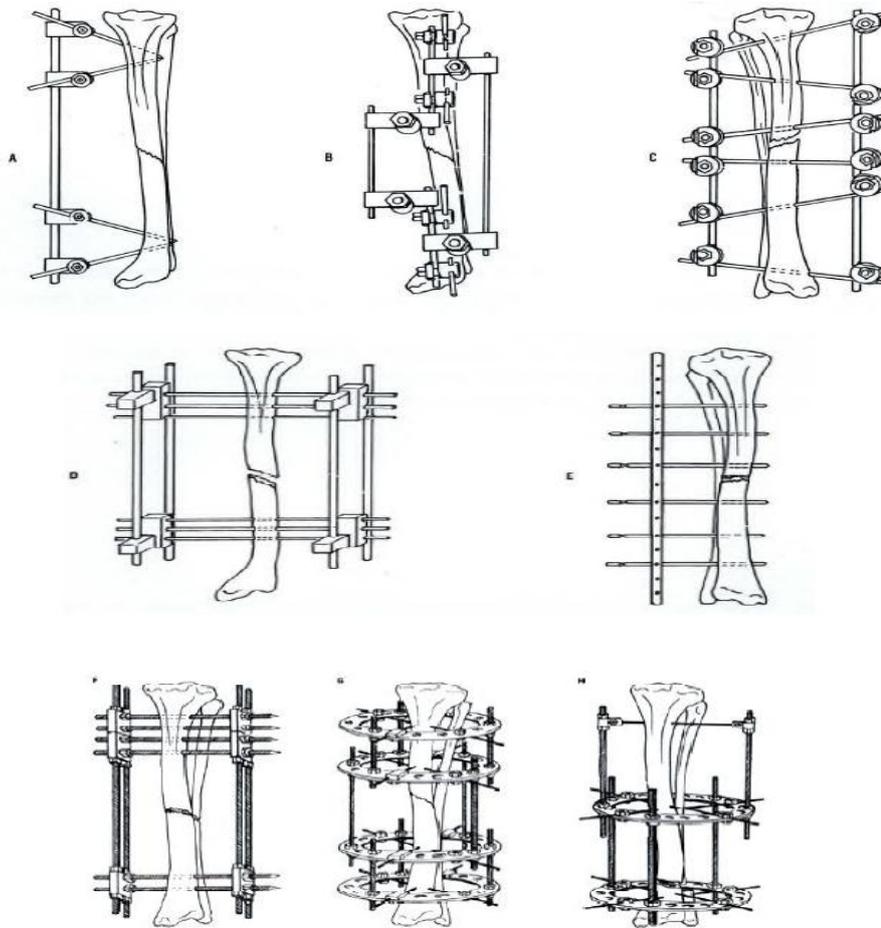


Figure N° 46: Principaux types de fixateurs utilisables en chirurgie vétérinaire (MAYNARD, 1993).

I-4-3-2-2. Les types des fixateurs externes :

A) **Type I :** Fixateur unilatéral liant toutes les broches non transfixantes d'un côté de l'os.

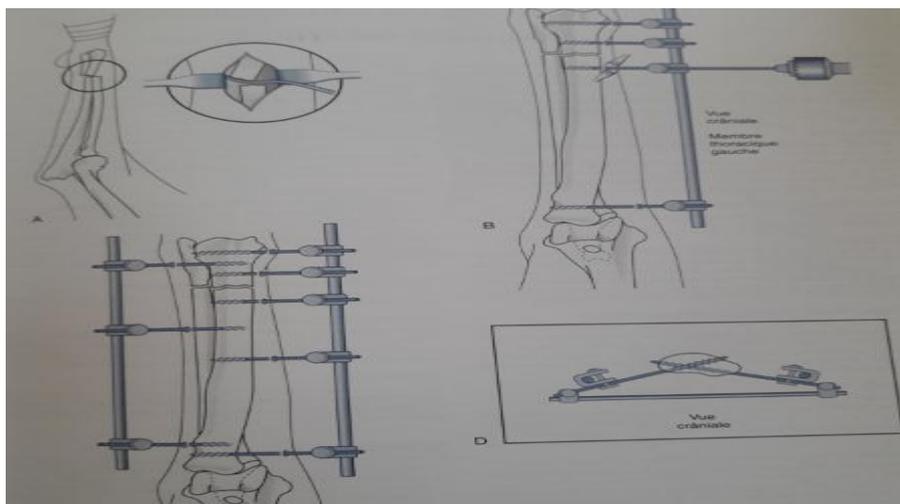


Figure N° 47 : Fixateur externe de type Ib (JOHNSON et DUNNING, 2006).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

B) Type II : Fixateur bilatéral liant toutes les broches transfixantes des deux côtés de l'os.

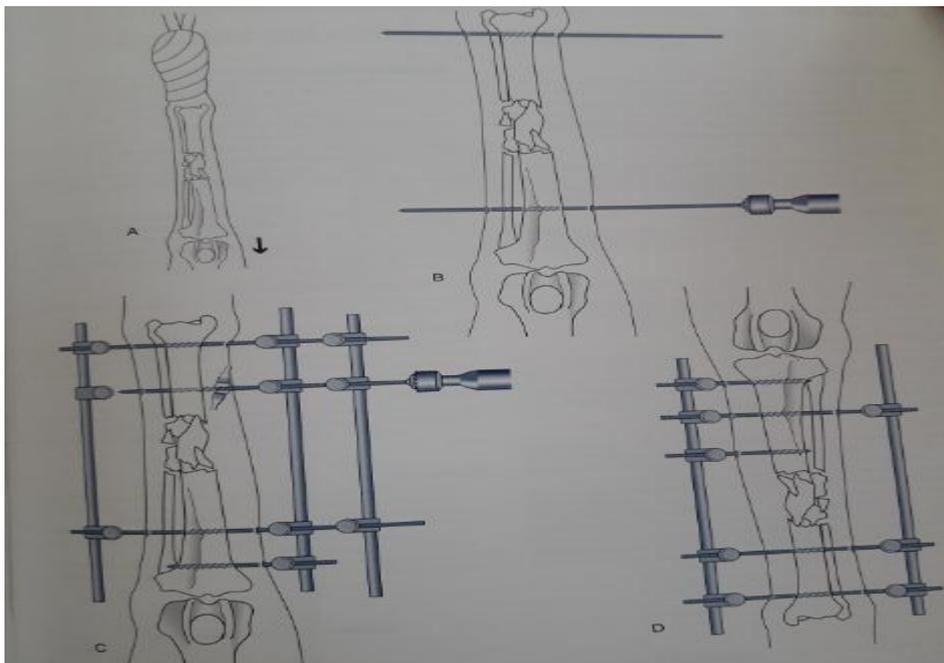


Figure N° 48: Fixateur externe de type II (JOHNSON et DUNNING, 2006).

C) Type III : Fixateur tri-planaire constitué d'un mélange de broches transfixantes et non-transfixantes et barres de liaison les liant les unes aux autres.

D) Circulaire : Fixateur constitué d'anneaux reliés par des tiges de connexion. L'os est stabilisé par des fils transosseux mis sous tension.

I-4-3-2-3. Principe de mise en place :

Les règles suivantes doivent être respectées :

- Utiliser une technique aseptique : cela inclut la préparation de l'opéré, du bloc opératoire, du matériel, du chirurgien et les soins post opératoires.
- Choisir une face d'implantation osseuse correcte : le taux de complication peut être diminué en choisissant une face d'implantation des branches qui permette, après le passage de la peau, l'implantation directe dans l'os.
- La fracture doit être réduite et la réduction maintenue au cours de la mise en place des broches.
- Des moyens complémentaires doivent être employés si nécessaire.
- Utiliser une méthode correcte d'implantation des broches : l'utilisation d'un mandrin à main ou d'une perceuse à vitesse de rotation lente (150 tours par minute ou moins) est souhaitable.

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

- Insérer les broches selon un angle de 70° avec l'axe longitudinal de l'os.
- Placer toutes les broches dans un même plan.
- Insérer les broches aux endroits appropriés dans les fragments osseux.
- Insérer deux à quatre broches dans chacun des fragments osseux principaux.
- Choisir des broches de fixation et des barres de connexion de taille optimale.
- Implanter les broches dans les deux corticales osseuses.
- Utiliser le montage le plus approprié.
- Greffer les pertes de substance osseuse.
- Placer les coapteurs à une distance optimale de la peau.
- Mettre en place des soins postopératoires appropriés (**BRINKER et al., 1994**).

I-4-3-3. Principes de l'enclouage centromédullaire des os longs :

Le principe de l'enclouage centromédullaire est de placer un tuteur interne en intraosseux, dans le but d'obtenir une récupération fonctionnelle rapide, en proposant un montage stable qui permet une mobilisation immédiate, et un montage solide qui autorise une remise en charge précoce des membres inférieurs. L'idée de départ de Küntscher était l'enclavement élastique transversal. Cette idée s'est révélée fautive puisqu'il s'agit d'un enclavement longitudinal avec un système multipoints (**Site 6 :(<http://sante.orthodz.com>)**).

I-4-3-3-1. Les différents types de l'enclouage :

Il existe plusieurs types d'enclouage:

I-4-3-3-1-1. Enclouage centromédullaire simple :

Stabilisation par un seul clou. Les indications sont aujourd'hui réduites à la stabilisation de fractures obliques sur un os de faible diamètre. Cette technique est systématiquement associée à des cerclages pour prévenir une rotation. (**Site 5**) : <https://www.vetup.com/articles-v>).

I-4-3-3-1-2. Enclouage centromédullaire fasciculé :

Variante de la précédente, cette technique remplace le clou unique par deux ou plusieurs clous de diamètre plus faible. Pour le traitement des fractures comminutives, des cerclages peuvent y être associés (**Site 5 :<https://www.vetup.com>**).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-3-3-1-3. Enclouage verrouillé :

Technique qui permet d'éviter les mouvements de rotation et de translation fréquents en enclouage classique. Les clous spéciaux perforés aux extrémités sont fixés solidement à l'aide de vis qui traversent la corticale. La technique de pose est facilitée par l'utilisation d'un cadre de visée (système ancillaire). Cette technique peut être réalisée sur des fractures diaphysaires complexes. Elle nécessite des implants et un matériel ancillaire spécifiques (**Site 5**) : <https://www.vetup.com>).

I-4-3-3-1-4. Enclouage centromédullaire associé à une plaque d'ostéosynthèse :

Pour plus de rigidité, il est possible d'ajouter un clou centromédullaire sur une stabilisation par plaque (**Site 5**) : <https://www.vetup.com>).

I-4-3-3-2. Généralités sur les clous centromédullaires :

Les clous sont de longs tubes métalliques creux et fendus faits pour être introduits dans le fémur, le tibia et l'humérus. Ils ont de nombreux avantages et surtout pour les fractures du 1/3 moyen des diaphyses.

Exemple d'un clou pour tibia. Il existe une angulation spécialement conçue pour s'adapter à la forme du canal.

I-4-3-3-2-1. Les clous :

Les clous de steinmann de section ronde sont les plus utilisés, Les clous intra médullaires peuvent être utilisés seuls pour les fractures stables ; dans les fractures instables, ils sont employés en association avec d'autres méthodes d'immobilisation (**Brinker et al., 1994**).

L'enclouage centromédullaire au moyen de clous ronds peut se faire à foyer fermé ou à découvert. La méthode à foyer fermé s'applique seulement aux fractures simples ou récentes et à celles qui peuvent être réduites facilement et précisément. On peut l'employer sur le fémur, le tibia, l'humérus, l'ulna et certains petits os. On utilise plus précisément la méthode à découvert qui présente des avantages de précision et de contrôle de la stabilité (**DUHAUTOIS et LEGARD, 1992**).

L'enclouage centromédullaire classique par clou de Steinmann, peut se faire de façon directe ou indirecte :

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-3-3-2-2. Différents types de clous :

I-4-3-3-2-2-1. Le clou de steinman :

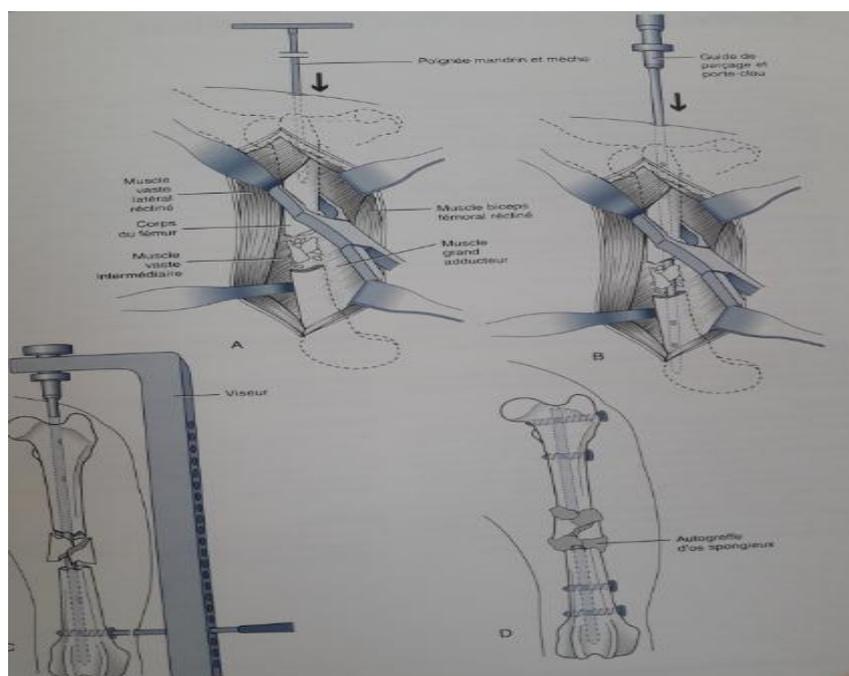
Section ronde, pointe pyramide, de diamètre 1,6 à 6 mm (respectivement 1/16 à 1/4 pouce), utilisé pour l'enclouage centromédullaire classique.

I-4-3-3-2-2-2. Le clou de Küntscher :

Section allégée en V, en U, en trèfle son introduction délicate nécessite généralement un alésage préalable de la cavité médullaire, opération particulièrement périlleuse en orthopédie des petits animaux aux corticaux peu épais, à l'origine de son utilisation très peu fréquente.

I-4-3-3-2-2-3. Le clou verrouillé :

Section ronde, pointe pyramide, de diamètre 4 à 10 mm; perforé à ses deux extrémités d'orifices permettant le passage de vis de verrouillage qui le solidarisent à L'os;



Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-3-3-2-2-4. Le clou de Rocher :

Pointe pyramide, talon de diamètre constant permettant le passage d'une goupille transversale de verrouillage; il est totalement abandonné.

I-4-3-3-2-2-5. Le clou de Rush :

À l'origine, ce clou est flexible; selon l'orientation qui lui est donnée, son extrémité biseautée glisse sur la corticale opposée ou la traverse; l'autre extrémité, en crochet, permet d'orienter le biseau et de retirer le clou; ce clou existe initialement en quatre diamètres 2, 3, 5 et 6 mm (respectivement 3/12, 1/6, 3/16 et 1/4 de pouce). Dans la pratique courante de l'orthopédie vétérinaire, il peut être confectionné à partir de broches de Kuntsher ou de petits clous de Steinmann ; cependant, ne possédant pas les mêmes caractéristiques de résilience que le clou initialement prévu à cet effet, il ne permet de réaliser qu'une simplification de l'enclouage de Rush (**DUHAUTOIS et LEGARD, 1992**).

I-4-3-3-2-3. Enclouage direct :

Le clou ne subit qu'une translation dans le sens proximo-distal (enclouage direct centrifuge) ou dans le sens disto-proximal (enclouage direct centripète);

I-4-3-3-2-4. Enclouage indirect (ou rétrograde) :

Le clou subit deux translations successives, de sens opposés, du foyer de fracture vers l'une des épiphyses, puis vers l'autre fragment. Ce mode d'enclouage couramment utilisé dans les fractures fémorales ou humérales, est fortement déconseillé dans les fractures diaphysaires du tibia en raison des risques de destruction de l'articulation (**JOHNSON et DUNNING, 2005**).

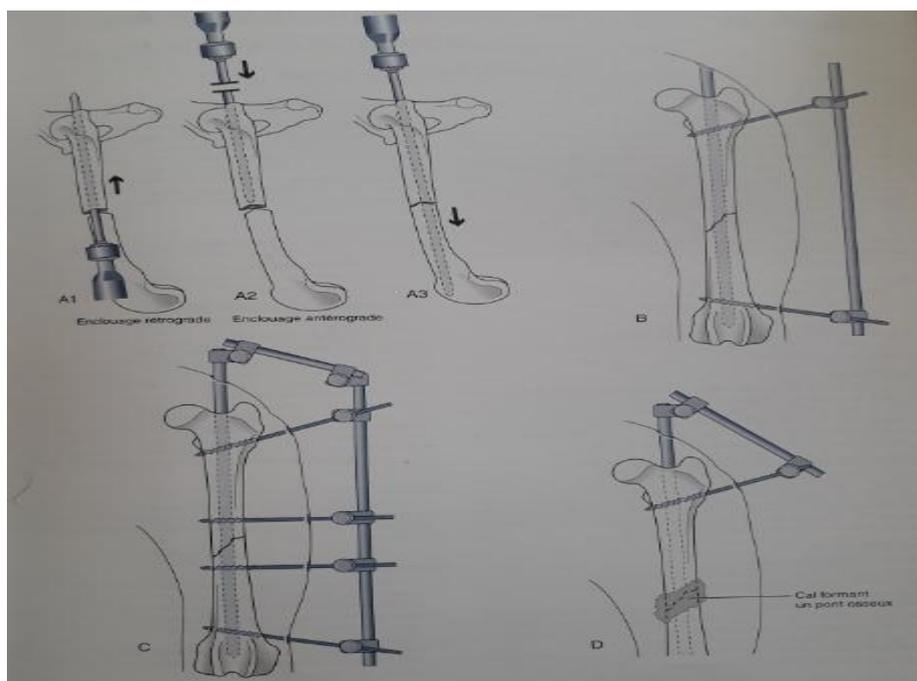


Figure N°50 : Enclouage avec une broche intramédullaire et un fixateur externe (JOHNSON et DUNNING, 2006).

I-4-3-3-3-1. Broches chirurgicales :

Ces cylindres d'acier chirurgical calibrés et polis ont un diamètre inférieur à 1,6 mm, les broches les plus utilisées sont les broches de kuntsher.

I-4-3-3-4-1. Plaques vissées :

Les plaques vissées peuvent être employées de diverses façons pour l'immobilisation des fragments osseux. On les emploie en tant que plaque de compression pour exercer une compression axiale sur le trait de fracture par exemple pour des fractures simples ou transverses. En tant que plaque de neutralisation, elles servent à neutraliser les forces s'exerçant sur les vis de compression, les cerclages ou les sutures osseuses mises en place pour la fixation d'esquilles. On les emploie également lors de fractures complexes voire comminutives nécessitant la combinaison de plusieurs moyens de fixation. Enfin, elles servent également de plaque de soutien, lors d'alignement des bouts fracturaires avec perte de substance. Toutes les forces s'exerçant sur le foyer de fracture sont reportées sur la plaque. Les vis osseuses quant à elles, sont employées lors de fractures proximales, épiphysaires-unicondylières, métaphysaires et articulaires (MAGNIN, 2016).

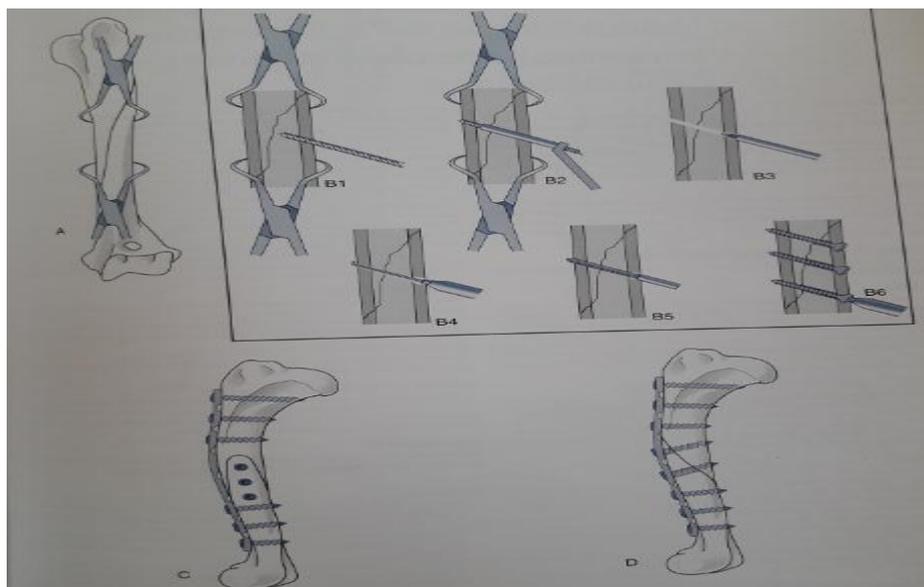


Figure N°51 : Des plaques vissées de neutralisation (JOHNSON et DUNNING, 2006).

I-4-3-3-4-2. Les différents types des plaques :

I-4-3-3-4-2-1. Les maxi plaques :

Il s'agit des principales plaques utilisées en médecine vétérinaire. Elles sont directement dérivées du matériel mis au point pour les os longs par l'AO/ASIF (schweizersche Arbeitsgeme inschaftfür Osteosynthesefragen / Swiss Association for the Study of Internal Fixation), Épaisses d'au moins 2 mm, elles sont mises en place sur le bord basilaire et nécessitent des vis de 2.7 mm voire de 3.5, à ancrage bi cortical.

Il existe principalement deux types de maxi-plaques :

A) Les plaques de reconstruction :

Les plaques de reconstruction sont épaisses (2,7 à 3,2 mm). Cependant, leur configuration leur perm et d'être facilement modelées dans les différents plans de l'espace, notamment, elles peuvent être modelées sur leur champ. Ces plaques peuvent être sectionnées de manière à ne conserver que trois vis de part et d'autre du trait de fracture voire quatre lors de perte de substance (EGGER, 1993).

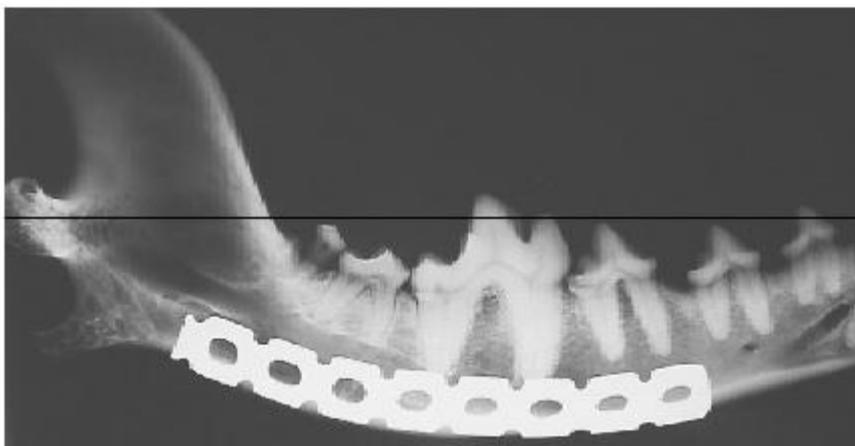


Figure N°52 : Plaque de reconstruction en position ventrale sur une mandibule de chien (HENNET, 1993).

B) Les plaques à compression dynamique interfragmentaire :

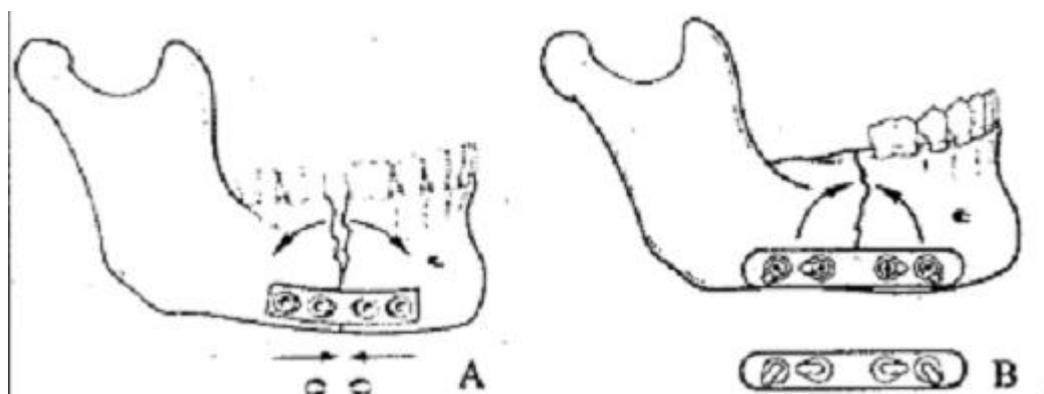
La configuration des trous des plaques à compression dynamique interfragmentaire permet d'obtenir une compression des abouts osseux et ainsi une cicatrisation par l'intermédiaire d'une cal primaire (GREENBERG, 1993). On en distingue trois :

1. DCP (Dynamic Compression Plate) :

Première plaque de compression mise au point, elle peut être utilisée en association avec un cerclage interdentaire. Il s'agit de la principale plaque à compression Dynamic que utilisée chez l'animal, pour traiter les fractures du squelette (GOLA et CHEYNET, 1994).

2. EDCP (Eccentric Dynamic Compression Plate) :

Construite selon le même principe. Son épaisseur est de 2 mm. L'orientation des deux trous extérieurs permet d'obtenir une compression (GOLA et CHEYNET, 1994).



A - DCP, compression simple, écartement sur la face de tension ; B - EDCP, compression sur le bord opposé à celui sur lequel est posée la plaque D'après (GOLA et CHEYNET, 1994).

Figure N° 53: Plaques de compression dynamique.

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

3. LC-EDCP (Limited Contact Dynamic Compression Plate) :

Développée pour pallier l'ostéoporose qui peut survenir sous les plaques classiques présentant sur une grande surface un contact étroit avec la corticale. Réalisée en titane, son épaisseur est réduite (1,65 mm). Les vis utilisées sont autotaraudeuses, de diamètre 2,4 mm. Elles peuvent être implantées avec une angulation de 40° dans toutes les directions. La compression ainsi obtenue est bidirectionnelle.

I-4-3-3-4-2-2. Les mini-plaques :

D'épaisseur réduite (environ 1 mm) optimale pour un volume minimal. Malléables à la main, elles sont utilisées à la mâchoire. Elles sont droites, courbes ou adoptent des formes multiples T, Y, X, L, H... De nombreux systèmes d'ostéosynthèse.

A) Les mini-plaques AO :

Développées par l'Association pour l'Ostéosynthèse, ces plaques sont commercialisées en titane ou en acier inoxydable. Il existe des plaques droites permettant une compression et des plaques en L (CHEYNET, 1994).

B) Les plaques de Champy et leurs dérivées :

Les plaques sont miniaturisées, plus minces et plus étroites que celles existant déjà sur le marché. Leur malléabilité est suffisante pour que le modelage soit aisé sans toutefois leur faire perdre de la solidité. Elles étaient constituées, à l'origine, d'un alliage de chrome, nickel et molybdène, aujourd'hui, elles sont en titane T40. Leur épaisseur a alors pu être diminuée : 2.0 mm d'épaisseur pour les plaques commercialisées par Würzburg (Freiburg, Germany), 0.9 mm pour les plaques de Martin (Tuttlingen, Germany). Les vis employées sont cylindriques, autotaraudeuses.

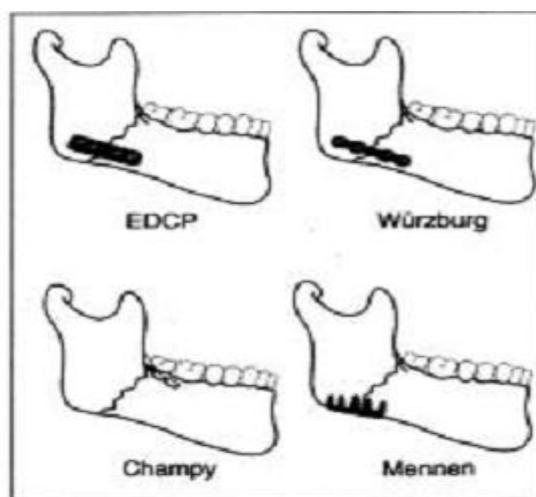
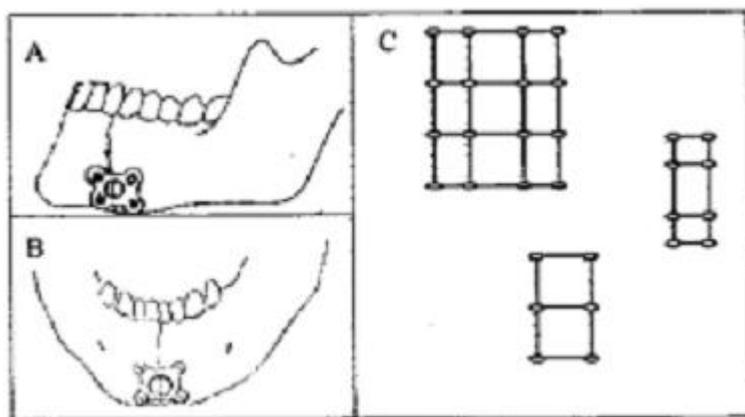


Figure N°54 : Exemples de différents types de plaques utilisées chez l'homme lors de fracture de l'angle de la mandibule (SHETTY *et al.*, 1995).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-3-3-4-2-3. Les plaques tridimensionnelles :

Il s'agit de plaques carrées ou rectangulaires comportant 2x2, 3x2, 4x2, 4x4 ou 6x4 trous (cf. figure. Leur épaisseur varie de 0.5 à 1 mm. Elles sont malléables et peuvent être prédécoupées permettant ainsi tous les arrangements géométriques possibles. Les vis sont autotaraudeuses à appui monocortical, de diamètre 1 à 2 mm. La résistance aux contraintes de torsion de ces plaques est importante ce qui leur confère une plus grande efficacité que les plaques de Champy lors de fractures symphysaires **FARMAND et DUPOIRIEUX et al., (1992) ; GOLA et al., (1996) ; HUCKEL (1996) ; LAMBOTTE (1913).**



A et B - technique de Lambotte mise au point en 1913, C - plaque de Farmant actuelles.
Figure N°55 : Schéma de plaques tridimensionnelles (GOLA et al., 1996).

I-4-3-3-4-2-4. Plaque de compression :

Quand on applique le principe du haubanage, il est essentiel de fixer la plaque sur le côté de l'os qui est le plus fréquemment soumis à des forces de traction ou d'écartement. Cet effet de haubanage peut être réalisé en utilisant une plaque normale et un tendeur de plaque, une plaque à compression dynamique (DCP) ; Une compression axiale est ainsi obtenue au niveau du trait de fracture.

I-4-3-3-4-2-5. Plaque de neutralisation :

La plaque est fixée sur la face de l'os sous tension pour neutraliser ou surmonter les forces (de torsion, de flexion, de compression ou d'écartement), auxquelles l'os fracturé peut être soumis pendant le processus de réparation. La principale compression inter fragmentaire est assurée par les vis de compression ou par les cerclages et demi-cerclages.
(site8 :(<http://membres.multimania.fr>)).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-3-3-4-2-6. Plaques de soutien :

La plaque est utilisée pour soutenir un fragment osseux et maintenir ainsi une longueur et une orientation fonctionnelle convenables. Elle peut aussi être prise en considération pour soutenir ou franchir le foyer de fracture et maintenir la longueur de l'os (BRINKER *et al.*, 1990).

I-4-3-3-4-2-7. Gouttières :

A) Les gouttières AO :

Il s'agit d'une gouttière à compression axiale, mise au point par Luhr en 1968. Elle présente deux trous excentriques permettant la mise en compression.

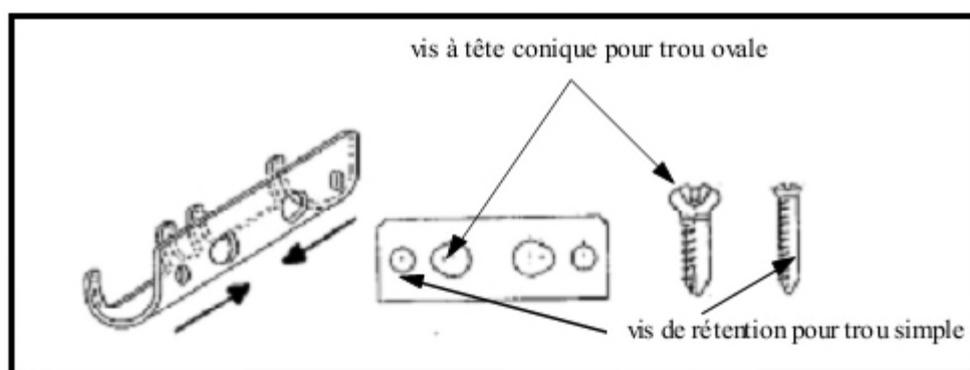


Figure N°56: Gouttière à compression axiale. D'après (HUCKEL, 1996).

B) Les plaques de Mennen:

Utilisée avec succès dès 1979 pour la synthèse des os longs, notamment lors d'ostéoporose, CMW Laboratoires, Exeter, UK. (Figure).

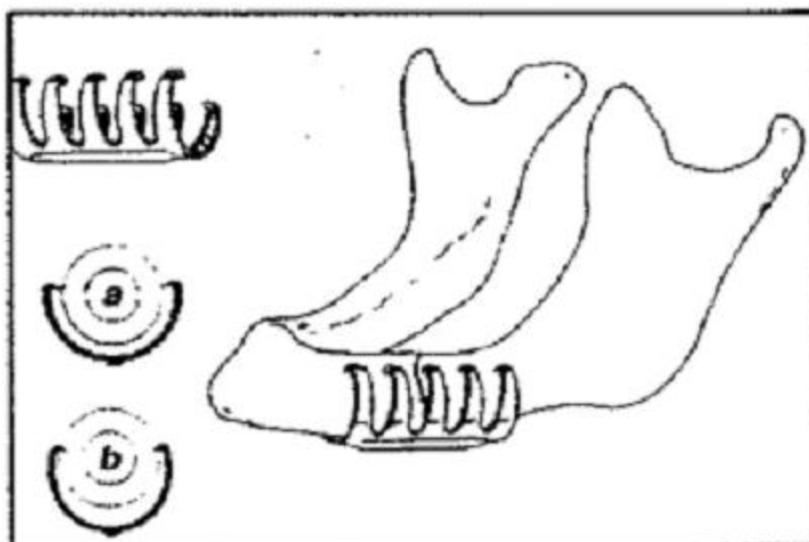


Figure N°57 : Plaque de Mennen, présentée sur une mandibule humaine édentée. D'après (MAUNG AUNG *et al.*, 1990).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-5. Immobilisation complémentaire :

Quand le clou intra médullaire n'assure pas à lui seul une immobilisation assez rigide ce qui est généralement le cas, le recours à une immobilisation complémentaire est indiqué pour prévenir une rotation ou un raccourcissement. Ces méthodes de fixation complémentaires comprennent:

- Le cerclage ou le demi-cerclage de fil métallique.
- Les fixateurs de Kirchner.
- L'utilisation de deux clous ou plus, que l'on appelle habituellement enclouage fasciculé.
- L'utilisation d'un fil métallique réunissant les abouts et le clou au niveau du foyer de fracture (**BRINKER et al., 1994**).

I-4-6-1. Vis osseuses :

Les vis osseuses sont de deux types : vis à os spongieux et vis à corticale. Les premières sont utilisées pour comprimer les fragments de l'os épiphysaire et métaphysaire. Ces vis peuvent être filetées complètement ou partiellement, leur filetage est très profond et relativement grand. Les vis à corticale s'utilisent principalement dans l'os diaphysaire.

I-4-6-2. Indications des vis et plaques vissées :

Les Indications ne présentent pas de limite. L'ostéosynthèse par vis et plaques peut être effectuée pour tous les types de fracture des os longs et plats (face, scapula et bassin) et du squelette axial (vertèbres). (**Site5 : (<https://www.vetup.com>)**).

I-4-6-2-1. Fractures articulaires :

C'est l'indication absolue, en raison de la réduction anatomique obligatoire, la stabilisation ne peut être parfaitement obtenue qu'après une réduction anatomique et une compression inter-fragmentaire. (**Site5 : (<https://www.vetup.com>)**).

I-4-6-2-2. Pseudarthroses :

Les plaques permettent une compression du foyer et une très bonne stabilité nécessaire à la guérison de la pseudarthrose. Dans ce cas, elle est souvent associée à une greffe d'os spongieux. (**Site5 : (<https://www.vetup.com>)**).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-6-2-3. Ostectomies correctrices : triple ostéotomie pelvienne, ostéotomie de varisation du fémur...

I-4-6-2-4. Les fractures chez l'animal poly-fracturé :

L'ostéosynthèse par plaque permet un appui précoce lors de fractures de plusieurs membres. Le décubitus prolongé est ainsi évité. (Site5 : (<https://www.vetup.com>))

I-4-6-3. Contre-indications des vis et plaques vissées : (Site5) (<https://www.vetup.com>).

I-4-6-3-1. Relatives :

- Mauvais état général de l'animal, œdème trop important, plaies infectées.
- les considérations financières. Cette technique d'ostéosynthèse est plus onéreuse que l'enclouage centromédullaire simple. Cependant, la récupération est précoce, il n'y a peu ou pas de pansement et de soins postopératoires par rapport aux enclouages centromédullaires et aux fixateurs externes.

I-4-6-3-2. Absolues :

- Les pontages des plaques de croissances par vissage ou pose de plaque ne doivent pas être réalisés.
- Les fractures ouvertes non traitées médicamenteusement ne peuvent être ostéosynthèses par plaque.

I-4-7. Haubanage :

L'application d'une force compressive axiale sur une diaphyse osseuse induit une augmentation uniforme des contraintes axiales en compression. La fonction du hauban est de modifier le rapport de ces contraintes en éliminant celles qui s'exercent en traction et en diminuant celles qui agissent en compression (**CRUSEL, 1986**).

Le haubanage est indiqué dans les cas suivants :

- Pour le membre postérieur : les fractures du grand trochanter, de la rotule, de la tubérosité tibiale, de la malléole médiale du tibia, du calcanéum et des luxations intertarsiennes;
- Pour le membre antérieur : les fractures de l'acromion, du processus coracoïde, du trochin huméral et de l'olécrane (**CAMENSULIN, 1994**).

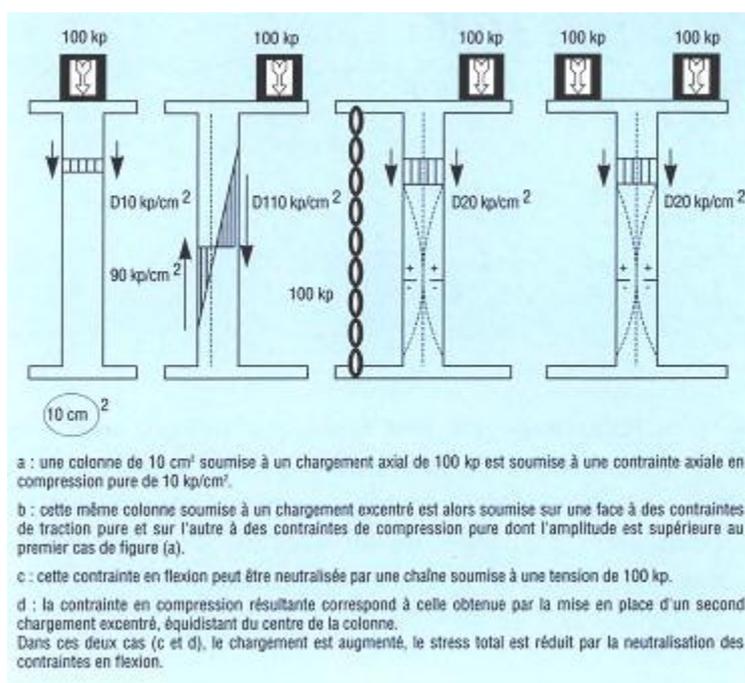


Figure N°58: Illustration du principe de hauban d'après PAUWELS (MANUEL VET, 2009).

I-4-8. Cerclage et demi-cerclage :

Il s'agit de l'enserrement complet ou incomplet de la circonférence d'un os par un fil métallique. Dans aucun type de fracture le cerclage ou le demi-cerclage ne sont utilisés comme seule méthode d'immobilisation (BRINKER *et al.*, 1990).



Figure N°59 : Cerclage d'un fémur (JOHNSON et DUNNING, 2006).

Les cerclages sont utilisés dans les situations suivantes :

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

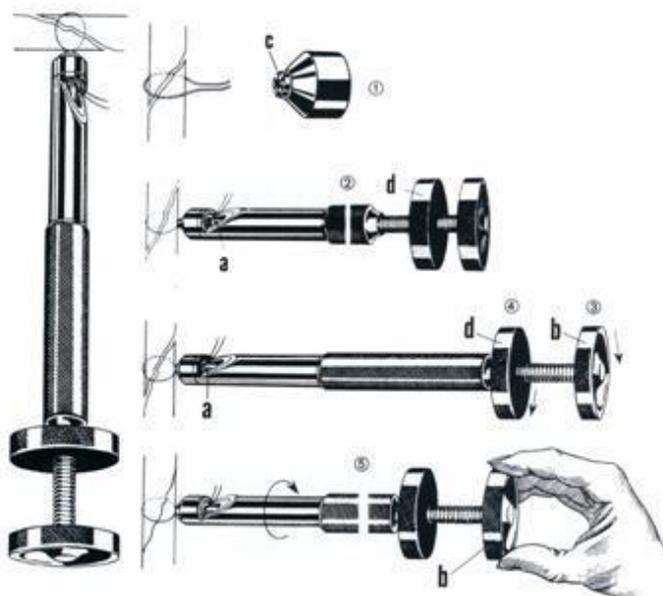
I-4-8-1. Stabilisation des fêlures : lors de la réduction de fractures ou de mise en place d'un enclouage.

I-4-8-2. Fractures obliques ou spiroïdes : l'effet de compression est d'autant meilleur que la fracture est oblique, l'idéal étant un trait de Fracture double du diamètre de l'os ; un cerclage appliqué sur une fracture oblique courte accentue au contraire les forces de cisaillement.

I-4-8-3. Fractures comminutives : susceptibles d'être reconstruites. Les hémi cerclages sont indiqués dans les fractures transversales ou obliques courtes, ils empêchent la rotation des bouts. Ces sutures osseuses présentent un certain nombre d'avantages.

- Stabilité de la fixation (pas de glissement).
- Respect des éléments nobles peri-osseux.
- Possibilité de prendre appui sur un clou centromédullaire (**DUHAUTOIS et LEGARD, 1992**).

Les cerclages sont souvent utilisés en complément d'un enclouage centro-médullaire. Pour plus de facilité et de sécurité dans le serrage, Ils peuvent être posés avec un cerclieur de Loutre (**Site5 : (<https://www.vetup.com>)**).



FigureN°60:Cerclieur de Loutre (**Site5:** <https://www.vetup.com>).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-8-8. Notice d'utilisation du cercleur de Loute : (Site5 : (<https://www.vetup.com>)).

- Placer le fil autour de l'os et incliner légèrement les extrémités du fil.
- La goupille "a" et le disque de serrage "d" étant dévissés, on introduit dans l'orifice "c" les extrémités du fil et, tout en les maintenant, on pousse l'instrument jusqu'au ras de l'os.
- Fixation des extrémités du fil avec la goupille "a" en tournant le disque "b".

Serrage du nœud à l'aide du disque "d".

Pour le serrage, faire tourner l'instrument à l'aide du disque "b" pour former une spirale, jusqu'à ce que le fil casse. Pendant cette opération, ne pas incliner l'appareil.

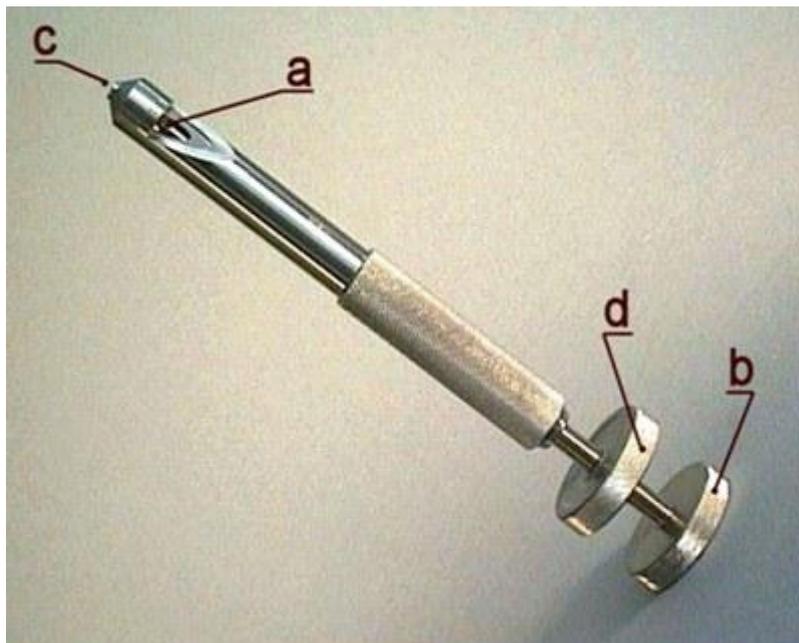


Figure N°61 : Cercleur de Loute (Site5) : <https://www.vetup.com>).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

I-4-9-1. Suture métallique interfragmentaire :

Ces techniques sont principalement utilisées pour éviter la rotation de fractures transverses ou obliques courtes maintenir en place des fragments osseux et stabiliser les fissures ou traits de refend, comme le terme de suture interfragmentaire l'implique, le fil métallique n'enserme pas l'os, mais passer sur têt au travers de celui-ci pour l'entourer partiellement. C'est le mode de fixation.

Interne le moins sur et le moins constant et il ne faut pas se reposer sur cette suture lorsqu'on recherche une stabilisation de longue durée si elle doit être soumise à d'importantes forces dynamiques. La suture métallique interfragmentaire doit être réservée aux chiens de petite taille, aux chats ou aux animaux " ayant pas fini leur croissance, chez lesquels on s'attend à la formation.

Précoce d'une cal abondant, les fils interfragmentaires sont difficiles à serrer à cause de leur courbure importante liée à leur mise sa place dans l'os. Si le trait de fracture peut recevoir des cerclages, il faudra toujours les préférer aux sutures interfragmentaires car ils engendrent une meilleure stabilité.

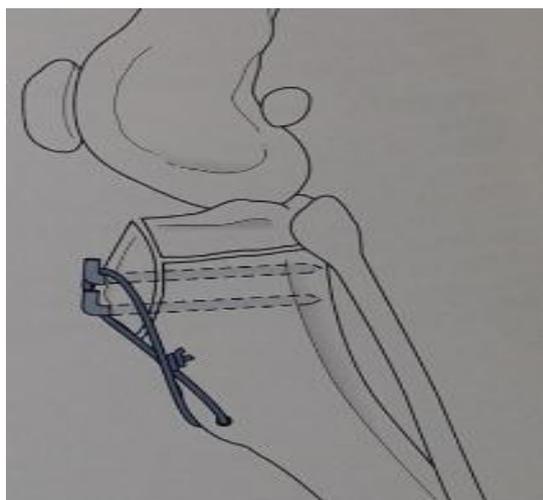


Figure N° 62: Suture métallique (JOHNSON et DUNNING, 2006).

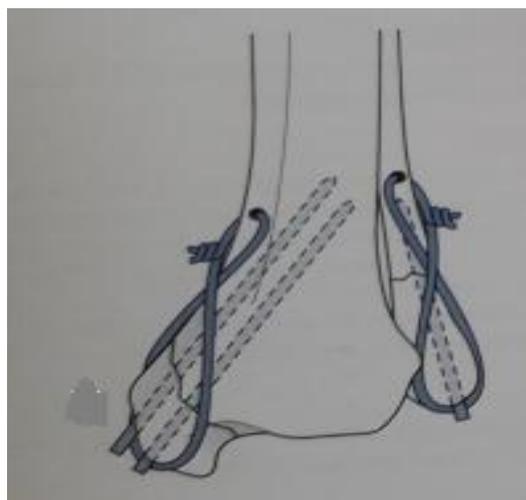


Figure N°63 : Suture métallique (JOHNSON et DUNNING, 2006).

I-4-10-2. Retrait du matériel d'ostéosynthèse :

Le retrait du matériel d'ostéosynthèse nécessite une intervention chirurgicale pratiquée sous anesthésie locale ou générale selon le cas. Elle peut être réalisée soit en ambulatoire, soit nécessiter une courte hospitalisation (en effet, puisque la fracture est consolidée, la récupération sera très rapide).

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

Ce type d'intervention représente environ 6 % de l'ensemble des opérations réalisées par les services de chirurgie orthopédique. Elles sont donc relativement courantes et bien maîtrisées.

Néanmoins, comme toute opération, elles présentent quelques risques (infection, paralysie, etc.) et peut s'accompagner d'une complication spécifique à cette intervention : une fracture en cours d'intervention. Principal risque est la récurrence avec une nouvelle fracture dans les semaines qui suivent si l'os n'était pas suffisamment consolidé.

I-4-10-3. Temps idéal de garder un implant d'ostéosynthèse :

L'implant d'ostéosynthèse est nécessaire de quelques semaines pour les broches à généralement dix-huit mois jusqu'à la consolidation totale pour une plaque-vissée ou un clou. La décision du chirurgien orthopédiste de l'enlever ou de le garder toute la vie doit être adaptée au cas de chaque patient. (Site01 : (<http://www.sofcot.fr>)).

- Chez les petits (en cours de croissance !), une fois que la consolidation de l'os est réalisée, la décision l'ablation est systématique à l'exception des implants du rachis. (Site01 : (<http://www.sofcot.fr>)).
- Chez l'adulte, une fois que la consolidation de l'os est réalisée, c'est-à-dire après des délais respectés, la décision d'ablation est systématique pour les broches d'autant que, délibérément, elles sortent de la peau ou qu'elles sont saillantes sous la peau au coude ou à la rotule. (Site01 : (<http://www.sofcot.fr>)).

Pour les autres cas, de nombreux paramètres rentrent en ligne de compte pour décider ou non de retirer l'implant d'ostéosynthèse (Site01 : (<http://www.sofcot.fr>)). La décision peut être prise :

- Devant une douleur ou une gêne éventuelle du patient, chez qui une vis, une plaque, un clou sont gênants sous les muscles ou les tendons, d'autant qu'ils sont proches d'une articulation.
- De principe, face à une plaque ou un clou qui prennent les contraintes physiques à la place de l'os, os qui à la longue finit par s'atrophier au risque d'entraîner une nouvelle fracture.
- De principe, face à une plaque près d'une articulation ou un clou à l'intérieur de l'os car ils constitueront un obstacle parfois in-enlevable pour mettre en place des années plus tard une éventuelle prothèse de hanche ou de genou.

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

- Exceptionnellement, pour une allergie au métal, mais plus souvent pour une infection au contact de l'implant, un implant démonté ou un implant rompu car la fracture qu'il maintenait n'a pas consolidé.
- En revanche la décision ne peut être prise lorsque la fracture était due à un os trop fragile (généralement dû à l'ostéoporose), ou lorsque l'état de santé du patient est trop précaire.

I-4-10-4. Les risques de l'ablation des implants d'ostéosynthèse :

Le chirurgien orthopédiste informe systématiquement le patient du rapport bénéfices potentiels / risques pour décider avec lui de la meilleure décision à prendre et l'informe des précautions post-opératoires à suivre (marche provisoire avec des béquilles, délais de reprise d'une activité sportive...). Outre les risques inhérents à toute intervention chirurgicale (infection, paralysie nerveuse, risques anesthésiques), l'ablation de matériel d'ostéosynthèse peut exceptionnellement s'accompagner d'une fracture en cours d'intervention, mais surtout il existe un risque de ré-fracture dans les semaines qui suivent si la fracture n'était pas suffisamment consolidée ou si les efforts appliqués sur l'os précocement après l'ablation sont trop importants (Site01 : (<http://www.sofcot.fr>)).

I-4-10-5. Le taux de réussite du traitement :

Il est possible de stabiliser des fractures avec différentes méthodes d'ostéosynthèse jusqu'à ce que les os soient entièrement consolidés. De manière générale, ce procédé permet une excellente guérison des fractures. (Site 7 : (<https://www.hirslanden.ch>)).

I-4-10-6. Après l'intervention chirurgicale?

Après l'intervention, le patient est en phase de réveil et placé sous surveillance. On commence très tôt avec les exercices de physiothérapie afin d'empêcher une raideur des articulations et pour éviter la fonte musculaire autant que possible. (Site 7 : (<https://www.hirslanden.ch>)).

La durée nécessaire pour que l'os soit totalement consolidé et puisse être de nouveau entièrement sollicité dépend de la technique d'ostéosynthèse utilisée et du processus de guérison. La durée de guérison après une fracture est d'au moins 6 semaines, mais peut durer plusieurs mois. Une sollicitation et une mobilisation partielle à l'aide de béquilles ou d'appuis est généralement possible avant. (Site 7 : (<https://www.hirslanden.ch>)).

Différents facteurs déterminent si le matériel d'ostéosynthèse doit être retiré une fois la fracture entièrement résorbée. Le matériel habituellement utilisé (titane) peut en principe

Chapitre N 4 : Le matériel d'ostéosynthèse

rester dans l'organisme toute la vie. Sauf raison impérieuse, les vis et les plaques ne sont aujourd'hui généralement pas retirées . (site 7: (<https://www.hirslanden.ch>).

PARTIE EXPERIMENTALE II

La partie expérimentale II

II-1-1. Démarche générale de l'examen orthopédique :

L'examen orthopédique des animaux présenté de notre clinique chirurgicale spéciale (d'orthopédie) est composé de plusieurs étapes. Avant tout, on a recueilli précisément les commémoratifs et l'anamnèse concernant de ces animaux et l'objet de la consultation spécialisée. Puis l'examen à proprement parler débute, avec en premier lieu un examen clinique général, suivi d'un examen à distance et enfin un examen rapproché.

II-1-2. Présentation des cas reçus en clinique :

Il s'agit de trois cas composé de deux chiens et une lapine reçu en clinique de chirurgie orthopédique pour un motif de boiterie et fracture mandibulaire.

Tableau N°01 : les différents cas de fracture.

| Note | Race | Espèce | Date |
|-------|----------|--------|------------|
| Cas 1 | Lévrier | Canine | 22/11/2019 |
| Cas 2 | Papillon | Lapine | 03/03/2019 |
| Cas 3 | Local | Canine | 26/05/2019 |

II-1-3. Examen rapproché :

L'examen orthopédique se fait de façon systématique et toujours dans le même sens (proximal vers distal ou l'inverse) pour ne rien oublier, pour être rigoureux dans la démarche et ainsi avoir une interprétation correcte et non erronée de l'examen clinique.

Dans l'ordre, nous effectuons la palpation, puis la palpation-pressure et enfin la mobilisation de l'ensemble de l'organe atteint.

Souvent, l'animal est debout lors de la palpation et couché en décubitus latéral, lors de la mobilisation. La palpation ou la manipulation se font toujours dans le même sens sans oublier segment. On commence par les organes non atteints pour finir par l'endroit fracturé. Nous avons ensuite évalué l'état de l'appareil locomoteur :

1. Attitude debout de l'animal
2. Etat de sa démarche ;
3. Palpation et mobilisation de chaque membre séparément.

Pour la fracture mandibulaire on a utilisé le cliché radiographique pour diagnostiquer le cas

La partie expérimentale II

4. Palpation et mobilisation du membre atteint afin de chercher toute sensation de douleur, réaction inflammatoire, lésion, et crépitation, ainsi qu'une vérification de l'intégrité du tissu osseux ;

Pour la fracture mandibulaire on a utilisé le cliché radiographique pour diagnostiquer le cas.

II-1-4. L'examen complémentaire :

Un examen complémentaire (la radiographie) est indispensable afin de déterminer essentiellement le type et la localisation exacte de la fracture, les clichés sont assurés par un centre d'imagerie privé dans la wilaya de Tiaret.

Nous avons en dernier lieu évalué les résultats de ces examens ce qui nous a permis d'établir un diagnostic de suspicion et d'évaluer le degré de gravité de l'état, et en phase finale nous avons établi une démarche thérapeutique et chirurgicale selon le cas en deux étapes :

- Un traitement médical général visant à soutenir l'état général, et soulager la douleur.
- Un traitement orthopédique spécifique de la fracture selon sa localisation et son type.
- Les cas étaient tous hospitalisés pendant 48 en clinique de chirurgie orthopédique pour assurer leur surveillance et de leur apporter le soin médical complémentaire (vitaminothérapie, antibiothérapie, corticothérapie, la gestion de plaie et perfusion d'entretien de sérum glucosé).



Lévrier

Figure N°01 :

Fracture médiodiaphysaire au niveau de fémur gauche, complète, complexe et déplacée par chevauchement.



Race locale

Figure N°02 :

Fracture mandibulaire, complète, complexe, déplacée par écartement à foyer ouvert.

II-1-5. Le matériel chirurgical et orthopédique :

L'accès à l'os à travers les différents tissus été réalisé par un matériel de chirurgie générale et par un matériel orthopédique stipulé dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°02 : Le matériel orthopédique.

| Matériel chirurgical et orthopédique | Autres matériels |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| -Table et tenues chirurgicales ; | -Appareil de radiologie numérique ; |
| -Champs opératoires ; | -Potence ; |
| - Pincés à champ ; | -Cathéter ; |
| -Ciseaux de Mayo courbe et droit ; | -Méloxicom (metcalm) ; |
| -Lame bistouri N°23 ; | -Polyvidine iodée 10% (BETADINE ®) ; |
| - Pincés hémostatiques. | -Cicatrisant en spray ; |
| - Compresses stériles ; | -Sérum salé ; |
| -Sonde cannelé à spatule ; | -L'eau oxygénée ; |
| - Broches de Kushner ; | -Sérum glucosé ; |
| - Mandrin Jacobson ; | -Acépromazine |
| -Coupe broches ; | -Xylazine ; |
| -Les écarteurs ; | -Penistreptomycin; |
| - Pincés de préhension ; | -Peniciline G ; |
| -Pince porte aiguille ; | -Kétamine 10% ; |

La partie expérimentale II

| | |
|--|---------------------------|
| -Fils de suture ; -Fil métallique ; -Champ opératoire. | -Butamorphine (tamgézic). |
|--|---------------------------|

II-1-6. Protocole anesthésique :

Tableau N°03 : Le protocole anesthésique.

| | Lapine | Lévrier | Chien local |
|------------------------------------|--|--|--|
| Prémédication | Acépromazine 0,75 mg/Kg (IM) Xylazine à raison de 2.5 mg/kg (s/c) Pénicilline G à raison de 84.000 IU/kg | Acépromazine 0.5mg/kg Xylazine à raison de 1-3 mg/kg(s/c) Penistreptomycin 1 ml /25kg | Acépromazine 0.5mg/kg Xylazine à raison de 1-3 mg/kg(s/c) Penistreptomycin 1 ml /25kg |
| Induction | Kétamine 10% à raison de 50 mg/kg) | Kétamine 10% à raison de 15 mg/kg | Kétamine 10% à raison de 15 mg/kg |
| Maintien | Kétamine 10% | Kétamine 10% | Kétamine 10% |
| Analgésie préopératoire | Buprénorphine à raison de 0,05 mg/kg (Tamgézic) Méloxicam (metcalm) à raison de 0.2mg/kg en s/c | Buprénorphine (Tamgézic) 10-20 µg/kg Méloxicam (metcalm) à raison de 0.1mg/kg en s/c. | Buprénorphine (Tamgézic) 10-20 µg/kg Méloxicam (metcalm) à raison de 0.1mg/kg en s/c. |

II-2-1. Protocole opératoire :

II-2-1-1. Préparation de l'animal, du chirurgien et du champ opératoire :

Préparation aseptique chez ces animaux, bénéficier d'une asepsie rigoureuse. La zone opératoire doit être tondu, nettoyée et désinfectée soigneusement avant incision. La salle opératoire doit être une salle réservée à la chirurgie, nettoyée et désinfectée régulièrement. Le matériel chirurgical utilisé est du matériel stérile. La préparation du chirurgien suit une procédure classique pour une chirurgie osseuse : nettoyage des mains à l'aide d'un savon

La partie expérimentale II

désinfectant pendant 5 minutes, port d'une blouse et de gants stériles, port d'un masque et d'une charlotte couvrant les cheveux. Une antibioprofylaxie par voie intraveineuse est recommandée toutes les 90 minutes pendant l'intervention chirurgicale.

II-2-1-2. Le premier cas : la fracture tibiale chez la lapine :

II-2-1-2-1.Traitement :

Une intervention chirurgicale a foyer ouvert par l'enclouage centromédullaire, suture métallique et cerclage.

II -2-1-2-2.Le matériel utilisé :

- Broche de Kushner 1.1mm de diamètre ;
- Fils métallique 0.4 mm de diamètre ;
- Fils de suture de diamètre (0);
- Antibiotique (Penistreptomycin);
- Anti-inflammatoire (Méloxicam « metcalm ») ;
- Sérum salée ;
- Compresse stériles.

II-2-1-2-3.La préparation :

Sous l'anesthésie générale on place la lapine en décubitus latéral (figure N°03) et on recouvre le membre suspendu de champ stérile (figureN°04) pour permettre une amplitude de manipulation maximale en cours de chirurgie.

II-2-1-2-4.Le geste chirurgical :

Le lapin est placé en décubitus latéral on a fait repérer le trajet des vaisseaux (artère saphène et veine saphène médiale) et du nerf saphène (figure N°03) afin de ne pas les léser puis on fais une incision cutanée s'étend de la crête tibiale à la malléole médiale du tibia distalement on sélectionne la fascia jambier Après avoir incisé le fascia jambier, on identifie crânialement le muscle tibial crânial qui débord de la face latérale et caudalement le muscle

La partie expérimentale II

fléchisseur médial des orteils. La diaphyse tibiale est alors visible sur toute sa longueur en face médiale.



Figure N°03 : Animal en décubitus latéral.



Figure N°04 : Voie d'abord (désinfection et mise en place du champ opératoire).

II-2-1.2-5. Ostéosynthèse (L'enclouage centromédullaire + suture métallique + cerclage) :

On fore un trou dans le tibia dans le fragment proximal et un autre trou dans la partie distale de la fracture (figure N°05 et N°06) et on passe la ligature métallique à travers ces trous et au tour de broche puis tendre la ligature métallique après l'insertion de la broche.



Figure N°05: Alignement des deux abouts de la diaphyse tibiale.



Figure N°06: Réalisation d'une suture métallique.

On insère la broche intramandulaire depuis un point situé sur le plateau tibial proximo-médial (figure N°05 et N°06) en utilisant la technique de foyer ouvert non invasive pour

La partie expérimentale II

exposé le fragment osseux proximal on réduit cette fracture par angulation et en faisant levier pour replacer les fragments dans leur position anatomique.



Figure N°07 : Mise en place de l'ECMS.

Figure N°08 : L'enfoncement du clou.

On utilise le fil métallique pour réaliser un cerclage et une suture métallique afin de stabiliser le foyer fracturaire (figure N°10).

A la fin la suture musculaire par un surjet simple à l'aide de fil résorbable (figure N°09) et la peau par des points simple en utilisant un fil non résorbable tout en instillant la plaie par du sérum salé, on applique de la Bétadine et un pansement stérile.



Figure N°09 : Cerclage.

Figure N°10 : Cliché PO.

La partie expérimentale II

II-2-1-3. Le deuxième cas : la fracture mandibulaire chez le chien local :

II-2-1-3-1. Traitement :

Une intervention chirurgicale à foyer ouvert, ostéosynthèse (suture métallique + Broche).

II-2-1-3-2. Le matériel utilisé :

- Deux broches de Kushner ;
- File métallique ;
- Fille de la suture ;
- Antibiotique (Peniciline G) ;
- Anti-inflammatoire (Méloxicam « metcalm ») ;
- Sérum glucosé pour la réanimation du chien ;
- Sérum salé ;
- Compresse stérile ;
- L'eau oxygénée ;

II-2-1-3-3. La préparation :

La préparation de l'animal se fait par l'emplacement du cathéter pour la réanimation de l'animal et l'injection de l'antibiotique et un corticoïde, puis, sous l'anesthésie général on rince la cavité buccale par un sérum salé, on place l'animal en décubitus latéral sur la table de chirurgie on recouvre la mandibule par un champ stérile pour permettre une amplitude de manipulation maximale en cour de chirurgie.

II-2-1-3-4. Le geste chirurgicale :

On incise le tissu sous cutané directement sur la mandibule fracturé pour élargir la plaie et exposer les fragments osseux on maintient la réduction manuelle.

La partie expérimentale II

II-2-1-3-5.Ostéosynthèse (Broche+ suture métallique):

On fore un trou sur la face latérale du segment mandibulaire crânial (figure N°11) et un autre trou similaire dans le segment caudal (figure N°12) on enfile le fil métallique dans chaque paire de trous en commençant et en finissant par la face latérale de la mandibule on serre le file puis on coupe l'excédent et recourbe la torsade.



Figure N°11:Mise en place des broches.



Figure N°12 : Ostéosynthèse + alignement des fragments mandibulaires.

On insère une broche dans segment crânial du l'os mandibulaire fracturé jusqu'à l'autre os mandibulaire et la même chose pour le segment caudal a titre de fixer la fracture (figure N°13).



Figure N° 13:Fixation de la mandibule.

La partie expérimentale II

La plaie de la symphyse mandibulaire a été suturée par un fil résorbable 0/2 et celle des os fracturés par des points simples, la racine de la canine gauche a été retirée et suturée par des points simples avec un fil résorbable.

On termine le geste chirurgical en instillant la plaie par du sérum salé, on applique de Bétadine et pansement stérile.

II-2-1-4. Le troisième cas : la fracture fémorale chez le lévrier :

II-2-1-4-1. Traitement :

Une intervention chirurgicale a foyer ouvert par suture métallique, l'enclouage centromédullaire et le cerclage.

II-2-1-4-2. Le matériel utilisé :

- _ Broche de kuschner ;
- _ File métallique ;
- _ Fille de la suture ;
- _ Antibiotique (Peniciline G) ;
- _ Anti-inflammatoire (Méloxicam « metcalm ») ;
- _ Sérum glucosé pour la réanimation du chien ;
- _ Sérum salé ;
- _ Compresse stérile.

II-2-1-4-3. La préparation :

Sous l'anesthésie générale on place le lévrier en décubitus latéral et on recouvre le membre suspendu de champ stérile pour permettre une amplitude de manipulation maximale en cours de chirurgie.

La partie expérimentale II

II-2-1-4-4. Le geste chirurgical :

.On incise la peau et le tissu sous cutané sur la face latérale de la cuisse, depuis le grand trochanter jusqu'aux condyles fémoraux, on incise le muscle tenseurs du fascia lata le long du bord crânial du biceps fémoral pour exposer les muscles vaste latéral et biceps. On récline ces muscles pour exposer le fémur.

II-2-1-4-5. Ostéosynthèse (L'enclouage centromédullaire + suture métallique+ cerclage) :

On fore un trou dans le fémur au niveau du fragment proximal et un autre trou dans le 3^{ème} fragment et on passe la ligature métallique à travers ces trous. (Figure N°12).

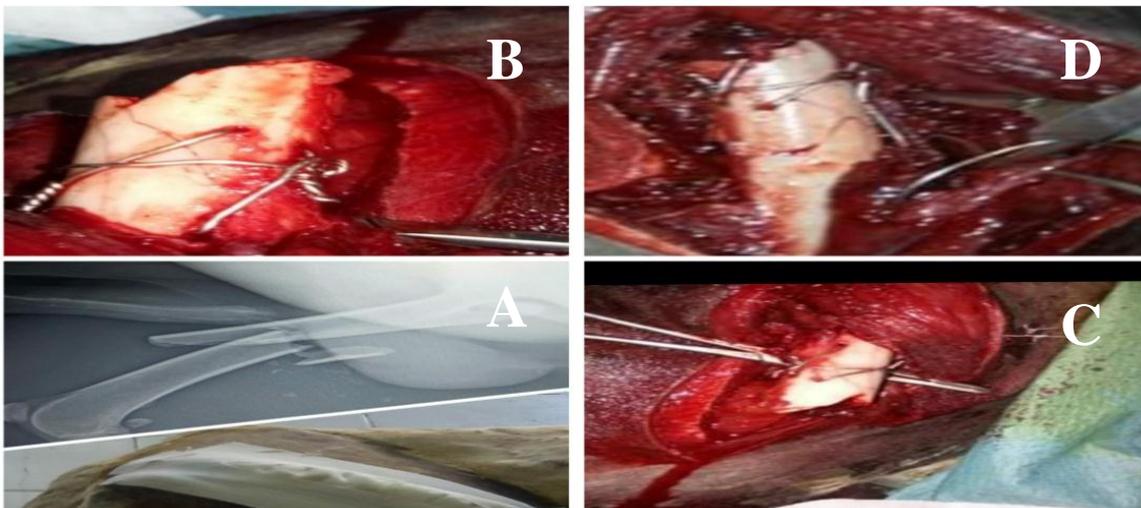


Figure N°14 : A: cliché PRE OP B-C: Cerclage+ suture métallique D: Alignement et mise en place de tout le matériel d'ostéosynthèse.

On insère la broche dans le fémur proximal en contrôlant l'alignement angulaire et rotationnel au cours de réaligement manuel de cette fracture comminutive et on met la hanche en extension et le membre en adduction en évitant de léser le nerf sciatique (figure N°14.D).

On utilise le fil de cerclage afin de stabiliser la fracture (figure N°14.B-D).



Figure N° 15:Nettoyage + suture.

Quand on termine l'acte chirurgical on procède à la suture de plant musculaire par un surjet simple à l'aide file résorbable et la peau par des points simple en utilisant un fil non résorbable tout en rinçant la plaie par un sérum salé et à la fin on applique de Bétadine et pansement stérile (Figure N° 15).

II-2-2.Conclusion :

Dans les trois cas étudié de notre partie expérimentale, on conclut que les considérations anatomiques sont très importantes dans la chirurgie orthopédique et pour avoir une réduction anatomique et une stabilisation solide de la fracture, le bon choix du matériel d'ostéosynthèse nous permet une récupération fonctionnelle rapide.

Durant notre geste opératoire, on a utilisé l'enclouage centromédullaire afin que la broche résiste aux forces de flexion appliquées sur le foyer fracturaire et un cerclage et une suture métallique pour résister aux contraintes mécaniques.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

A

_ADAMSBUM C ., BOUDGHENE F., BOYER B ., CHATTEL J.F., DACHER J.N ., DORMINT D., GANDON Y., GRENIER N ., HELANSON O ., KRAUSE D ., LEFOURNIER J .F., MEDER Y ., MENU D., REVEL R.et RYMER. (2010) collège des enseignants de radiologie, Elsevier, Masson, France, P1.

_ANDRE J.M., CATALA M., MORERE J.J., ESCUDIER E., KATSANIS G. et POIRIER J. (2008) Service d'Histologie – Embryologie

_ARO H., WIPPERMANN B., HODGSON S. et CHAO E. (1989) Prediction of properties of fractures callus by measurement of mineral density using micro-bone densitometry, J. Bone. Joint. Surg., 71, P 1020-1028.

_AUTEFAGE A. (1992) Consolidation des fractures, encyclopédie vétérinaire-orthopédie., P8.

B

_BARONE R. (1978) Anatomie comparée des mammifères domestiques, cinquième édition, Tome 1 Ostéologie, P 644-667.

_BAUDHUIN P.NUZZO et ZIMMERMANN. (2004) Radiologie numérique.

_BAUR A., STÄBLER A., ARBOGAST S., DIRER H.R., BARTL R. et M. REISER.(2002) Acute osteoporotic and neoplastic vertebral compression fractures: fluids gnat MR imaging, Radiology.

_BOJRAB M.J. (1988) Techniques actuelles de chirurgie des animaux .P 286,289.

_BONNEL F. et TACHOT B. (1989) Biologie de la cicatrisation des fractures. In : TEOT L, VIDAL J, DOSSA J. (eds): Le tissu osseux. SaurampsMédical, Montpellier, P 171-179.

_BRINKER W.O., HOHN R.B .et PRIEUR.W.D. (1984) manual of internal fixation in small animals, Berlin Springer Verlag, P 289.

_BRINKER W .O ., PIERMATTEI D L .et FLO G.L. (1994) Le manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux,2eme édition, point vétérinaire, maisons Alfort P 9- 137.

_BRINKER W.O., PIERMATTEI.D.L., FLO.G.L. (1994) Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux.2e édition, paris, P 9-12,15-43,78.

Références bibliographiques

_ **BRINKER W.O.** (1948) The use of intramedullary pins in Small animal fractures, *Norah Am*, P 292-297.

C

_ **CARON J.P.** (2003) Osteoarthritis, In Ross M.W., Dyson S.J., *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, Saunders, Philadelphia.

_ **CHANCRIN J.L.** (1992) *Anatomy and Physiologie of Bone*, Encyclopédie Vétérinaire, édition Elsevier paris.

_ **CHAVASSIEUX P. et MEUNIER P.** (2003) *Histologie et cytologie de l'os normal*.

_ **CAMENSULIN J.A.** (1994) contribution à l'étude d'un clou centromédullaire d'allongement progressif – expérimentation sur quatre brebis thèse doc. Vét, université Claude Bernard, Lyon, P 85.

_ **CAPELLO V.** (1998) Osteosintese del tibia mediante fissazione esterna in un coniglio nano de compagnia : descrizione di un caso clinico e considerazioni generali in merito alla sintesi ossea nel coniglio, *Veterinaria*.

_ **CROSS P.C. et MERCER K.L.** (1993) Ultra structure cellulaire et tissulaire, approche fonctionnelle, Deboeck université.

_ **CRUSEL C.** (1986) traitement des fractures du fémur par enclouage centromédullaire verrouillé thèse de doctorat en médecine, Lyon 1.

_ **COSSU F., GAUTHIER O. et GUINTARD C.** (2005) Voie d'abord en chirurgie ostéo-articulaire chez le chien, édition du point vétérinaire, P 114-123.

_ **COUROUCE-MALBLANC A. et DESBROSSE F.** (2010) *Maladies des chevaux*, Association des vétérinaire équipe française, 2^{ème} édition.

D

_ **D'ANJOU M.A., et ALEXANDER K.** (2005) Tomodensitométrie et imagerie par résonance magnétique, concepts et applications chez les animaux de compagnie, *Le médecin vétérinaire du Québec*.

_ **DADOUNE J.P. et SIFFORI J.P.** (2000) De la biologie à la clinique, *Histologie*, 2^{ème} édition médecine- science, P 83-85.

_ **DENOIX J.M.** (1996) Ultrasonographic examination in the diagnosis of joint disease, In McIlwraith C.W. Trotter G.W. (Eds.), *Joint Disease in the Horse*, Saunders, Philadelphia.

_ **DENNY H.R.** (1980) *A Guide to canine Orthopedic Surgery* Blackwell scientific publications, London.

_ **DESACHY F.** (2009) *Guide pratique de L'A.S.V.*, 2^{ème} édition.

Références bibliographiques

_ **DESMAIZIERES L.M., CAUVIN E.R.** (2005) Carpal collateral ligament des myopathy in three horses, Vet. Rec., 157, P 197-201.

_ **DILLENSEGER J.P., et MOERSCHEL E.** (2009) Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie, éd. MASSON, Issy les Moulineaux.

_ **DUHAUTOIS B.** (1993) L'enclouage verrouillé en chirurgie vétérinaire de la conception aux premiers cas cliniques Prat. Med. Chir. Anim. Camp.

_ **DUHAUTIOS B. ET LEGARD F.** (1992) l'enclouage verrouillée vétérinaire : étude clinique rétrospective sur 45 cas. Prat méd. Chiranimcomp, 30, P 613 -630.

_ **DUHAUTIOS B.** (2000) Editions techniques. Encycl. Méd. Chir. Paris. France. Stomatologie-odontologie I, 22-070-A-20, P14.

E

_ **EGGER, E.** (1991) Complications of external fixation. Problem-oriented approach. Vet .clin. North Am. Small Anim. Pract.21, P 705-733.

_ **ELLIS. P, LEONARD. B.S., D.V.M.** (1974) chirurgie orthopédique chez le chien et chat, paris. P 124-168.

F

_ **FARMAND M., DUPOIRIEUX L.** (1992) Intérêt des plaques tridimensionnelles en Fixation of Maxillo-facial Fractures with Micro plates. J. Oral Maxillofacial.Surg., 57, P 130-134.

G

_ **GARTNER L.P. et HIATT J.L.** (1994) Atlas en couleur d'histologie, 2^{ème} édition.

_ **GHODADRA N. et SINGH K.** (2008) Recombinant human bone morphogenetic protein-2 in the treatment of bone fractures, Biologics: Targets et Therapy, 2, P 345–354.

_ **GOLA R., CHEYNET F.** (1994) Bases du traitement des fractures de la mandibule.

_ **GREENBERG A.M.** (1993) Basics of AO/ASIF Principles and stable internal Fixation of Mandibular fracture. In: Craniomaxillofacial fractures. New-York: Springer-Verlag.

H

_ **HENNET P.** (1993) Approche diagnostic des malocclusions chez le chien. Prat. Méd. Chir. Anim. Camp., 28, P 131-139.

Références bibliographiques

_HUCKEL. (1996) L'ostéosynthèse mandibulaire par plaques vissées : évolution des idées. Thèse Med., Strasbourg 1, n° 96STR11074 introduction to the "Mennen Plate" and its use in treatment of fractures of the edentulous.

J

_JOHNSON A.J. et DUNNING D. (2006) Guide pratique de chirurgie orthopédique du chien et du chat, édition MED'COM, P 190-195.

K

_KAHN C.M., LINE S. et AILLO S.E. (2008) Le manuel vétérinaire Merck, 3ème édition. MERCK CO Inc.

_ KEALY J.K. et MC ALLISTER H. (2008) Radiographie et échographie du chien et du chat, édition MED'COM.

_KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.A., Pees, M., Reese, S. et TULLY, T. (2011) Diagnostic imaging of exotic pets: birds, small mammals, reptiles. Hanover, Schlutershe, P453.

_KÿHNEL W. (2003) Atlas de poche d'histologie, 3ème édition.

L

_LAMBOTTE. (1913) Chirurgie opératoire des fractures. Paris : Masson, P 122-123.

_ELLIS. P, LEONARD. P, D'AUTHEVILL. (1974) chirurgie orthopédique chez le chien et chat paris.

_LIND M., SCHUMACKER B., SOBALLE K., KELLER J., MELSEN F. et BÜNGER C. (1993) Transforming growth factor-b enhances fracture healing in rabbit tibiae, Acta Orthop. Scande., 64, P 553-556.

_ LADON J. (2015) Réalisation d'un support pour l'enseignement des techniques de l'examen orthopédique du chien, partie membre pelvien (consultable sur la plateforme vetotice), l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I.

M

_MACE Y. (2007) Processus de réparation osseuse, Service de rééducation et de réadaptation de l'appareil locomoteur et des pathologies du rachis, Hôpital Cochin, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, P 2-5.

Références bibliographiques

_MAGNIN J. (2016) Les fractures ouvertes des carnivores domestiques : étude rétrospective portant sur 90 fractures ouvertes appendiculaires des carnivores domestiques présentées a vetagro sup campus vétérinaire de Lyon entre novembre 2001 et novembre 2015, l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I.

_MATHON D. (1994) Anatomie et physiologie de l'os, CES de traumatologie ostéoarticulaire et orthopédie animales, P 07-11.

_MAUNG AUNG T., BROOK I.M., CROFTS C.E., TROWBRIGE E.A. (1990) An Mandibular Angle fracture Model. J. Oral. Maxillo-facial. Surg. , 53, P 791-801.

_MAYNARD .J.A. (1993) Fixateurs externes .encyclopédie vétérinaire, Paris. Orthopedic 3500, P7.

_MCILWRAITH C.W. (1996) General pathobiology of the joint and response to injury, In McIlwraith C.W., Trotter G.W. (Eds.), Joint Disease in the Horse, Saunders, Philadelphia, P 40-70.

_MONNIER J.P. et TUBIANA J.M. (2002) Pratique et technique du radio diagnostic, 3ème Edition.

P

_PATRICK .H. (2008) Référent orthopédique. OCB. Bonnes pratiques en missionns.MSF.OCP.

S

_SHETTY V., MCBREARTY D., FOURNEY M., CAPUTO A.A. (1995) Fracture Line Stability as An fonction of the Internal Fixation System: an in Vitro Com parison Using Mandibular Angle fracture Model. J. Oral. Maxillo-facial. Surg., 53, P 791-801.

_SHUTO T., SARKAR G. BRONK J. and MATSUI N. ET BOLANDER M. (1997) Osteoblasts express types I and II activin receptors during early intramembranous and endochondral bone formation, J .Bone. Miner.

_SOSSUM TW.,HEDLUND CS.,JOHNSON AN.,SEIM HB.,WILLARD MD et CARROLL GL. (2007) Small animal surgery 3nd (ed) ,Mosby Elsevier, P 832.

_STEVENS A. et LOWE J. (1997) Histologie humaine, 2 éme édition Deboeckuniversity.

T

_TOPPETS V., PASTORET V., DE BEHR V., ANTOINE N., DESSY C. et GABRIEL A. (2004) Morphologie, croissance et remaniement du tissu osseux. Ann. Méd. Vétérinaire.

Références bibliographiques

_TUBIANA J.M., KALIFA G., ARRIVE L., AZIZI L., BELKACEM A., CORUMBARAS M., HOFFEL C., LACOMBE C., LE HIR P., MONNIER-CHOLLEY L ET VALADIER P. (2004) Abrégé de Radiodiagnostic, P 16-20.

R

_REDDING W.R. (2001) Use of ultrasonography in the evaluation of joint disease in horses, Part1, Indications, technique and examination of the soft tissues, Equine. Vet. Educ., 13, P 198-204.

_RICH, G.A. (2002) rabbit orthopedic surgery .veterinary clin .north Am.Exot.anim.pract.5, P 157-168.

W

_WHEATER P.R., YOUNG B. et HEATH J.W. (2001) Histologie fonctionnelle, Traduction de la 4ième édition Anglaise, Editions De Boeck Université.

2_ Les sites électroniques :

Site 01 : <http://www.sofcot.fr/Infos-Patients/Toutes-les-actualites-grand-public/Broches-vis-plaques-clous-les-enlever-ou-pas>.

Site 02 : <https://premiers-secours.ooreka.fr/astuce/voir/625599/osteosynthese>.

Site03 : <HTTPS://WWW.DOCTEURCLIC.COM/TECHNIQUE/OSTEOSYNTHESE.ASPX>.

Site 04 : <https://www.sitedupoignet.com/nouveaux-materiels/de-quoi-sont-faits-plaques-vis-et-broches/>.

Site 05 : <https://www.vetup.com/articles-veterinaires/71-articles-veterinaires-vetup/204-differentes-methodes-dosteosynthese>.

Site 06: <http://sante.orthodz.com/2018/06/11/principes-de-lenclouage-centromedullaire-des-os-longs/>.

Site 07 : <https://www.hirslanden.ch/fr/corporate/traitements/osteosynthese.html>.

Site 08 : http://membres.multimania.fr/pathosar/pages/affet_traumato/image/fractures.pdf.

Site09: https://www6.inra.fr/productions_animales/content/download/4415/44152/version/1/file/Prod_Anim_1990_3_4_04.pdf.

Références bibliographiques

Site 10:file:///C:/Users/AYMEN-/Downloads/2008lyon049.pdf.

Site11 : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k411663c/f1.item.texteImage>.

Site12 :[HTTPS://WWW.DOCTEURCLIC.COM/MALADIE/FRACTURE
GENERALITES.ASPX](HTTPS://WWW.DOCTEURCLIC.COM/MALADIE/FRACTURE_GENERALITES.ASPX).