

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES



Mémoire de fin d'études

en vue de l'obtention du diplôme de docteur veterinaire

THEME

**Traitement chirurgical et non chirurgical
des fractures des os longs chez les
carnivores domestiques**

Présenté par :

-Bosri Manel Sara

-Bouabdelli Kawthar Keltoum

Encadre par :

- Dr.Slimani Khaled Mabrouk

Co-encadreur :

- Dr. Besseghieur Fatiha

Année universitaire : 2018 – 2019

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu le tous puissant qui nous a donné la sagesse et la santé de réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. SLIMANI KHALED MABROUK pour son extrême attention, son suivi , ses conseils et surtout sa gentillesse et sa patience ainsi que son intérêt porté sur le travail réalisé.

Un remerciement particulier s'adresse également à notre co-encadreur Dr. Besseghieur Fatiha pour nous avoir fournis le matériel nécessaire sans lequel ce travail ne verrai pas le jours ,et pour nous avoir assisté et orienté durant la prise en charge des cas cliniques.

On remercie également tous les membres de l'équipe du service de pathologies des carnivores de l'institut des les sciences vétérinaires de Tiaret et particulièrement Dr. KADDARI pour ses encouragements et notre confrère GHAOUTI YUCEF qui a également répondu présent à toutes nos sollicitations.

Dédicaces

Je dédié ce travail à:

A Mon père, l'être le plus cher au monde mon exemple éternel mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, je lui doit ma reconnaissance sa patience et qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite RABI YKHALIK LIYA PAPA.

A ma chère douce maman, qui n'a pas cessé de formuler des prières à mon égard ,de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes charmantes Sœurs Wissem, Soumia et mon cher frère Zakaria pour leurs amours et leur encouragement Que dieu vous garde.

A mes meilleurs Amis d'étude: Youcef, Amel, Ameer, Khaled, Sara, Ilyes qui mon soutenu moralement et pour tous les beaux moments de complicités. Je vous souhaite de réussir dans vos projets et bonne continuation.

A mes camarades vétérinaires de la clinique de pathologie des carnivores : Youcef, Halim, Mehdi, ImenPour leur bonne humeur en toutes circonstances.

A tous les membres de ma famille, petits et grands.

Et enfin à mon très cher binôme Bouabdelli Kawthar keltoum.

Manel

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A toi ma mère à toi mon père, pour votre soutien et votre bienveillance , durant mes études.

A mes cher frères Ahmed et Mohamed, et mes sœurs.

A mes cher amis : Sara, Amel, Ameer, Khaled, Yousef et Ilyes.

A toute ma famille sans exception.

En fin, je dédie ce travail à mon amie intime mon binôme BOSRI MANEL SARA

qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

SOMMAIRE

Chapitre I :

Rappel anatomique et physiologique des os longs

OSTEOLOGIE	02
A. Anatomie et physiologie du tissu osseux	02
A.1. Anatomie macroscopique des os longs	02
A.2. Anatomie microscopique des os longs	02
A.2.1. Cellules du tissu osseux	03
A.2.2. Matrice osseuse	04
A.3. Variétés du tissu osseux	04
A.3.1. Tissu osseux lamellaire et non lamellaire	04
A.3.2. Tissu osseux spongieux et compact	05
A.4. Architecture des os longs	05
A.5. Vascularisation de l'os	06
A.5.1. Vascularisation de l'adulte	06
A.5.1.1. Système artériel afférent	06
A.5.1.2. Système vasculaire efférent	07
A.5.1.3. Système capillaire	07
A.5.2. Vascularisation de l'os immature	08
A.6. Formation et croissance de l'os	09
A.6.1. Formation du tissu osseux	09
A.6.2. Ossification endoconjonctive	09
A.6.3. Ossification endochondrale	10
A.6.3.1. Vascularisation du cartilage	12
A.6.3.2. Potentiel de croissance relatif.....	13
A.6.4. Développement et croissance des os	14
A.7. Histophysiologie osseuse	15
A.7.1. Facteurs locaux	15
A.7.2. Facteurs généraux.....	16
B. Ostéologie des os longs	17
B.1. Ostéologie de l'humérus	17
B.1.1. L'humérus du Chien	17
B.1.2. L'humérus du Chat	20

B. 2. Ostéologie du radius et ulna	20
B.2.1. Chez le Chat.....	21
B.2.2. Chez le Chien.....	21
B.3. Ostéologie du fémur	25
B.3.1. Le fémur du Chien	25
B.3.2. Le fémur du Chat	26
B.4. ostéologie de tibia et fibula	27
B.4.1. Chez le Chien.....	27
B.4.2. Chez le Chat.....	27

Chapitre II : Affections de l'os (fractures et rachitisme)

Les fractures et le rachitisme	30
A1. Etude clinique des fractures	30
A1.1. Définition	30
A1.2. Causes pré disposantes	30
A1.2.1. L'âge de l'animal	30
A1.2.2. L'alimentation	30
A1.2.3. Le contexte zootechnique	30
A1.2.4. Autres causes	30
A1. 3. Pathogénie	31
A1.3.1. Principes de biomécanique osseuse	31
A1.3.1. .1. Contraintes et déformations	32
A1.3.1. .2. Propriétés mécaniques de l'os	32
A1.3.1. .2.1. Os cortical	32
A1.3.1. .2.2. Os spongieux.....	34
B1. Modes de fracture	34
B1.1. Traction	34
B1.2. Compression	35
B1.3. Torsion	36
B1.4. Flexion.....	36
B1.5. Cisaillement.....	37
C1. Fracture et énergie	38
D1. Classification des fractures (lésions du tissu osseux)	39

D1.1. Suivant le trait de fracture	39
D1.2. En fonction du déplacement des fragments osseux	39
D1.2.1. Conséquences :	40
D1.2.2. Lésions des tissus mous	40
D1.2.3. Les lésions locales	40
D1.2.4. Les lésions à distance	40
E1. Symptomatologie	41
E1.1. Symptômes généraux des fractures	41
E1.2. Troubles fonctionnels des fractures	41
E1.3. Symptômes locaux	41
E1.3.1. Mobilité anormale	41
E1.3.2. Crépitation osseuse	41
E1.3.3. Craquement.....	41
E1.3.4. Déformation régionale	42
E1.3.5. Douleur	42
E1.4. Symptômes radiologiques	42
F1. Diagnostic	42
G1. Pronostic.....	43
II. Trouble métabolique de l'os	44
A2. Définition.....	44
A2.1. Rachitisme et ostéomalacie	44
B2. Etiologie	44
C2. Signes cliniques.....	44
D2. Diagnostic	45
E2. Traitement	45

Chapitre III :

Différentes techniques de réduction des fractures

La consolidation des fractures	46
A3. Etapes physiologiques de la consolidation de l'os	46
A3.1. Phase inflammatoire	47
A3.1.1. Hématome fracturaire	47
A3.1.2. Nécrose osseuse	47
A3.1.3. Réaction inflammatoire primitive	47

A3.2.Phase de réparation	48
A3.2.1.Stade de réparation conjonctive	48
A3.2.2.Stade de réparation cartilagineuse	49
A3.2.3.Stade de réparation osseuse.....	50
A3.3. Phase de remodelage	52
A3.4. Particularités de la consolidation osseuse chez le jeune	52
A3.5 Cicatrisation par première et par seconde intention	53
B3.Protocole thérapeutique et chirurgical	54
B3.1.Types de réduction des fractures	54
B3.1.1. Réduction non sanglante	54
B3.1.2. Réduction sanglante	56
C3.Immobilisation	57
C3.1.Contention du membre (provisoire)	57
C3.1.1.Attelle et plâtre	57
C3.1.2. Attelle de thomas	58
C3.2. Contention de l'os	59
C3.2.1.fixateurs externes	59
C3.2.2Enclouage centromédullaire	60
C3.2.2.1.Les broches	60
C3.2.2.2.Les clous	60
C3.2.2.2.1.Enclouage direct ou normo grade	61
C3.2.2.2.2.Enclouage indirect ou rétrograde	61
C3.2.2.2.3.Différent types de clous	61
C3.2.2.2.3.1.Le clou de Steinmann	61
C3.2.2.2.3.2.Le clou de kuntscher	61
C3.2.2.2.3.3.Le clou verrouillé	61
C3.2.2.2.3.4.Le clou de Rocher (pour mémoire)	62
C3.2.2.2.3.5.Le clou de Rush	62
D3.Immobilisation complémentaire	62
E3.Haubanage	62
F. Cerclage et demi-cerclage	63
F.1.Les cerclages	63
F.1.1.Stabilisation des fêlures	63
F.1.2.Fracture oblique ou spiriodes	64
F.1.3.Fracture comminutives	64

F.2.Les demi -cerclages	64
G. Vis osseuses	65
G.1.Immobilisations initiales de certaines fractures	65
G.2.Compression inter fragmentaire	65
G.3.Aide à la réduction et immobilisation complémentaire	66
H.Plaques	66
H.1.Plaque de compression	66
H.2.Plaque de neutralisation	67
H.3.Plaques de soutien	67
I. Réparation des lésions des tissus mous	68
J. Soins postopératoires	68
A4.LES COMPLICATIONS DES FRACTURES	69
A4.1. Retard de consolidation et pseudarthrose	69
A4.1.1. Retard de consolidation.....	69
A4.1.2.Pseudarthrose	69
A4. 2. Ostéomyélite	70
A4.3.Ankylose	71
A4.4. Arthrose	71
A4.5. Maladie fracturaire	72
A4.6. Troubles de la croissance	72
A4. 7. Lâchages et ruptures d’implants	73

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Matériels et méthode	77
1. L’objectif du travail	77
2. Lieu et durée d’étude	77
3. Matériels	77
a) Matériel de chirurgie	78
b) Matériel d’orthopédie (spécifique.....	78
c) Autre matériels pour réalisation des pansements	78
d) Matériel utilisé pour imagerie médicale	78
4. Molécules	79

5. Méthode	81
a) Les cas étudiés	81
b) Démarche clinique	81
c) Protocole d'étude	82
II. Résultats	83
III. Photos des cas reçus	84
DISCUSSION	110
CONCLUSION	111

LISTE DES FIGURES

Partie bibliographique

Figure N° 1 : Schéma d'un os long.

Figure N° 2 : Schéma de la vascularisation d'un os adulte.

Figure N°3: Schéma de la vascularisation d'un os immature.

Figure N°4: Différents types d'ossification au sein d'un os long.

Figure N° 5: Structure du cartilage de conjugaison.

Figure N°6: Vascularisation du cartilage de conjugaison.

Figure N° 7: Contribution à la croissance de l'avant-bras (%) des différentes plaques de croissance radiolaires et dates approximatives de leur fermeture.

Figure N°8: Schéma d'un humérus gauche de Chien, faces latérale et crâniale.

Figure N°9: Schéma d'un humérus gauche de chat.

Figure N°10: Schéma du radius et de l'ulna gauches d'un chat.

Figure N°11: Radius, ulna gauches de chien, radius face caudale et ulna face crâniale.

Figure N°12: Radius et ulna gauches de chien, articulés, vues crâniale et caudale.

Figure N°13 : fémur gauche de chien.

Figure N°14 : fémur de chat.

Figure N°15 : Tibia et fibula gauches de chien.

Figure N°16 : tibia et fibula gauches de chat.

Figure N° 17 : Fracture par traction.

Figure N°18: Fracture par compression.

Figure N°19 : Fracture par torsion.

Figure N° 20 : Fracture par flexion.

Figure N°21: Fracture mixte (forces de compression et de flexion).

Figure N°22: Représentation schématique d'une fracture du condyle huméral latéral chez le chien.

Figure N°23: Aspect du foyer de fracture quelques heures après l'accident.

Figure N° 24: Aspect du foyer de fracture, une semaine après l'accident.

Figure N°25: Aspect du foyer de fracture, 3 à 4 semaines après l'accident.

Figure 26: Aspect du foyer de fracture, plusieurs mois après le traumatisme.

Figure N°27 : (A et B) Réduction par extension, contre-extension et translation.

Figure N°28 : (A et C) Réduction par extension, contre-extension et angulation.

Figure N°29 : Utilisation du poids de l'animal pour l'obtention d'une extension contre-extension, pour fatiguer les muscles et lever les contractures.

Figure N°30 : utilisation de l'extenseur de Gordon en tournant progressivement l'écrou, on augmente la traction sur le membre atteint. L'écrou est serré environ toutes les 5 minutes pour accroître la traction.

Figure N°31 : (A et B) action de levier exercée au moyen d'un ostéotome.

Figure N°32 : (A et B) application directe d'une force sur les deux bouts. (C) Après avoir été réalisée par extension, contre extension et rotation correctrice, la réduction des bouts peut être maintenue temporairement au moyen d'un davier réducteur pendant la mise en place du système de contention.

Figure N° 33: (A-C) longueurs optimales (a', b', c') des attelles ou plâtres dans les fractures des régions a,b,c.

Figure N°34 : fabrication de l'attelle de thomas. Aprè avoir mesuré le diamètre de la cuisse (A), on courbe la tige pour lui faire former un cercle et demi (B).(C) On incline à 45° la moitié inférieure de l'anneau ainsi formé pour lui permettre de loger l'épaisseur de la cuisse et d'éviter de comprimer les vaisseaux fémoraux. On rembourre ensuite l'anneau au moyen de mousse de plastique, de coton ou de rembourrage pour plâtre que l'on maintient au moyen de gaze et de ruban. (D) l'attelle étant poussée fermement vers le haut en région inguinale, on plie la tige caudale pour lui donner la longueur du membre, celui-ci présentant des angulation normales, doigts fléchis, en simulant la station debout. Ensuite la tige crâniale est recourbée pour lui faire suivre les angulation normale du membre, doigts fléchis, simulant la station debout. (E) l'attelle étant à nouveau fermement poussée vers le haut en région inguinale .on fixe le Piet au moyen de ruban adhésif. (F) Si le chien pèse plus de 12kg, on applique une barre de marche (f).On place sur la partie proximale du membre une couche de coton et on fixe à la tige du devant au moyen de gaze et de ruban adhésif. La fixation de la tige par du ruban adhésif en région inguinale maintient le rembourrage de la cuisse en place ; dans le cas contraire, il glisse distalement et ne remplit pas son rôle.

Figure N°35 : localisation préférentielle des hémifixation selon les surfaces osseuses et les tissus mous associés. (A) Face latéral du fémur.(B)Face médiale du tibia.(C) Face cranio-latérale de l'humérus.(D) Face cranio-médiale ou médiale du radius.

Figure N°36 : Haubanage (fixation par de kirschner et ligature métallique sous tension).(A)fracture de l'olécrane .les broches de kirschner sont insérées aux angles caudomédial et latéral de la zone d'insertion du tendon du triceps brachial.De façon idéale, les broches mordent dans la corticale crâniale au dessous du processus coronioide. on fore un tunnel osseux (a)transversal à travers le cortex caudal.(B)La ligature métallique sous tension est en place et elle tendue par torsion des deux coté du 8.En partie proximale ,la ligature doit passer à traver le tendon du triceps, près de l'olécrane. On recourbe les broches caudalement et on les coupe ; on fait tourner (C) leur extrémités de 180°de façon à les enfouir dans les tissus mous .Si les fragments d'une telle fracture ne s'imbriquent pas ou si une comminution est présente, une fixation par plaque est nécessaire.

Figure N°37 : Utilisation des cerclages et hémi-cerclages. (A) Cerclage double.(B)Hémi-cerclage double.(C)Utilisation des cerclages pour la réparation d'une fracture comminutive. Réduction anatomique des fragments osseux. (D)L'absence de réduction anatomique permet le déplacement des fragments osseux en dépit des cerclages.(E)Quand les cerclage sont utilisés sur des fractures obliques ,la longueur du trait de fracture doit être au mois double du diamètre de l'os ,autrement dit le trait de fracture doit être orienté à 45° au mois. Cela permet une compression inter fragmentaire .Par rapport à la longueur du trait de fracture oblique, les cerclage sont habituellement placé à 1 ou 1,5 cm l'un de l'autre et pas à moins de 5mm des extrémités distales et proximales du trait de fracture.(F) Si l'angle est supérieur à 45°,le serrage des fils de cerclage exerce une force de cisaillement et non de compression.

Figure N°38 : immobilisation par vis.(A) Vis à os spongieux.(B)Vis à os spongieux utilisée pour l'immobilisation d'une fracture condylienne .(C)Vis à os spongieux utilisé pour l'immobilisation d'une fracture du col du fémur.(D) Vis à os cortical.(E) Compression inter fragmentaire par vis de traction .un moyen de contention primaire (plaque, fixateur externe)vient compléter la stabilisation.

Figure N°39 : principe de la plaque de compression. On applique la plaque sue le coté de l'os soumis à des tension ,si bien qu'il ne subit plus que des forces de compression .les os sont soumis à une charge asymétrique et il faut connaitre le coté sous tension pour déterminer u fixer la plaque .le

fémur (A), par exemple peut être comparé à une colonne courbe (B). La plaque appliquée sur le côté latérale convexe peut neutraliser toutes les forces de tension (C) et réaliser ainsi une immobilisation interne rigide. Si la plaque était appliquée sur la face médiale ou concave, elle ne fournirait pas une immobilisation (D), elle serait soumise à des forces de flexion excessives et subirait vite une rupture par fatigue.

Figure N°40 : Plaque de soutien. (A) Fracture du plateau tibial. (B) La plaque de soutien maintient le fragment et conserve l'os une longueur et une angulation normales.

Figure N°41: Exemple de pseudarthrose.

Figure N° 42: Pathogénie de l'ostéomyélite.

Figure N°43 : Radiographie de contrôle d'un chien opéré d'une fracture du condyle huméral 8 semaines auparavant.

Partie expérimentale

Figure N°01 : Organigramme du protocole de l'Etude Expérimentale.

Figure N°02: Répartition des cas fracturés ou cas présentant le rachitisme par rapport aux cas (canin et félins) consultés pour différents motifs cliniques.

Figure N°03: Répartition des cas fracturés ou cas présentant le rachitisme par rapport aux cas (canin) consultés pour différents motifs cliniques.

Figure N°04 : Répartition des cas fracturés par rapport aux cas (félins) consultés pour différents motifs cliniques.

Liste des photos

- Photos N°01 :** (A) Chat présentant une fracture à foyer ouvert au niveau du tibia droit.
- Photos N°02 :** (B) Préparation du site opératoire. (C) parage chirurgical (D) Mise à découvert du bout osseux du fémur. (E) ostéotomie partielle.
- Photos N°03 :** (F) Suture du muscle de la cuisse, quadriceps (G) et (H) Suture de la peau avec points simples (I) Désinfection de la plaie et surveillance du réveil de l'animal.
- Photos N°04 :** Cas après 7 jours de traitement
- Photos N°05 :** (A) examen clinique. (B) Chaton sous anesthésie générale. (C) Immobilisation de la patte avec un bandage fixe.
- Photos N°06:** (A) animal sous anesthésie générale.
- Photos N°07:** (B) (C) (D) et (E) Réduction de la fracture et mise en place d'un bandage plâtré. (F) mise en place d'un plâtre.
- Photos N°08 :** (A) Mise en place d'une attelle, (B) et (C) Bandage fixe pour les 2 membres.
- Photos N°09:** Préparation du matériel chirurgical et d'orthopédie.
- Photos N°10 :** (A) Animal sous anesthésie générale. (B) Rasage et désinfection du site opératoire. (C) Section de la peau et tissu conjonctif.
- Photos N°11 :** (D) Affrontement des 2 bouts osseux. (E) Mise en place de la plaque au niveau de la fracture. (F) Perçage des trous à l'aide de la visseuse.
- Photo N°12:** (G) et (H) Suture du muscle de la cuisse biceps, (I) Immobilisation du membre par bandage et réveil de l'animal.
- Photos N°13 :** Le cas N° 07 après 24h de l'acte chirurgical.
- Photos N°14 :** Après 2jours de traitement et soins.
- Photos N°15 :** Examen radiographique.
- Photos N°16 :** Image de la radiographie montrant sur une vue latérale la plaque fixant l'os Tibia au niveau diaphysaire.
- Photos N°17 :** appui complet du membre postérieur droit.
- Photos N°18 :** appui complet sur le membre postérieur droit.
- Photos N°19 :** (A) Animal sous anesthésie et préparation du site d'amputation. (B) (C) section du muscle et tissu conjonctifs sous-jacent et l'aponévrose.
- Photos N°20 :** (D) Amputation du membre. (E) (F) Suture de la plaie et désinfection.
- Photos N°22 :** (A) Réception du cas. (B) retrait du plâtre.
- Photos N°23 :** (C) Animal sous anesthésie générale et mise à découvert de la fracture.
- Photos N°24 :** (D) Réduction de la fracture et mise en place de la plaque et vis.
- Photos N°25 :** (E) Suture de la plaie, pose d'un drain et immobilisation du plâtre.
- Photos N°26 :** le cas après 24h de l'acte chirurgical.
- Photos N°27 :** le cas après 2 jours.
- Photos N°28 :** Cicatrisation de la plaie avec seconde intention.
- Photos N°29 :** une bonne évolution de la cicatrisation de la plaie.
- Photos N°30° :** plaie correctement cicatrisée.
- Photos N°31 :** un appui complet du membre postérieur gauche.
- Photos N°32 :** (A) Réception du cas. (B) Matériel pour le plâtre. (C) Animal sous anesthésie générale.

Photos N°33 : (D) Mise en évidence de la fracture du radius- ulna (E) Bondage. (F) Attelle plâtrée.

Photos N°34 : (G) (H) (I) Mise en place du plâtre.

Photos N°35 : (A) Réduction et Immobilisation de la fracture. (B)(C) Bondage.

Photos N° 36: Présentation du cas après 15 jour du traitement.

Photos N°37 : (A) Photo radiographique vue latérale du fémur et de l'articulation fémoro tibiale gauche avec discontinuité épiphysaire et d'une fracture complète de la partie distale du fémur gauche. (B) Chat sous anesthésie générale. (C) Matériel utilisé.

Photos N°38 : (D) (E) Réduction de la fracture. (F) Immobilisation de la fracture.

Photos N°39 : (G) (H) (I) Pose de l'attelle plâtrée fenêtrée.

Photos N°40 : Jour de retrait du plâtre.

Photos N°41 : (A) Préparation de l'animal à l'intervention. (B) Matériel chirurgical utilisé.

Photos N°42 : (C) Incision de la peau et du muscle. (D) Mise en évidence de la fracture. (E) Réduction de la fracture.

Photo N°43: (F) Mise en place de la plaque et des vis. (G) Mise en place des vises (H) Suture du muscle biceps fémoral.

Photos N°44 : (H) Pose d'un drain. (I) et (J) Antiseptiques et Bondage.

Photos N°45 : Juste après l'acte chirurgical.

Photos N°46 : Après 48h d'hospitalisation.

Photos N°47 : Animal sous perfusion.

Photos N°48 : Après 5jours d'hospitalisation.

Photos N°49 : Une plaie en bonne voie de cicatrisation.

Photos N°50 : Léger appui.

Photos N°51 : Recupération après 15 jours.

Photos N°52 : Présence d'appui complet du membre postérieur gauche.

Photos N°53 : Ostéopathie dystrophique, hypertrophique.

Photos N°54 : Présentation du cas après 20j de traitement.

Photos N°56: (A) Réception du cas et examen du membre atteint.

Photos N°57 : (B) Réduction de la fracture et bondage (C) Mise en place d'un plâtre.

Photos N°58 : Retrait du plâtre après 10 jours.

Photos N°59:(A) Image radiographique profil latéral droit. (B) Animal sous anesthésie générale.

Photos N°60_: (C) Mise en place d'une attelle de Thomas.

Photos N°61 : Jour du retrait de l'attelle.

Liste des tableaux

Partie bibliographique :

Tableau N°1: Participation relative des différents cartilages de conjugaison à la croissance osseuse chez le chien (Genevois, 1993).

Tableau N° 02 : typage des fractures en fonction de la puissance du traumatisme

Tableau N°03 : Capacité d'élongation et d'angulation des tissus composant le cal de fracture (Autefage, 1997).

Tableau N°04: Moment conseillé pour le retrait des plaques osseuses (d' après Brinker et al., 1994)

Partie expérimentale :

Tableau N°01 : Références et profils des plaques à visser et des vis utilisées.

Tableau N°02: Molécules médicamenteuses et Anesthésique utilisées.

Tableau N°03 : Données générales sur les animaux reçus en consultation (en clinique).

Liste des abréviations

PTH : Parathormone.

IV : Intraveineuse

IM : Intramusculaire

SC : Sous-cutanée

Kg : Kilogramme

ml : Millilitre

N° : Numéro

INTRODUCTION

Introduction

Les affections de l'appareil locomoteur et des os se traduisent par une réduction plus ou moins marquée de la locomotion, ainsi les fractures sont faciles à reconnaître à quelques exceptions près. Pour le diagnostic, on fait intervenir les commémoratifs et la palpation, il faut remarquer qu'un craquement n'est pas présent dans tous les cas, en plus de la sensibilité et de la mobilité anormale. La radiographie est l'examen complémentaire de choix pour confirmer le diagnostic et surtout pour préciser exactement la localisation et le type de la fracture.

Plusieurs techniques thérapeutiques existent, elles peuvent être sanglantes ou non sanglantes.

Dans les fractures obliques longues, les fractures spirales ou les fractures multiples de la diaphyse, on peut utiliser des vis à corticale exerçant une action de compression inter fragmentaire à titre d'aide à la réduction et à l'immobilisation complémentaire. Chaque fois que possible, il faut utiliser les vis de compression de préférence au cerclage pour réaliser une compression inter fragmentaire, et aider à la réduction et assurer une immobilisation supplémentaire (Brinker et al, 1986).

Nous nous proposons dans ce travail d'exposer quelques affections de l'os en particulier les fractures des os longs et l'ostéochondrose chez les carnivores domestiques. Sur la base de ressources bibliographiques nous aborderons en détail dans une première partie les aspects physiologiques et anatomiques des os longs. Une deuxième partie permettra ensuite de passer en revue les types de fractures rencontrés et les troubles métaboliques. Enfin, dans une troisième partie, nous décrirons les solutions thérapeutiques envisageables chirurgicalement et /ou médicalement ainsi que les complications possibles.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Rappel anatomique et physiologique

I. OSTEOLOGIE :

A. Anatomie et physiologie du tissu osseux :

L'os est une variété de tissu mésenchymateux qui participe au soutien des autres tissus de l'organisme et assure d'importantes fonctions, notamment pour réguler le métabolisme phosphocalcique et en assurer l'équilibre ; c'est également un tissu en perpétuel remaniement tout au long de la vie, qui s'adapte sans cesse aux variations de contraintes auxquelles il est soumis. L'os peut être appréhendé de deux façons : comme tissu et comme organe.

En tant que tissu : il s'agit d'une variété de tissu conjonctif, dont la principale caractéristique est la rigidité, il sert aussi d'attache aux muscles, donne une certaine forme aux tissus mous et protège les organes vitaux. En tant qu'organe : c'est une structure composée de nombreux tissus (vaisseaux, graisse, tissu hématopoïétique, tissu fibreux), dont la fonction essentielle est de servir de réservoir de minéraux (principalement calcium et phosphore) et d'assurer l'homéostasie de ces minéraux sous l'influence de diverses hormones (calcitonine, parathormone, vitamine D3) (Chancrin, 1992 ; Barone, 1999) .

A.1. Anatomie macroscopique des os longs :

Les os longs sont composés de trois parties distinctes :

A.1.1. La diaphyse : cylindre de tissu osseux compact dont la partie centrale est creusée par la cavité médullaire qui contient les vaisseaux centromédullaires et la moelle osseuse.

A.1.2. Les métaphyses : zones de transition entre la diaphyse et les épiphyses, ne sont pas toujours bien délimitées ; elles comportent une fine couche de tissu osseux compact, mais sont principalement composées d'os spongieux ; chez le jeune en croissance, elles sont séparées de l'épiphyse par la plaque de croissance (ou cartilage de conjugaison).

A.1.3 Les épiphyses : ou extrémités des os longs, sont constituées par un abondant tissu spongieux recouvert d'une fine couche de tissu compact supportant le cartilage articulaire. (Barone, 1999).

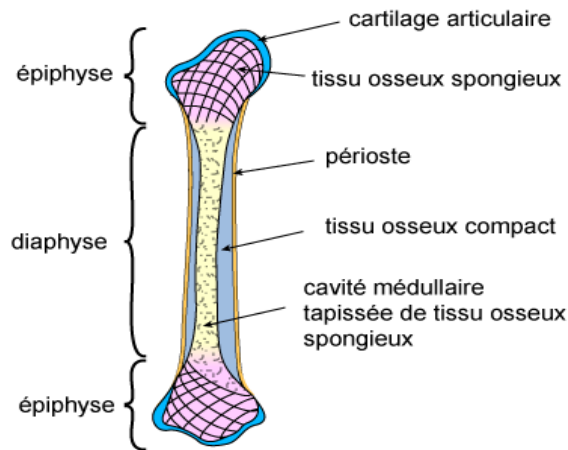


Figure N°1 : structure générale d'un os long (internet Réf .inconnu).

A.2. Anatomie microscopique des os longs :

L'os est formé de cellules et d'une matrice organique calcifiée, constituée par des fibres et une substance fondamentale imprégnée de sels de calcium. (Barone, 1999).

A.2.1 Cellules du tissu osseux :

On distingue trois types de cellules : les ostéoblastes, les ostéocytes, et les ostéoclastes.

A.2.1.1. Ostéoblastes : Ces cellules grossièrement cubiques ou prismatiques sont situées en dehors de la substance osseuse proprement dite, en bordure des canaux de Havers pour la corticale, et en périphérie des travées osseuses pour le spongieux. Elles forment une couche apparemment discontinue en bordure de l'os : la bordure ostéoïde. Les ostéoblastes actifs, qui sécrètent la substance ostéoïde (pré collagène et muco substance) et participent à la minéralisation, sont les éléments fondamentaux pour l'élaboration de l'os. . (Barone, 1999).

A.2.1.2. Ostéocytes : Ils sont situés à l'intérieur de l'os et dérivent des ostéoblastes qui restent emprisonnés dans la matrice osseuse qu'ils ont élaborée. Leur corps cellulaire est muni de nombreux et fins prolongements situés dans les canalicules et entrant en contact avec ceux des autres ostéocytes, accroissant ainsi considérablement les surfaces d'échange. L'ostéocyte joue un rôle dans le maintien de la trame protéique de l'os et surtout dans la minéralisation osseuse, aussi bien par apposition que par résorption, cette dernière étant directement stimulée par la parathormone (PTH). . (Barone, 1999).

A.2.1.3. Ostéoclastes : Ils sont situés en périphérie de l'os et représentent un des éléments du système phagocytaire. Ils résorbent l'os minéralisé par leurs sécrétions enzymatiques (en particulier une phosphatase acide et un collagénase), notamment dans les espaces extracellulaires. La trace de l'érosion de l'os par les ostéoclastes est une encoche de résorption

(ou lacune de Howship). L'activité ostéoclastique est directement sous l'influence d'un couple d'hormones à effets antagonistes : la PTH, qui la stimule, et la calcitonine, qui l'inhibe. . (Barone, 1999).

A.2.2. Matrice osseuse :

Elle est constituée d'une matrice organique (substance fondamentale et fibres), imprégnée de sels minéraux principalement calciques. La matrice organique est constituée pour 95 % de fibres de collagène, disposées selon une direction variable d'une lamelle à l'autre ; ces fibres sont englobées dans un ciment muco protéique. Les 5 % restant sont constitués de macromolécules glycoprotéiques, qui jouent un rôle dans la fixation du calcium. Les sels minéraux, dont les principaux sont le carbonate et le phosphate de calcium, sont présents sous forme de phosphate de calcium amorphe et de cristaux d'hydrox apatite. Le tissu osseux d'un adulte renferme 95 % du calcium de l'organisme et 85 % de son phosphore. (Barone, 1999).

A.3. Variétés du tissu osseux :

Les éléments constitutifs du tissu osseux s'organisent de diverses façons. L'os adulte a, normalement, une structure lamellaire (série de lamelles parallèles entre elles pour le spongieux ou concentriques pour la corticale). Seules les zones d'apposition osseuse récente (physiologique ou pathologique) ont transitoirement une structure non lamellaire, rappelant celle du tissu osseux fœtal. (Barone, 1999).

A.3.1. Tissu osseux lamellaire et non lamellaire :

Le tissu osseux non lamellaire ou tissu osseux primaire se forme au premier stade de l'ossification. Transitoire et dépourvu de fonction mécanique, il résulte de la calcification du tissu ostéoïde édifié par les ostéoblastes. Il semble servir surtout de réserve minérale pour l'édification de l'os secondaire, qui le remplace rapidement. Toutefois, dans certaines circonstances particulières (réparation de fractures, certaines tumeurs osseuses), la formation accélérée de tissu osseux chez l'adulte aboutit à du tissu osseux non lamellaire. Dans ce dernier, la matrice organique n'est pas disposée en lamelles régulières et les fibres de collagène ne sont pas orientées parallèlement dans chaque couche. Les cellules sont plus abondantes que dans le tissu osseux lamellaire. (Barone, 1999).

Le tissu osseux lamellaire ou tissu osseux secondaire est celui qui caractérise l'os adulte (il est toujours précédé par du tissu non lamellaire, qu'il remplace progressivement). La matrice osseuse y est disposée en lamelles superposées. Dans chaque lamelle, les fibres de collagène sont arrangées parallèlement selon une direction qui se modifie dans la lamelle suivante. Entre

chaque lamelle se situent les ostéoblastes ou lacunes (logettes contenant les corps cellulaires des ostéocytes). (Barone, 1999).

A.3.2. Tissu osseux spongieux et compact :

Qu'il s'agisse de tissu lamellaire ou non lamellaire, l'observation à l'œil nu ou à la loupe permet de reconnaître deux types architecturaux de tissu osseux.

L'os compact (ou haversien) constitue l'os cortical des os longs : l'os y représente 95 % du volume total et les espaces conjonctifs y sont réduits à 5 %, ce qui explique les propriétés de grande résistance mécanique. Les lamelles y sont disposées concentriquement autour d'un petit canal renfermant des vaisseaux (canal de Havers) : l'ensemble constitue un ostéon et le nombre de lamelles par ostéon est variable (une dizaine en moyenne). Entre les ostéons existent quelques lamelles interstitielles dont la direction est variable et qui représentent les vestiges d'ostéons anciens, traces du remodelage constant auquel est soumis l'os cortical. Les différents canaux de Havers sont réunis entre eux par quelques canaux transversaux : les canaux de Volkmann ou canaux perforants (qui relie également la cavité médullaire à l'espace sous-périoste). Chaque ostéon est délimité à sa périphérie par une mince couche fortement minéralisée et dépourvue de collagène, formant une ligne cémentale nettement basophile. C'est dans la diaphyse des os longs que les ostéons sont les plus abondants et qu'ils montrent le mieux leur organisation typique. A cet endroit ils sont orientés parallèlement au grand axe de l'os, c'est-à-dire dans le sens même où les forces de traction ou de compression s'exercent sur celui-ci.

L'os spongieux ou trabéculaire occupe les extrémités des os longs. Il est caractérisé par un volume beaucoup plus important d'espaces conjonctifs (de 70 à 80 %), d'où sa plus faible résistance mécanique. Il s'agit de travées anastomosées entre elles dans les trois dimensions de l'espace pour réaliser une véritable « éponge » enserrant dans ses mailles des espaces médullaires. Il renferme des vaisseaux et une moelle adipeuse, contenant, au niveau des os plats, du rachis et de la partie proximale des membres, du tissu hématopoïétique. L'orientation des lamelles constituant ces travées ou trabécules dépend des lignes de force auxquelles elles sont soumises. (Barone, 1999).

A.4. Architecture des os longs :

Dans les os longs, le tissu spongieux est limité aux extrémités, où il est enveloppé d'une mince couche compacte. La partie moyenne est creusée d'une grande cavité remplie de moelle, la cavité médullaire, allongée dans l'axe de l'os et entourée d'un épais cylindre d'os compact formant la substance compacte de l'os. Cette paroi est composée de trois couches inégales : la couche des lamelles externes, la couche intermédiaire ou des ostéons, la couche des lamelles internes. Dans les extrémités des os longs, le tissu compact s'étale en une mince couche superficielle, déjà mentionnée, qui prolonge la substance compacte de la partie moyenne. C'est l'équivalent de la substance corticale des os plats ou des os courts. Elle enveloppe une masse d'os spongieux. Ce dernier est assez comparable à celui des os courts, mais ses aréoles deviennent plus larges en approchant de l'extrémité correspondante de la cavité médullaire, avec laquelle elles communiquent. (Barone, 1999).

A.5. Vascularisation de l'os :

La vascularisation de l'os adulte et celle de l'os en croissance sont sensiblement différentes. La disposition des différents systèmes artériels de l'os immature est conditionnée, d'une part, par la présence de la plaque de croissance, et, d'autre part, par le rôle important du périoste dans la croissance en épaisseur. Qu'il s'agisse de l'adulte ou du jeune, la vascularisation de l'os est assurée par trois systèmes : afférent, efférent, capillaire (ou intermédiaire). Nous ne présenterons ici que la vascularisation des os longs. (Barone, 1999).

A.5.1. Vascularisation de l'adulte :

A.5.1.1. Système artériel afférent :

Il est composé de trois éléments : l'artère nourricière principale, les artères métaphysaires proximale et distale, et les artères périostes.

L'artère nourricière pénètre dans l'os à hauteur d'un fascia, traverse toute la corticale et se divise en artères médullaires ascendante et descendante. Ces deux branches se subdivisent en artérioles, qui pénètrent la face endostée du cortex et participent à la vascularisation de la quasi totalité du cortex diaphysaire ; seules quelques zones du cortex externe sont irriguées par les artères périostes sur l'épaisseur de quelques lamelles. (Chancrin, 1992).

Les artères métaphysaires (ou épiphyse-métaphysaires) sont nombreuses et pénètrent toute la surface périoste des métaphyses distale et proximale ; elles assurent l'irrigation de la totalité des métaphyses et leurs branches terminales s'anastomosent avec les artères centromédullaires ascendantes et descendantes par l'intermédiaire du système intermédiaire. Elles participent peu à

la vascularisation médullaire en temps normal, mais les anastomoses avec la circulation médullaire peuvent s'hypertrophier et se multiplier en cas de besoin (fractures, oblitération de l'artère nourricière par enclouage).

Les artères périostes atteignent le cortex uniquement au niveau des insertions musculaires; leur apport dans la vascularisation du cortex de l'adulte est très limité et ne peut, en aucun cas, suppléer la vascularisation centromédullaire, en cas de besoin.

Il découle de l'étude des différents systèmes afférents que l'abord chirurgical d'un os long doit ménager les zones d'insertions musculaires, afin de ne pas compromettre la vascularisation et donc les chances de consolidation des fractures. (Chancrin, 1992).

A.5.1.2. Système vasculaire efférent :

Le drainage veineux est centrifuge et se fait entièrement vers la surface périoste ; de là, il rejoint les veines musculaires, puis la circulation générale. Au niveau de la diaphyse, le sang est drainé par les canaux veineux corticaux pour ce qui concerne la partie interne du cortex, et par les capillaires périostes pour la partie externe. Les métaphyses sont drainées par de nombreuses veines métaphysaires accompagnant les artères métaphysaires. (Chancrin, 1992).

A.5.1.3. Système capillaire :

On devrait utiliser le terme de système vasculaire intermédiaire de l'os compact ; en effet, contrairement à de véritables capillaires, ces vaisseaux ne peuvent ni changer de taille pour répondre aux différents besoins du tissu qu'ils irriguent, ni échanger aucun élément avec le liquide interstitiel. Il s'agit de vaisseaux de taille fixe, dans des canaux rigides (en général un par canal). Les nutriments sont apportés de ces vaisseaux aux ostéocytes par l'intermédiaire de fins canalicules. Les seuls vaisseaux longitudinaux du cortex sont centrés dans les canaux de Havers, mais ils n'irriguent ce cortex que sur un ou deux mm et n'ont aucun contact avec les autres systèmes longitudinaux, d'où la notion de « système vasculaire clos ». Une fracture, et la rupture vasculaire qui l'accompagne, est donc responsable d'une nécrose osseuse sur 1 ou 2 mm. (Chancrin, 1992).

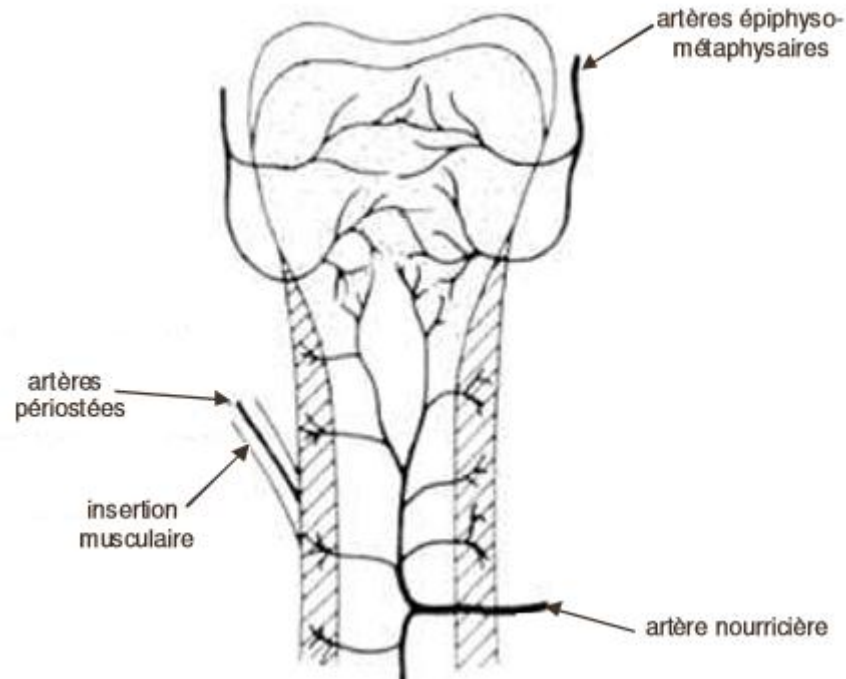


Figure N° 2 : Schéma de la vascularisation d'un os adulte (Chancrin, 1992).

A.5.2. Vascularisation de l'os immature :

La différence essentielle, par rapport à l'adulte, est l'existence d'une vascularisation épiphysaire séparée de la vascularisation métaphysaire, séparation imposée par l'absence de pénétration vasculaire à travers la plaque de croissance. Deux cercles vasculaires (un cercle épiphysaire et un cercle métaphysaire) assurent la vascularisation de cette zone très active. Les artères métaphysaires forment un réseau dit en « épingle à cheveux » au niveau duquel le flux sanguin est très ralenti. Il faut également souligner que la zone de pénétration vasculaire épiphysaire est très limitée et que la chirurgie doit la préserver, sous peine de nécrose. Un deuxième élément différencie la vascularisation de l'os immature de celle de l'adulte : le rôle important du périoste dans la croissance en épaisseur et donc la présence d'une vascularisation périoste importante, assurée par les artères périostes longitudinales qui s'atrophient en même temps que la couche ostogénique du périoste devient atrophique et quiescente (Chancrin, 1992).

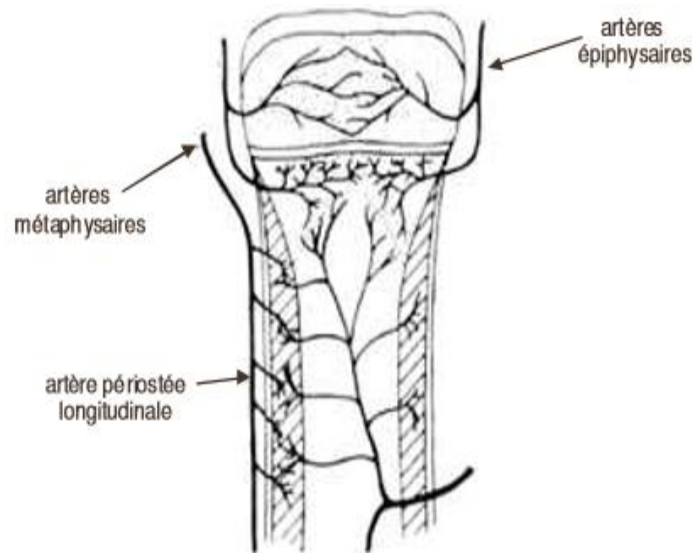


Figure N°3: Schéma de la vascularisation d'un os immature (Chancrin, 1992).

A.6. Formation et croissance de l'os :

A.6.1. Formation du tissu osseux :

Quel que soit le type d'os (lamellaire ou non), l'ostéogenèse répond toujours au même processus de base, en quatre étapes : différenciation des ostéoblastes à partir des cellules souches, sécrétion par les ostéoblastes de la matrice organique, minéralisation de cette matrice, et enfin arrivée des ostéoclastes. En revanche, selon la nature du tissu au sein duquel le tissu osseux se forme, on distingue deux types d'ossification : endoconjonctive (ou de membrane) et endochondrale (Pucheu et al., 2003).

A.6.2. Ossification endoconjonctive :

L'os s'élabore directement au sein d'un mésenchyme commun, à partir de cellules conjonctives qui se différencient en ostéoblastes ; dès qu'une plage de tissu osseux est ainsi formée, d'autres cellules mésenchymateuses se disposent en bordure de celle-ci et forment une « bordure ostéoïde » ; du tissu osseux prend ainsi la place du tissu conjonctif. Ce type d'ossification concerne la totalité de certains os plats, et est également mis en œuvre dans l'ossification périoste, qui entrera en jeu au niveau de la diaphyse des os longs, tout au long du développement et dans la vie adulte. L'os formé est initialement à structure non lamellaire (« woven bone »), en raison de la disposition anarchique des fibres. (Pucheu et al., 2003).

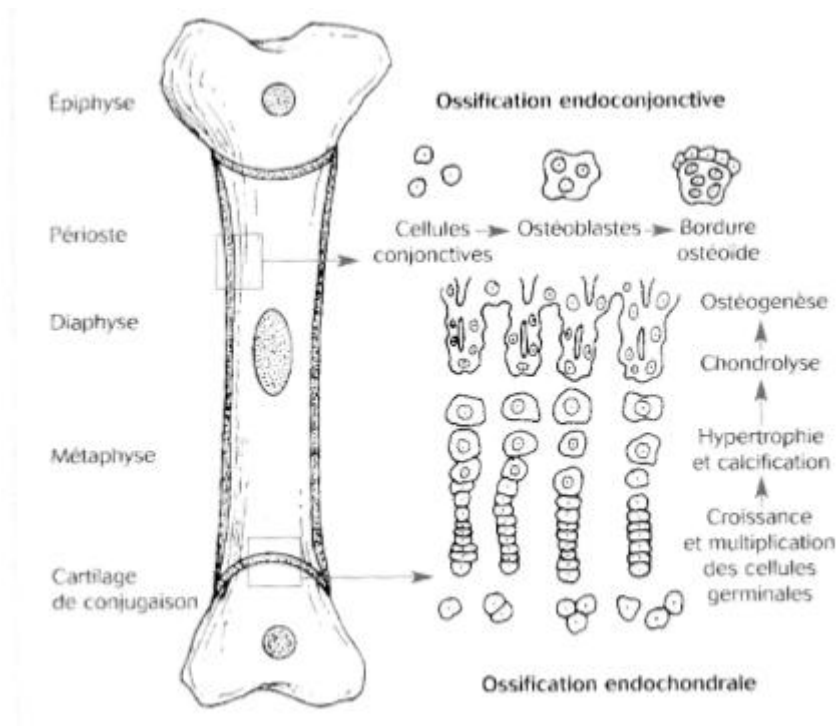


Figure N°4: Différents types d'ossification au sein d'un os long (Pucheu et al., 2003).

A.6.3.Ossification endochondrale :

Elle se déroule au sein des plaques de croissance, ou cartilages de conjugaison, ainsi qu'au niveau du noyau osseux Centro épiphysaire. Quel que soit le lieu où elle évolue, l'ossification endochondrale répond aux mêmes règles et nous prendrons, pour la définir, l'exemple de la plaque de croissance. Le cartilage de conjugaison, qui a la forme d'un disque peu épais, sépare l'épiphyse de la métaphyse pendant toute la durée de la croissance. Reste de la maquette cartilagineuse initiale à partir de laquelle se met en place l'appareil squelettique, il assure l'essentiel de la croissance en longueur de l'os. (Genevois, 1992)

Structure et mode de fonctionnement de la plaque de croissance : Sur le plan histologique, la structure d'un cartilage de conjugaison peut se diviser schématiquement en trois zones successives : une zone de croissance, une zone de maturation, et une zone d'ossification.

La zone de croissance : est située sur la face épiphysaire du cartilage de conjugaison. Elle est elle-même subdivisée en deux couches qui sont, à partir de la plaque épiphysaire :

- Une couche quiescente, ou « de réserve » : caractérisée par une PO₂ faible (20 mm de mercure), les fibres de collagène de type II y inhibent la calcification et jouent le rôle de barrière pour le centre d'ossification secondaire épiphysaire. Pauvre en cellules, cette couche participe à la formation de la matrice organique et au stockage des matières premières nécessaires aux couches suivantes.

- Une couche germinative ou proliférative : elle est constituée par des chondrocytes aplaties qui se multiplient activement à partir d'une lignée cellulaire « de base », en donnant naissance à une série de colonnes cellulaires longitudinales qui progressent en direction de la métaphyse. L'activité des chondrocytes est contrôlée par des facteurs hormonaux (hormone de croissance et PTH).

Des facteurs locaux (et en particulier les forces de compression) régulent également l'activité de cette zone. La pression de l'O₂ y est très élevée.

Cette zone de croissance est suivie par une zone « **de maturation** », qui apparaît de manière simultanée sur chacune des colonnes cellulaires issues des cellules souches. Dans cette région, les cellules cartilagineuses s'hypertrophient progressivement (jusqu'à trois fois leur taille initiale) avant de subir un phénomène de dégénérescence, à l'issue duquel elles meurent. Cette modification s'accompagne parallèlement d'une calcification de la substance fondamentale. Cette zone de maturation est la moins solide sur le plan mécanique : lors de disjonction épiphysaire, c'est à son niveau que se produit le trait de fracture.

La dernière partie du cartilage de conjugaison, située sur la face métaphysaire, est **la zone d'ossification**. A son niveau, on observe la colonisation de la zone précédente (qui progresse vers le bas sous la poussée de la couche germinative) par des bourgeons vasculaires (en provenance de l'os métaphysaire) accompagnés d'ostéoblastes. Il s'agit d'unités ostéoformatrices, qui élaborent les travées osseuses primaires.

Pendant toute la période de la croissance, l'épaisseur du cartilage de conjugaison reste rigoureusement constante, car la « colonisation » de son versant métaphysaire par du tissu osseux est rigoureusement compensée par la multiplication des cellules de la zone germinative à partir du versant épiphysaire. L'os s'accroît donc en longueur, le tissu osseux nouveau étant formé du côté métaphysaire. Dès que la multiplication des cellules germinatives diminue et que l'envahissement par de l'os métaphysaire gagne sur le cartilage, la croissance ralentit. Elle s'arrête complètement lorsque l'os métaphysaire fusionne avec l'os épiphysaire. On dit alors que le cartilage de conjugaison est « fermé ». Le bon fonctionnement du cartilage de conjugaison dépend très étroitement de sa vascularisation. Les altérations de cette dernière expliquent la quasi-totalité des perturbations qui peuvent résulter d'un traumatisme de ce cartilage. (Stevenson, 1991).

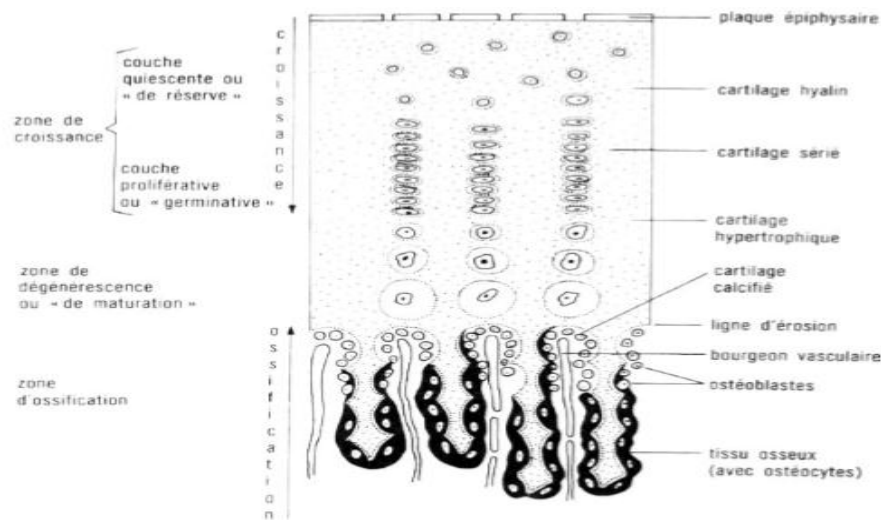


Figure N°5: Structure du cartilage de conjugaison (Genevois, 1993).

A.6.3.1. Vascularisation du cartilage :

Chaque cartilage de conjugaison dispose de deux pôles de vascularisation : l'un correspond à la face épiphysaire, l'autre irrigue le versant métaphysaire. Du côté épiphysaire, les cellules de la zone proliférative dépendent, pour leur survie et leurs activités métaboliques, de ramifications en provenance de l'artère épiphysaire qui viennent s'arboriser sous la forme d'anses capillaires à la hauteur du cartilage de conjugaison. Les artères péri-chondrales (ou périostes) délèguent également des ramifications qui pénètrent l'épiphyse latéralement, à la hauteur de la virole péri-chondrale, et viennent se terminer près de la couche proliférative. Elles assurent la nutrition des colonnes cellulaires en provenance de la couche proliférative. Sur la face métaphysaire, où se produit l'avancée de la zone d'ossification aux dépens du cartilage, la partie centrale du cartilage est irriguée par les terminaisons de l'artère nourricière (qui donne également naissance à la vascularisation intra médullaire de l'os), tandis que la partie périphérique l'est par des dépendances de l'artère métaphysaire. (Genevois, 1993 ; Durville, 2004).

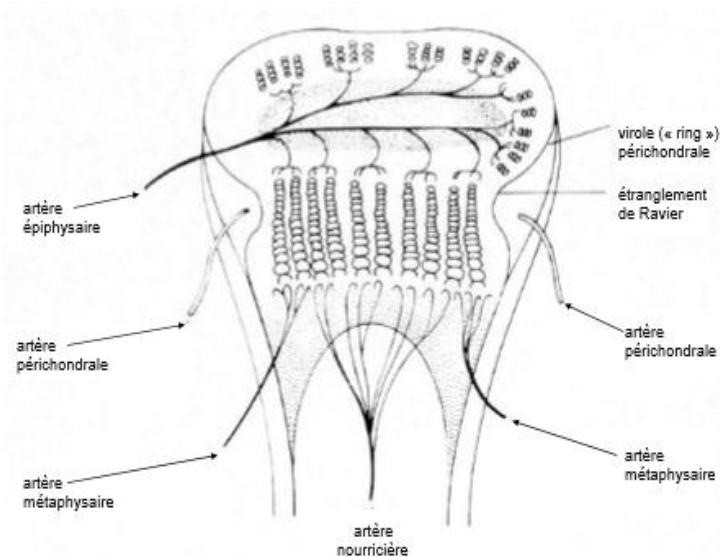


Figure N°6: Vascularisation du cartilage de conjugaison (Genevois, 1993).

A.6.3.2.Potentiel de croissance relatif :

Sur chaque os long existent un cartilage de conjugaison proximal et un autre, distal, qui participent à la croissance en longueur du segment osseux correspondant. A la hauteur de l’avant-bras et de la jambe, dont les rayons osseux sont doubles, interviennent quatre cartilages d’accroissement. La croissance n’est harmonieuse que dans la mesure où l’activité des cartilages proximal et distal est identique pour chaque élément d’un même segment anatomique. Les deux cartilages d’un os long n’ont pas forcément le même potentiel de croissance, et leur participation à la croissance totale de l’os est donc variable. (Durville, 2004 ; Genevois, 1993).

	Humérus	Radius	Ulna
Cartilage de croissance proximal	60 %	30 %	15 %
Cartilage de croissance distal	40 %	70 %	85 %

Tableau 1: Participation relative des différents cartilages de conjugaison à la croissance osseuse chez le chien (Genevois, 1993).

La différence d’activité est surtout importante pour le radius et l’ulna, ce dernier représentant un cas très particulier car le cartilage proximal sert uniquement au développement de l’olécrâne ; l’accroissement de la « longueur utile » de l’os, c’est-à-dire celle comprise entre l’articulation du coude et le carpe, repose entièrement sur le cartilage de conjugaison distal. On peut presque considérer l’ulna comme un os mono épiphysaire. Toute perturbation de l’activité du cartilage de

conjugaison ulnaire distal a donc des répercussions marquées sur la croissance de l'avant-bras. (Troger,2003).

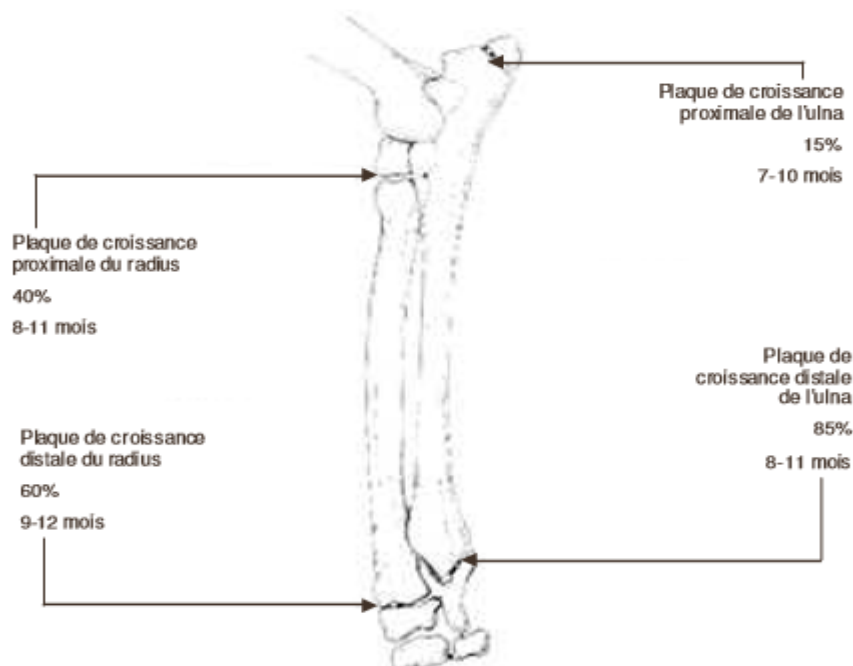


Figure N°7: Contribution à la croissance de l'avant-bras (%) des différentes plaques de croissance radio ulnaires et dates approximatives de leur fermeture (Troger,2003).

A.6.4.Développement et croissance des os :

Qu'il s'agisse d'os à modèle conjonctif ou cartilagineux, on distinguera une ossification primaire et une ossification secondaire, qui aboutira au remplacement du tissu non lamellaire par du tissu osseux lamellaire. Le développement des os à modèle cartilagineux se produit à partir d'un moule cartilagineux, entouré d'une fine couche conjonctive (ou péricondre).

L'ossification primaire aboutit à la mise en place du tissu osseux non lamellaire, d'abord spongieux, puis spongieux et compact ; on distinguera l'ossification de la diaphyse et celle des épiphyses. Au niveau de la diaphyse, deux processus évoluent parallèlement : d'une part, ossification endoconjonctive, à partir de la couche interne du péricondre, qui devient ainsi périoste, et, d'autre part, ossification endochondrale à partir du centre de la diaphyse, partant du point d'ossification Centro diaphysaire et progressant vers les extrémités ; cette zone est rapidement creusée par les ostéoclastes, formant ainsi la future cavité médullaire. Au niveau des épiphyses, l'ossification débute après la diaphyse. Elle s'effectue par ossification endochondrale, à partir du point d'ossification Centro épiphysaire qui ménagera, d'une part, le cartilage articulaire et, d'autre part, le cartilage de conjugaison. L'ossification secondaire ne modifie pas l'architecture générale établie par l'ossification primaire, mais aboutit au remplacement du tissu osseux non lamellaire par du tissu lamellaire.

La croissance en longueur de l'os s'effectue grâce à la prolifération des cartilages de conjugaison, qui sont le siège de nombreuses mitoses chondrocytaires, sur leur versant métaphysaire ; au fur et à mesure que les cartilages de conjugaison s'accroissent par ce mécanisme, ils sont remplacés par du tissu osseux, grâce à l'avance de l'ossification endochondrale d'origine Centro diaphysaire. Lorsque le cartilage de conjugaison a été remplacé sur toute son épaisseur par du tissu osseux, la croissance en longueur est définitivement terminée.

La croissance en épaisseur se fait par l'apposition périphérique de nouvelles couches de tissu osseux provenant de l'activité du périoste (ossification endoconjonctive). Conjointement, l'activité ostéoclastique agrandit la cavité médullaire. Une fois le tissu osseux lamellaire définitif en place, l'activité osseuse ne s'arrête pas pour autant. En effet, durant toute la vie de l'animal, destruction et construction vont se succéder : il s'agit de la résorption modelant. Les systèmes interstitiels de l'os compact de l'adulte représentent les vestiges de systèmes haversiens de générations antérieures. Ce remaniement permet à l'os de remplir son rôle métabolique (libération de sels minéraux, lors de sa destruction) et de s'adapter aux nouvelles conditions mécaniques par la réorganisation de son architecture (loi de Wolff). (Durville, 2004 ; Genevois, 1993).

A.7. Histophysiologie osseuse :

L'Histophysiologie osseuse est influencée par des facteurs locaux et généraux, mais il convient de garder présent à l'esprit que les effecteurs en seront, toujours, les éléments cellulaires, à savoir, pour la résorption, l'ostéoclaste et l'ostéocyte, et pour la production, l'ostéoblaste. (Durville, 2004 ; Genevois, 1993).

A.7.1.Facteurs locaux :

Ce sont essentiellement les facteurs mécaniques et vasculaires. Les facteurs mécaniques expliquent l'orientation des travées de spongieux et la raréfaction osseuse, après immobilisation. Quant aux facteurs vasculaires, une stase veineuse paraît favoriser l'ostéogenèse, alors qu'une hyper vascularisation artérielle est responsable d'une hyper résorption osseuse. (Durville, 2004 ; Genevois, 1993).

A.7.2.Facteurs généraux :

En période de croissance sont indispensables les facteurs nécessaires chez l'adulte, mais aussi l'hormone de croissance (activation des cartilages de conjugaison et stimulation de l'activité ostéoblastique au niveau des extrémités) et l'hormone thyroïdienne (elle stimule l'activité métabolique des cellules du cartilage de croissance). La vitamine D3 est nécessaire à la minéralisation du cartilage de conjugaison de l'os. Chez l'adulte, on distingue des facteurs influant sur la trame organique et des facteurs influant sur la minéralisation de l'os ; sont nécessaires au maintien d'une trame organique normale des facteurs protéiques (acides aminés indispensables), les vitamines B et C (synthèse du collagène), les œstrogènes et androgènes et la somatotrophine (hormone de croissance). Une carence de l'un de ces facteurs peut être à l'origine d'une ostéoporose. Pour la minéralisation, le facteur principal est la vitamine D3, nécessaire à la nucléation (précipitation calcique sur la substance fondamentale). Le couple PTH-calcitonine n'agit pas sur l'élaboration ou la minéralisation de l'os, mais il concourt au maintien de l'équilibre phosphocalcique, en régulant la libération de calcium. La PTH stimule l'activité ostéoclastique, alors que la calcitonine la freine. (Durville, 2004 ; Genevois, 1993).

B. Ostéologie des os longs :

B.1. Ostéologie de l'humérus :

B.1.1. L'humérus du Chien :

Est en proportion beaucoup plus long et plus grêle que celui des Ongulés. Il est en outre fortement incurvé en direction caudale dans ses deux tiers proximaux. La face crâniale du corps n'est distincte que dans sa moitié proximale, remplacée plus loin par une crête humérale longue et bien marquée. Elle est limitée du côté latéral par une tubérosité deltoïdienne allongée en crête et du côté médial par une ligne qui part de la base du tubercule majeur et rejoint distalement la crête humérale. La tubérosité du grand rond est représentée par une empreinte allongée, située sous le tubercule mineur. La tête, bien détachée, allongée dans le sens cranio-caudal, est très courbée et portée par un col net. Le tubercule majeur est bas, peu saillant ; son sommet est reporté crânialement, ce qui rejette le sillon inter tuberculaire du côté médial, un peu comme chez le Porc ; la convexité et la crête sont peu distinctes. Le tubercule mineur est moins saillant encore et pratiquement indivis. L'extrémité distale est étirée transversalement, avec une trochlée oblique et profonde, dont la lèvre médiale est très inclinée. Le capitulum est bien distinct. Les deux épicondyles, latéral et médial, sont peu saillants, un peu rejetés vers les côtés ; ils encadrent une fosse olécrânienne large et chacun d'eux porte un tubercule à sa base. La fosse coracoïdienne est large et il existe constamment un grand foramen supra trochléaire. La fosse radiale est bien plus nette que chez les Ongulés. (Robert Barone, 1999).

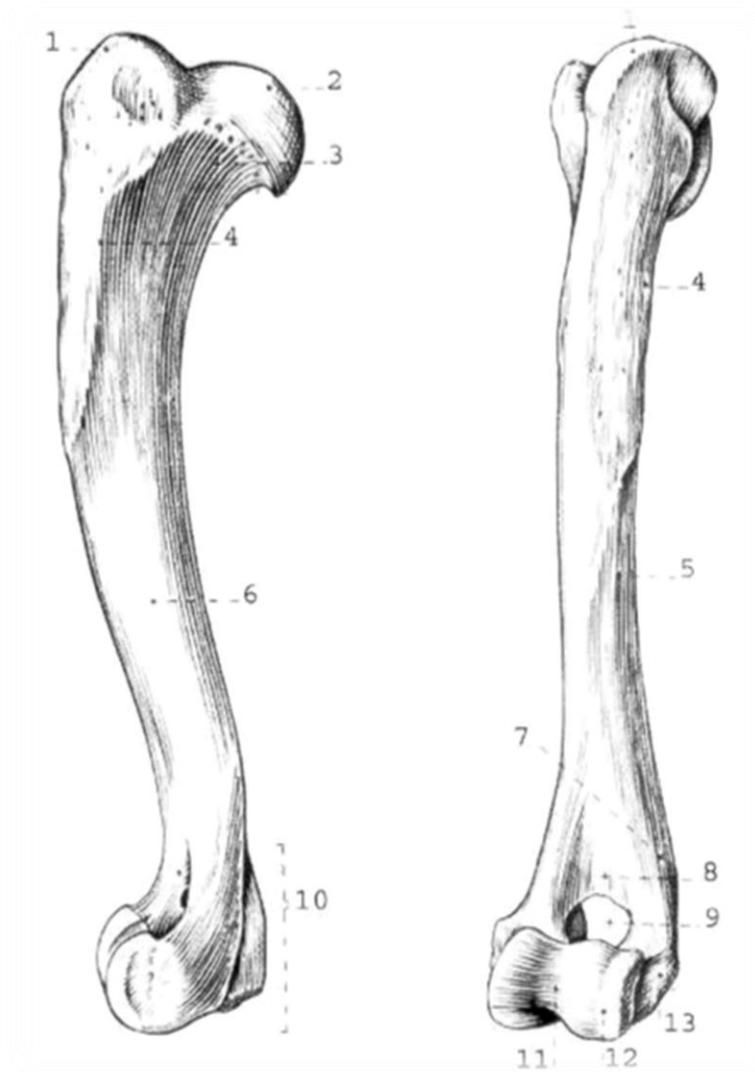


Figure N°8: Schéma d'un humérus gauche de Chien, faces latérale et crâniale (Evans, 1993)

- | | | | |
|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1 : tubercule majeur | 2 : tête | 3 : col | 4 : ligne tricipitale |
| 5 : creux radial | 6 : corps | 7 : crête épicondylaire latérale | |
| 8 : fosse radiale | 9 : foramen supra trochléaire | 10 : condyle | |
| 11 : trochlée | 12 : capitulum | 13 : épicondyle latéral | |

B.1.2. L'humérus du Chat :

Ressemble un peu à celui du Chien, mais il n'est courbé que dans son quart proximal, rectiligne dans le reste de son étendue. La face caudale est relevée d'un relief longitudinal qui s'épaissit sous la tête. L'extrémité proximale est un peu aplatie d'un côté à l'autre. A l'extrémité distale, le capitulum n'est presque pas distinct, pratiquement confondu avec la lèvre latérale de la trochlée. La fosse coracoïdienne, peu profonde, ne communique pas avec la fosse olécrânienne. La fosse radiale est plus nette que chez le Chien. Les épicondyles, latéral et médial, sont très réduits, ce dernier représenté par un simple tubercule. Enfin, il existe un foramen supracondylaire caractéristique tout en bas de la face médiale et le foramen nourricier est situé au tiers distal de cette face. (Robert Barone, 1999).

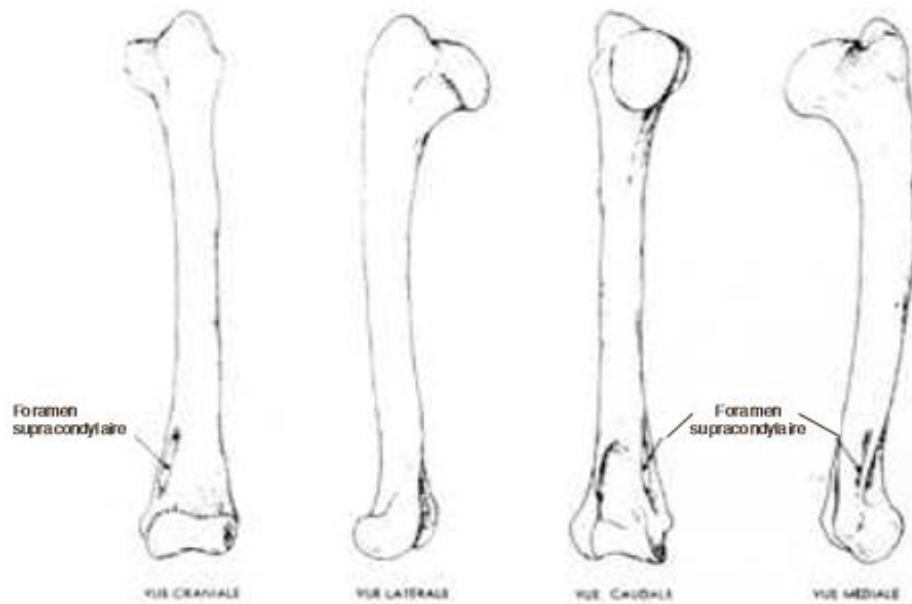


Figure N°9: Schéma d'un humérus gauche de chat (Barone, 1999).

B. 2. Ostéologie du radius et ulna :

B.2.1. radius et ulna du Chat:

Les deux os ressemblent à ceux du Chien, mais ils sont plus entrecroisés et bien plus mobiles, avec un espace interosseux plus large.

*Le radius est cylindroïde à sa partie proximale, dont le col est tout à fait distinct. Sa surface articulaire pour l'humérus est formée d'une simple cupule circulaire, relevée du côté médial pour participer avec l'ulna à la formation d'un processus coronoïde mixte. Le processus styloïde est particulièrement saillant. (Barone, 1999).

*L'ulna est à peu près rectiligne ; sa partie moyenne est plus nettement trifaciée que chez le Chien et ses bords sont distincts jusqu'à l'extrémité distale. La face latérale est particulièrement large et excavée et le bord interosseux saillant. L'olécrâne est conformé comme celui du chien, mais plus étroit en proportion, et son processus anconé est moins saillant ; il est très légèrement incurvé vers l'avant. L'incisure trochléaire est fort étendue ; elle appartient presque entièrement à l'ulna, qui participe à la formation du processus coronoïde. L'extrémité distale, un peu aplatie, est pourvue d'un processus styloïde tubéreux mais fort saillant, portant la surface articulaire carpienne et séparé par une sorte de col de la surface répondant au radius. (Barone, 1999).

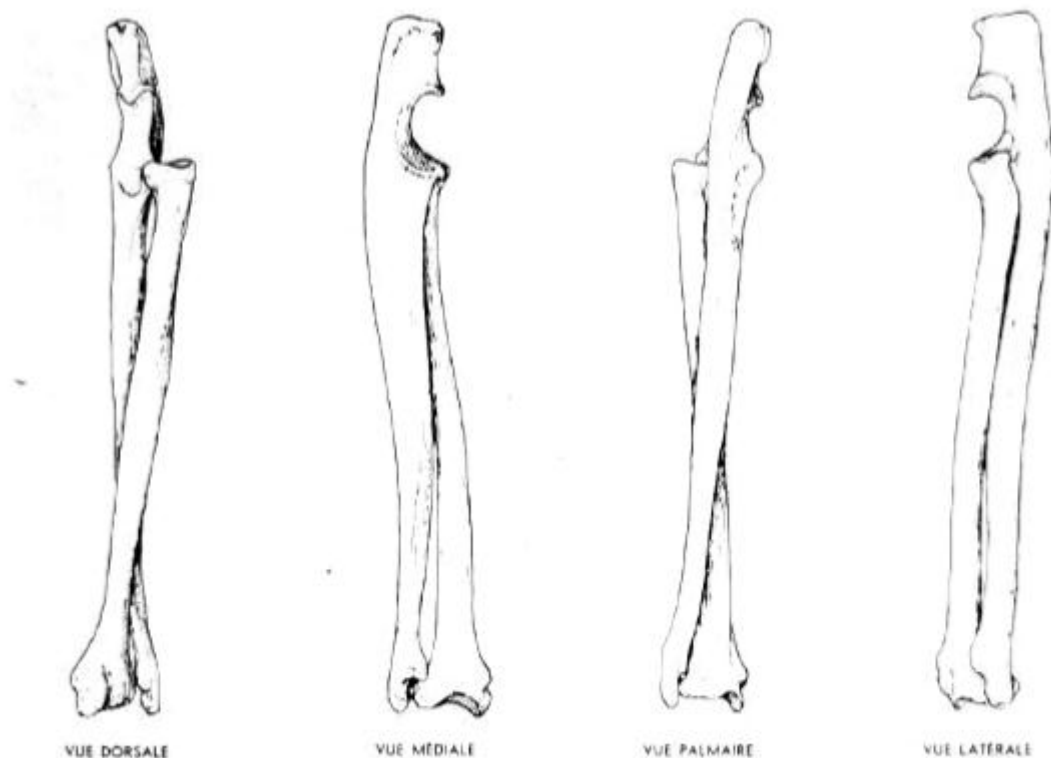


Figure N° 10: Schéma du radius et de l'ulna gauches d'un chat (Barone, 1999).

B.2.2. radius et ulna du Chien:

Les deux os sont mobiles l'un sur l'autre et complètement distincts. Il n'entre en contact que par leurs extrémités et ménagent dans le reste de leur étendue un long espace interosseux, obturé à l'état frais par une membrane fibreuse. Ils sont un peu croisés l'un sur l'autre, l'ulna se plaçant un peu médialement au radius à l'extrémité proximale mais du côté latéral à l'extrémité distale.

*Le radius est long, élargi à son extrémité distale, nettement aplati dans le sens dorsopalmaire, surtout à l'extrémité proximale. Il est un peu incurvé, concave du côté palmaire et aussi latéralement. Sa face dorsale est régulièrement convexe ; sa moitié distale porte les empreintes des tendons extenseurs, sous forme de sillons larges et très longs. La face palmaire, légèrement concave en long, est un peu rugueuse mais dépourvue de surface d'union pour l'ulna, les deux os étant indépendants. Elle présente une longue crête interosseuse très distincte, peu éloignée du bord latéral. Le bord médial est mince, presque tranchant dans sa moitié proximale. L'extrémité proximale, pourvue d'un col bien distinct, répond à l'humérus par une surface articulaire à peine plus étendue transversalement que dans le sens dorso-palmaire ; cette surface présente une petite excavation glénoïdale de chaque côté d'un relief qui participe à la constitution de l'incisure trochléaire et aboutit à un processus coronoïde saillant. L'articulation avec l'ulna se fait par une facette convexe, allongée et étroite, placée sous le revers caudal de la surface précédente. La tubérosité du radius est peu saillante ; il existe par contre un relief latéral d'insertion très marqué. L'extrémité distale, très élargie, répond au carpe par une surface elliptique presque entièrement formée d'une large cavité glénoïdale, avec une ébauche de condyle du côté palmaire et médial. Cette surface est adossée à un fort processus styloïde. Latéralement, l'incisure ulnaire est bien marquée. (Barone, 1999).

*L'ulna est incurvée comme le radius. Sa partie moyenne, nettement trifaciée dans ses deux tiers proximaux, tend à devenir cylindroïde tout en se rétrécissant vers l'extrémité distale. Sa face dorsale est rugueuse mais non articulaire, le ligament interosseux s'attachant sur une crête voisine du bord latéral. L'extrémité proximale, large et forte, est beaucoup plus courte que chez les Ongulés, mais encore bien plus saillante que chez l'Homme. L'olécrâne a une forme quadrilatère, avec une tubérosité large, creusée d'une forte rainure sur sa longueur ; sa face médiale est très excavée et son processus anconé fort saillant. La majeure partie de l'incisure trochléaire lui appartient ; elle forme en particulier une longue expansion qui s'applique au côté médial du radius et tend à venir participer à la constitution du processus coronoïde. L'extrémité distale, rétrécie et beaucoup plus faible, porte sur une petite éminence une surface articulaire convexe pour le radius et se termine par un processus styloïde au revers médial duquel se trouve une surface articulaire peu étendue répondant au carpe. (Barone, 1999).

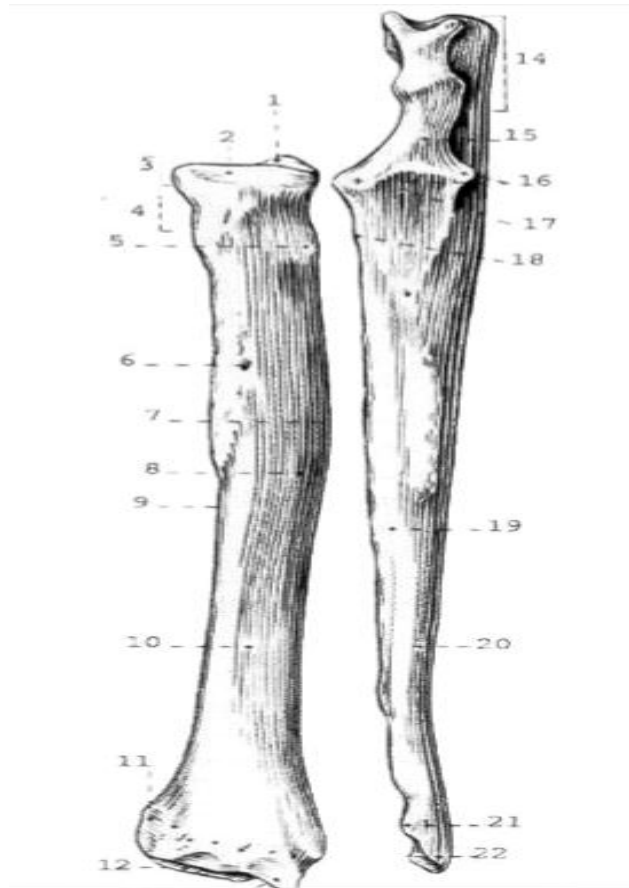
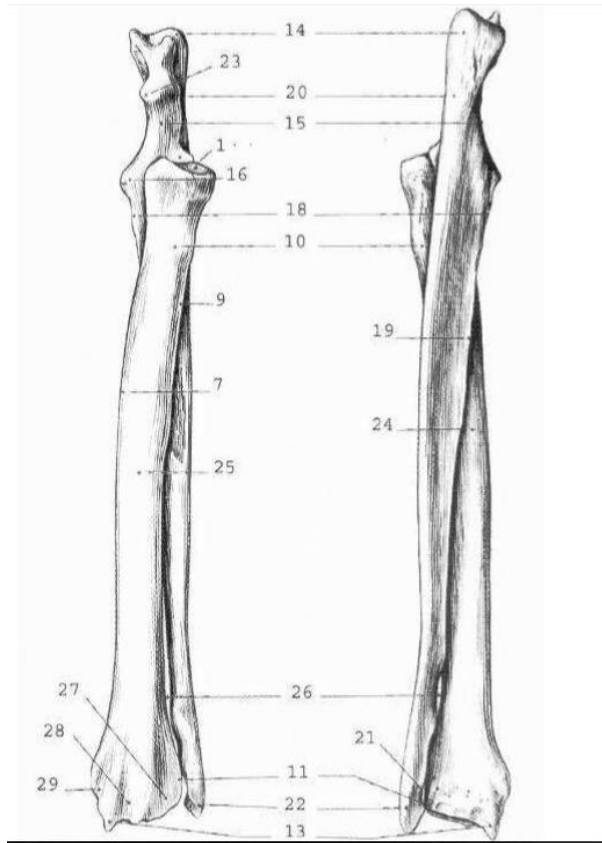


Figure N°11: Radius, ulna gauches de chien, radius face caudale et ulna face crâniale (d'après Evans,1993).

- | | | | |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1 : surface articulaire | 2 : circonférence articulaire | 3 :tête | 4 : col |
| 5 : tubérosité radiale | 6 : foramen nourricier | 7 : bord médial | 8 : |
| corps | | 9 : bord latéral | 10 : radius |
| 11 : incisure ulnaire | 12 : surface articulaire carpienne | 13 : processus styloïde | |
| 14 : olécrâne | 15 : incisure trochléaire | 16 : processus coronoïde | 17 : incisure radiale |
| 18 : tubérosité ulnaire | 19 : bord interosseux | 20 : ulna | 21 : |
| circonférence articulaire | 22 : processus styloïde | | |



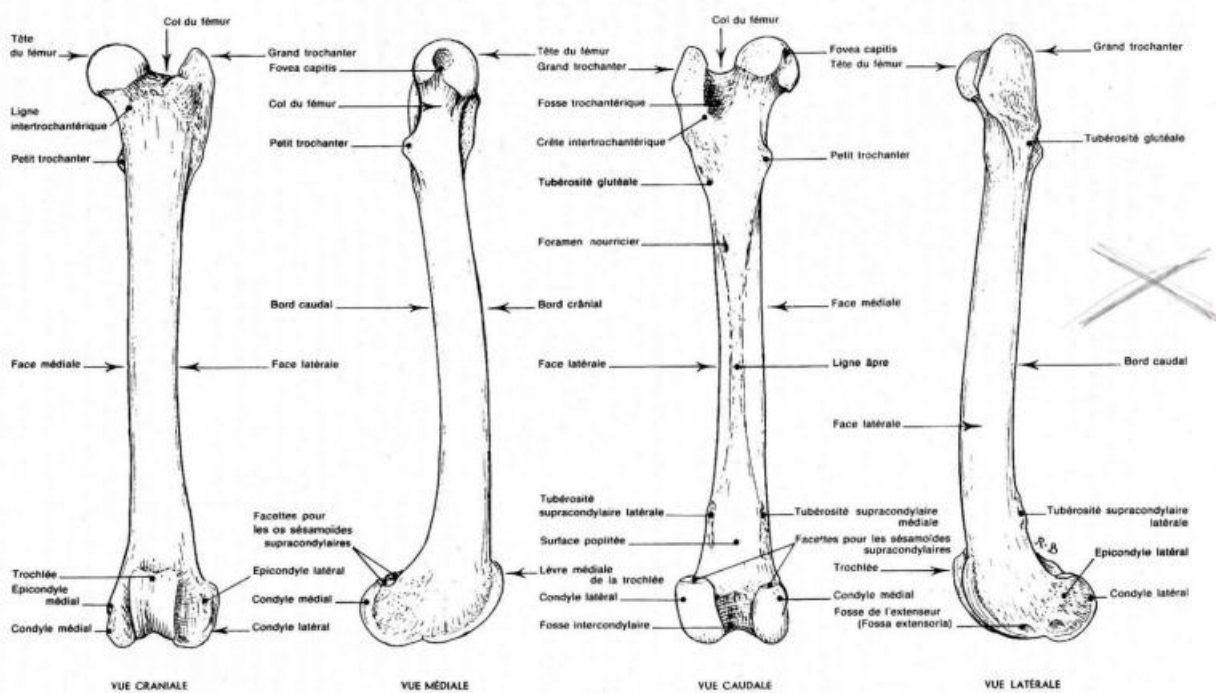
FigureN° 12: Radius et ulna gauches de chien, articulés, vues crâniale et caudale (Evans, 1993).

- | | | | |
|---|---|---------------------------|--------------------------|
| 1 : surface articulaire ulnaire | 7 : bord médial | 9 : bord latéral | 11 : incisure ulnaire |
| 13 : processus styloïde coronoïde | 14 : olécrâne | 15 : incisure trochléaire | 16 : processus coronoïde |
| 18 : tubérosité ulnaire | 19 : bord interosseux | 20 : ulna | 22 : processus styloïde |
| 23 : processus anconé | 24 : face palmaire | 25 : face dorsale | 26 : espace interosseux |
| 27 : coulisse du muscle extenseur commun des doigts radial du carpe | 28 : coulisse du muscle extenseur radial du carpe | | |
| 29 : coulisse du muscle abducteur long du pouce | | | |

B.3. Ostéologie du fémur :

B.3.1. Le fémur du Chien :

Est long et relativement gracile. Il est rectiligne dans sa moitié proximale et légèrement incurvé en direction caudale dans sa moitié distale. Son corps est cylindroïde et devient aplati dans le sens cranio-caudal vers les extrémités. Sa face caudale est réduite à une épaisse ligne âpre bifurquée à chacune de ses extrémités. Le foramen nourricier principal est situé au tiers proximal de l'os, au niveau de la bifurcation de la ligne âpre. Un foramen nourricier accessoire existe en haut de la face crânial. Du côté proximal, l'une des branches de la ligne âpre forme une crête très distincte jusqu'au petit trochanter et l'autre porte une tubérosité glutéale épaisse et rugueuse mais fort peu saillante, avant d'atteindre la base du grand trochanter. A l'extrémité opposée, les deux lignes de bifurcation sont moins nettes ; la tubérosité supra condyloire latérale est moins marquée que la tubérosité médiale ; il n'existe pas de fosse supra condyloire. La tête articulaire est régulièrement sphérique, portée par un col très net et relativement long ; sa fovéa capitis est peu profonde. Le grand trochanter, de profil presque triangulaire, ne s'élève pas aussi haut que la tête ; sa partie crânial est plus réduite que la partie caudale et en est mal séparée. Le petit trochanter est conique et pointu. La fosse trochantérique, particulièrement profonde, est bordée par une crête inter trochantérique saillante, qui s'atténue au voisinage du petit trochanter. Les condyles sont séparés par une fosse intercondyloire relativement large ; chacun d'eux est surmonté d'une petite facette planiforme caractéristique, destinée à répondre à un petit os sésamoïde développé dans l'origine du muscle gastrocnémien. Les épicondyles sont peu saillants, surtout le latéral. La fossette du m. poplité est à peine discernable ; celle de l'extenseur est mieux marquée. Quant à la trochlée, elle remonte peu sur la face crânial et ses lèvres sont égales. (Barone, 1999).



FigureN°13 : fémur gauche de chien (Barone, 1999).

B.3.2. Le fémur du Chat :

À peu près proportionné comme celui du Chien, s'en distingue aisément à sa rectilignité ; il n'est, en effet, pas incurvé à son extrémité distale. Il est un peu plus comprimé dans le sens crâniens-caudal et sa ligne âpre est plus courte et moins marquée. Une crête longitudinale obtuse courte en outre sur la face latérale. Le grand trochanter est moins élevé encore que chez le Chien, plus large en proportion et plus arrondi à son sommet. L'extrémité distale est un peu plus large d'un côté à l'autre que dans le sens crâniens-caudal, ce qui est l'inverse de la disposition rencontrée chez le Chien. Le condyle latéral est nettement plus fort que l'autre et plus saillant en dehors. Ses fossettes d'insertion sont à peine marquées. La fosse intercondylaire est plus large et moins profonde que chez le Chien. Comme dans cette espèce, il existe des os sésamoïdes supracondylaires, mais les facettes qui leur correspondent sont fort peu discernables, surtout du côté médial. (Barone, 1999).

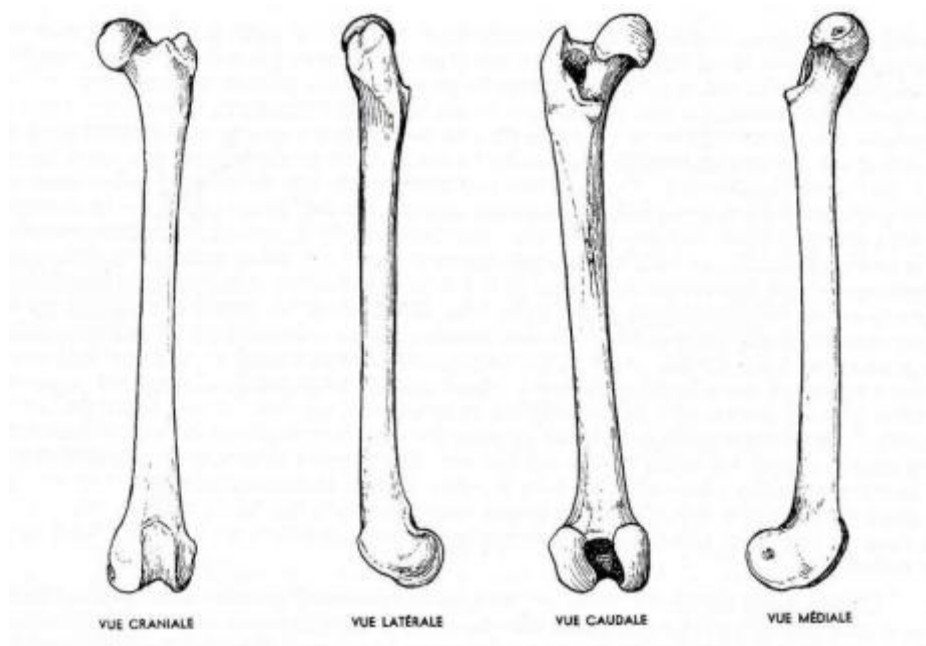


Figure N°14 : fémur de chat (Barone, 1999).

B.4. ostéologie de tibia et fibula :

B.4.1. tibia et fibula du Chien:

*Le tibia est relativement long et grêle. Il est comprimé d'un côté à l'autre, légèrement convexe du côté médial dans sa moitié proximale, inversement incurvé et cylindroïde dans sa moitié distale. Sa crête est fort saillante mais courte, limitée au quart proximal. La fosse tibiale est large. La face caudale, étroite et excavée à sa partie proximale, n'a que de très faibles lignes d'insertion. La tubérosité du tibia est saillante, étirée crânialement. Le sillon de l'extenseur est à peine marqué et l'éminence intercondyloire basse. A l'extrémité distale, les gorges de la surface articulaire cochléaire sont larges, peu profondes, plus obliques crânions-latéralement que chez les Ruminants. Leur relief intermédiaire est plus saillant du côté caudal que du côté crânial. La malléole médiale dépasse nettement les autres reliefs en direction distale. La malléole latérale appartient à la fibula laquelle est reçue dans une incisure fibulaire large et bien marquée. (Barone, 1999).

*La fibula est distincte et entièrement développée, appliquée contre le tibia sur tout e sa moitié distale. Elle est beaucoup plus grêle que chez le Porc dans toute s ses parties. Son corps, aplati d'u n côté à l'autre, est cannelé à sa face médiale dans sa partie proximale ; il est plus plat et plus mince dans sa moitié distale. L'extrémité é proximale forme une petite palette tubéreuse dont le bord proximal est articulé derrière le condyle latéral du tibia. L'extrémité é distale, un peu plus épaisse, répond au tibia par une petite facette et Complete d'autre part la gorge latérale de sa

surface articulaire pour le talus. Elle n'est pas articulée au calcanéum. Il existe deux sillons pour les muscles péroniers, un latéral et un caudal, séparés par un petit tubercule.

(Barone, 1999).

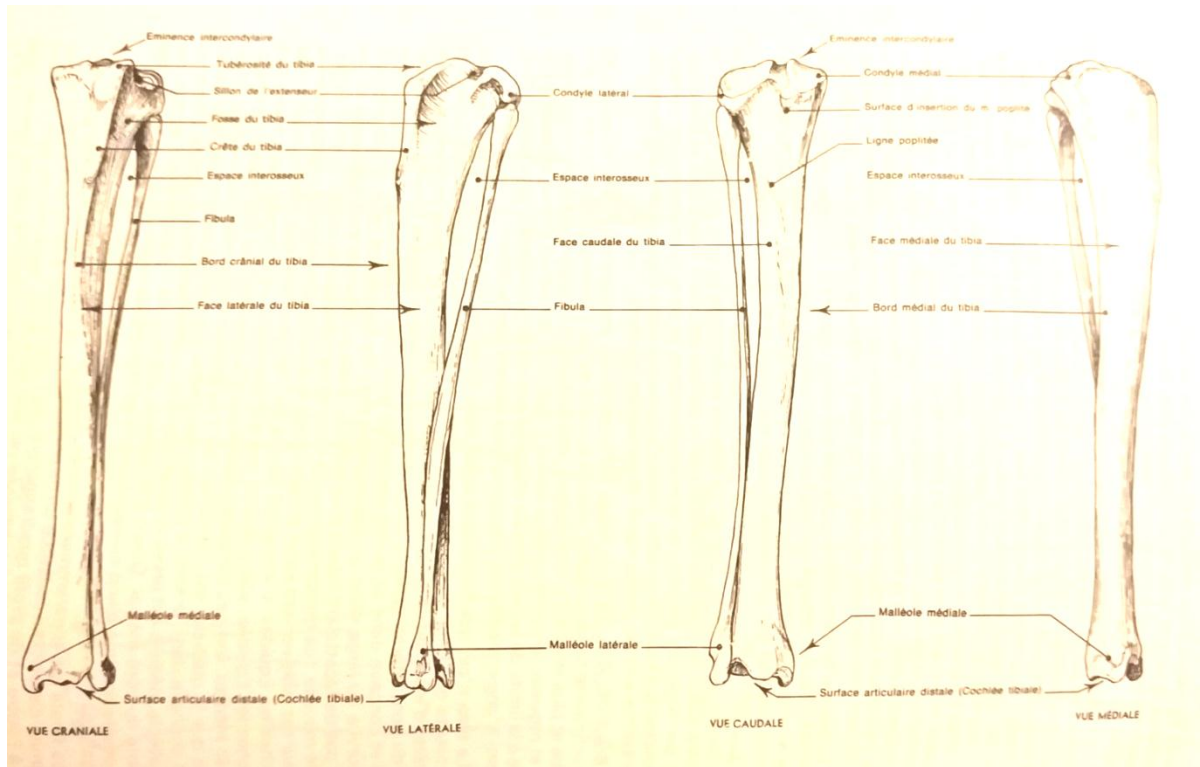
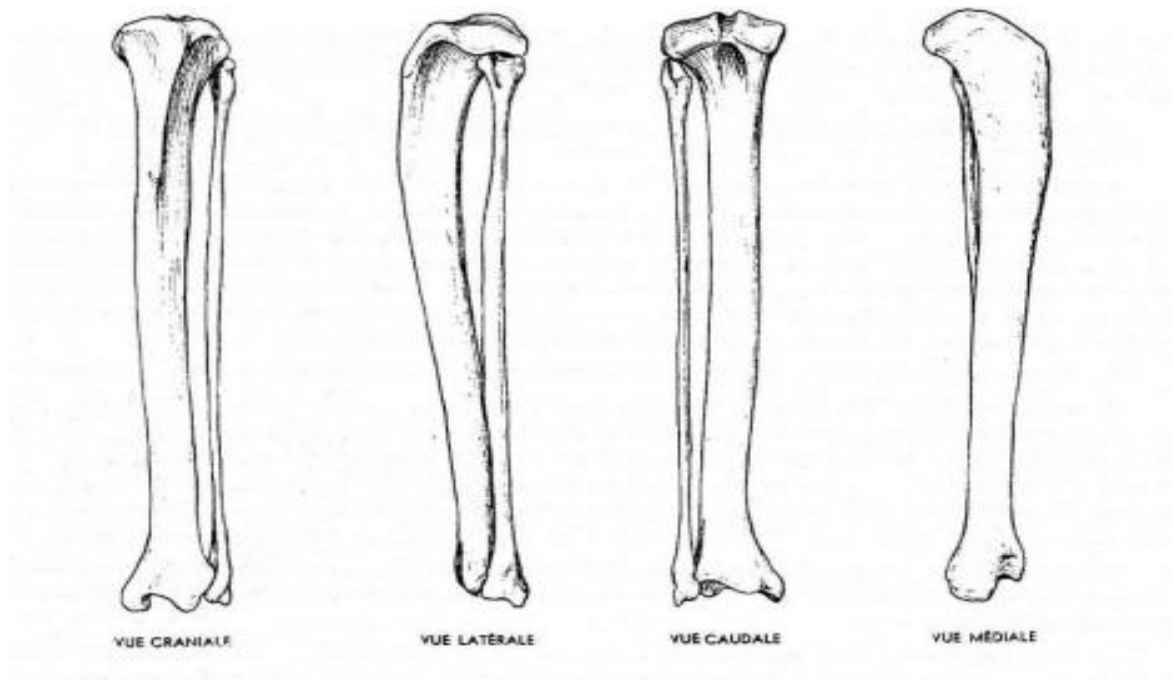


Figure N°15 : Tibia et fibula gauches de chien (Barone, 1999).

B.4.2. tibia et fibula du Chat:

*Le tibia est beaucoup moins incurvé en S, mais sa partie proximale est courbée du côté caudal. Sa crête est moins saillante et un peu plus prolongée que chez le Chien. L'éminence intercondyloire est plus basse encore et le sillon de l'extenseur pratiquement absent. L'extrémité distale est plus large que chez le Chien, avec des gorges plus étendues et une malleole médiale plus volumineuse et plus saillante distomédialement. (Barone, 1999).

* La fibula, à peu près rectiligne, n'est pas accolée au tibia, de sorte que l'espace interosseux descend jusqu'à l'extrémité distale de la jambe alors qu'il est limité à la moitié proximale chez le Chien. Le bord crânial du corps est tranchant alors que le bord caudal est arrondi ou élargi, de façon à ébaucher une petite face. L'extrémité proximale est plus large en proportion que chez le Chien, fortement excavée à sa face latérale, articulée au revers distal du condyle latéral du tibia. L'extrémité distale est aussi plus large et le tubercule qui sépare les deux sillons tendineux forme une forte épine. (Barone, 1999).



FigureN°16 : tibia et fibula gauches de chat (Barone, 1999).

Chapitre II
Affections de l'os
(les fractures et le rachitisme)

II. les Fractures et le Rachitisme :

A1. Etude clinique des fractures :

A1.1. Définition:

Une fracture est une solution de continuité complète ou incomplète de l'os ou du cartilage. Une fracture s'accompagne de lésion plus ou moins graves des tissus mous environnant, notamment des vaisseaux sanguins, et de troubles fonctionnels du système locomoteur (Brinker, 1999).

A1.2. Causes pré disposantes :

A1.2.1 L'âge de l'animal

Les fractures touchent surtout les jeunes car ils sont plus vifs et leur ossature est plus fragile, notamment au niveau des cartilages de croissance où il se produit un décollement, une disjonction épiphysaire. (Brinker, 1999).

A1.2.2. L'alimentation

L'alimentation intervient en cas d'énorme déséquilibre alimentaire, comme lors de déséquilibre phosphocalcique, ou lors de régime « tout viande ». On a alors une fragilisation osseuse. C'est un cas de plus en plus rare. . (Brinker, 1999).

A1.2.3.Le contexte zootechnique

- Celui-ci intervient selon le mode de vie de l'animal : exemple du chien qui passe ses journées sur le canapé à l'inverse du chien de chasse ; et suivant s'il vit seul ou en meute. (Genevois, 2004)

-Traumatisme atteignant directement l'os (chute, choc).

-Traumatisme indirect : les forces sont transmises a travers l'os ou les muscles jusqu'en un point éloigné ou se produit la fracture (fracture du col du fémur, fracture des condyles de l'humérus ou du fémur)(chez cheval les tendons).(Brinker,1999).

A1.2.4.autres causes :

- Affection osseuses : certain affections osseuses entraînent une destruction de l'os ou une fragilisation de celui-ci à un point tel qu'un traumatisme banal peut provoquer une fracture (tumeurs de l'os, troubles métaboliques).

-Mise à l'épreuve répétée :les fracture de fatigue se rencontrent le plus souvent chez les petits animaux, sur les os du pied ou de la main(métacarpes ou métatarses chez les lévriers de cours).

(Brinker, 1999).

A1.3. Pathogénie :

A1.3.1. Principes de biomécanique osseuse :

La biomécanique des fractures étudie les forces qui se sont exercées sur l'os au moment de sa rupture et leurs conséquences sur les caractéristiques des traits de fracture ainsi que les possibilités de cicatrisation. (Autefage, 1997 ; Schiltz, 1988 ; Roe, 1998).

L'activité physique induit un ensemble complexe de forces appliquées aux os. Ces forces sont de trois types :

- forces externes dues au poids du corps.
- forces internes provoquées par les contractions musculaires.
- forces internes générées par les réactions entre les os.

Lors d'application de contraintes modérées, la déformation osseuse n'existe que pendant le temps d'application de cette contrainte. Une fois cette dernière supprimée, l'os reprend forme et . Quand le système osseux est soumis à de sévères sollicitations, les contraintes exercées deviennent extrêmement fortes, donnant des déformations osseuses ou des fractures osseuses. Les facteurs déterminant ces deux atteintes sont :

- la direction et l'amplitude des forces appliquées.
- la taille et la géométrie de l'os concerné.
- les propriétés mécaniques des tissus constitutifs de l'os.

Le comportement des os longs est différent selon l'application de contraintes axiales, telles que traction et compression, ou de contraintes de type flexion et torsion. La configuration géométrique des os les prédispose à résister aux forces exercées dans une direction particulière. De plus, les propriétés mécaniques des tissus constitutifs de l'os déterminent leur réponse aux contraintes appliquées. Par exemple, un os ostéoporotique se déforme et casse plus que le même os normal et ce, pour de moindres contraintes appliquées. (Autefage, 1997 ; Schiltz, 1988 ; Roe, 1998).

A1.3.1.1. Contraintes et déformations :

On appelle contrainte le rapport force appliquée par unité de surface. Ceci exprime donc l'intensité de la force appliquée localement. On appelle déformation le rapport de l'allongement obtenu sur la longueur initiale. La déformation en un point est proportionnelle à la contrainte appliquée en ce point. Cette relation mathématique reflète le comportement mécanique de la structure considérée. Si l'ensemble de la structure est soumis à des forces violentes, contraintes et déformations peuvent localement dépasser les capacités mécaniques supportables en ce point, d'où possibilité de détresse locale et de fracture. Une contrainte normale (c'est-à-dire parallèle à l'axe de la structure testée) peut être appliquée en traction ou en compression. Une contrainte en cisaillement peut être appliquée dans n'importe quelle direction parallèle à la surface du cube. Généralement, si le tissu osseux est bien minéralisé, l'os sera résistant aux contraintes et il en résultera de faibles déformations. Si le matériau osseux est moins résistant, les mêmes contraintes provoqueront des déformations plus importantes. (Schiltz, 1988).

A1.3.1.2. Propriétés mécaniques de l'os :

Le comportement fracturaire des os longs est dépendant des propriétés mécaniques du matériau osseux constitutif. Les os longs sont composés de deux formes osseuses d'arrangement structural différent :

- l'os cortical ou compact (diaphyse des os longs) ;
- l'os spongieux ou trabéculaire (métaphyse et épiphyse).

La composition chimique de l'os cortical est identique à celle de l'os spongieux. L'os spongieux se présente sous l'aspect d'un important réseau tridimensionnel de ponts et de lamelles osseux comportant des pores de communication entre les alvéoles ainsi formées. La distinction entre os compact et os spongieux peut être basée sur la porosité de l'os (proportion de volume occupée par du tissu non minéralisé). La porosité de l'os cortical varie de 5 à 30%, alors que celle de l'os spongieux varie de 30 à plus de 90 %. (Schiltz, 1988).

A1.3.1.2.1. Os cortical :

L'os cortical est un matériau complexe. L'expérience montre que les propriétés mécaniques de l'os cortical varient avec son mode de chargement. L'os cortical absorbe plus d'énergie lors de contraintes rapides que lors de contraintes lentes. Dans les conditions physiologiques, la vitesse de déformation de l'os est inférieure à 0.01 sec⁻¹ (l'os subit une déformation toutes les 0.01 seconde, ou la déformation de l'os se produit à une vitesse de 0.01 mètre par minute). Lors de fracture, cette vitesse peut dépasser 10 sec⁻¹ (c'est-à-dire que la déformation de l'os se produit à une vitesse de 10 m/min) ; le point de rupture est ici dépassé et

la fracture survient. Lorsqu'un matériau voit ses propriétés mécaniques varier avec la vitesse d'application des contraintes, on parle de matériau viscoélastique.

Le comportement mécanique du tissu osseux cortical est également dépendant de l'orientation du chargement par rapport à l'axe général de la microstructure osseuse. Ainsi, l'os cortical est plus résistant et plus rigide dans une direction longitudinale (direction des ostéons) que dans une direction transverse d'application des contraintes. Les os longs résistent mieux aux contraintes selon leur grand axe que selon leur section. Les matériaux tels que l'os cortical, dont les propriétés mécaniques varient selon la direction des contraintes qui leur sont appliquées, sont dits anisotropes. (Autefage, 1997 ; Schiltz, 1988 ; Roe, 1998).

*Réponses spécifiques à la traction, à la compression et au cisaillement

Les spécimens chargés longitudinalement en traction ou compression résistent mieux aux contraintes que ceux chargés transversalement. De plus, le chargement nécessaire pour provoquer une fracture est plus élevé en compression qu'en traction, et ce, que le chargement soit longitudinal ou transversal. L'os cortical résiste donc moins bien à la traction qu'à la compression. En résumé, l'os cortical :

- résiste mieux aux chargements axiaux qu'aux chargements transversaux ;
- résiste mieux en compression qu'en traction.

Ces deux caractéristiques de l'os cortical permettent de mieux comprendre les mécanismes fracturaires lors de cas cliniques. (voir paragraphe b)

*Comportement en fatigue

In vivo, l'os est soumis à des contraintes cycliques (marche, saut, course, etc.). Ces contraintes atteignent des valeurs inférieures à celles provoquant des fractures lors de traumatismes. Toutefois, l'exercice répété ou prolongé induit des traumatismes microscopiques. Si ces dommages sont accumulés plus rapidement qu'ils ne sont réparés par les processus physiologiques, une fracture par fatigue peut survenir.

Mécaniquement, la fracture est une défaillance progressive du matériau due à une intervention cyclique ou fluctuante. Soumis à des charges cycliques, le matériau se rompt pour des contraintes inférieures à celles provoquant une fracture par application d'une charge simple. Ce mode de fracture a été incriminé dans certains désordres dégénératifs de l'os tels que : fractures secondaires à la mise en place d'implants osseux, fractures du chien de sport, entre autres. (Autefage, 1997 ; Schiltz, 1988 ; Roe, 1998).

A1.3.1.2.2. Os spongieux :

La différence majeure entre l'os cortical et l'os spongieux est le degré de porosité. L'os spongieux se comporte en fait comme de nombreux matériaux utilisés pour absorber les énergies d'impaction. Retenons que l'os spongieux a une capacité d'absorption d'énergie moindre en traction qu'en compression. (Autefage, 1997 ; Schiltz, 1988 ; Roe, 1998).

B1.Modes de fracture :

Le type de fracture d'un os est sous la dépendance directe du type de forces qu'il subit. Ces forces peuvent être regroupées en 5 grands types qui peuvent s'associer entre eux : il s'agit des forces de traction, de compression, de torsion, de flexion et de cisaillement. (Roe, 1998).

B1.1.Traction :

Les forces de traction (aussi appelées forces de tension) surviennent lorsque deux forces de sens opposé agissent sur l'os. La contrainte en traction est maximale dans un plan orthogonal à l'axe des forces appliquées, générant de ce fait une fracture transverse dont le trait est perpendiculaire à la force exercée. Ces fractures surviennent généralement à la hauteur des processus soumis à des tractions du fait de leurs insertions tendineuses ou ligamentaires : c'est le cas par exemple de l'olécrâne. (Roe, 1998).



Figure N°17: Fracture par traction (Roe, 1998).

B1.2.Compression :

L'application de forces de compression à un os devrait en théorie provoqué des fractures transverses, les contraintes maximales étant situées dans un plan perpendiculaire aux forces exercées. Cependant, en raison du caractère anisotropique de l'os, des forces de cisaillement

viennent s'ajouter aux forces primitives et il s'en suit un trait de fracture oblique d'environ 60° par rapport à l'axe longitudinal (soit une angulation d'environ 30° par rapport à l'axe de l'os). Pour un os spongieux, il se produit un tassement par écrasement des trabécules (comme cela peut se voir sur une fracture vertébrale). (Roe, 1998).



Figure N° 18: Fracture par compression (Roe, 1998).

B1.3.Torsion :

Lors de l'application de forces de torsion, il se produit, selon une génératrice spiroïde, des forces de traction et de compression qui tendent à créer un trait de fracture qui a la forme d'une spirale. Compte tenu du mécanisme d'action, il est très fréquent que des traits de refend soient présents dans le prolongement des extrémités de la spire sur chacun des fragments.(Roe, 1998).



Figure N°19 : Fracture par torsion (Roe, 1998).

B1.4.Flexion :

L'application de forces de flexion induit des forces de traction du côté convexe et des forces de compression du côté concave. L'os étant moins résistant à la traction qu'à la compression, la fracture s'initie en surface du côté convexe selon un axe perpendiculaire au grand axe de l'os (fracture transverse lors de traction). Du côté concave, les forces de compression induisent un trait oblique de part et d'autre isolant ainsi une esquille dite en « aile de papillon ». Il arrive souvent que ces forces de flexion soient associées à des forces de compression longitudinales (mode de chargement mixte). C'est le cas d'un os naturellement incurvé soumis à une compression axiale. L'accroissement des forces de compression est responsable de l'augmentation de taille de l'esquille. (Roe, 1998).

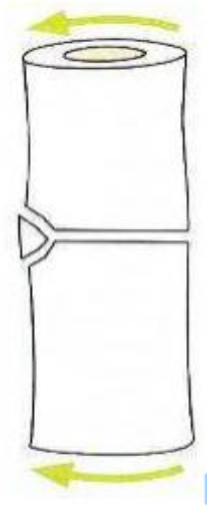


Figure N°20 : Fracture par flexion (Roe, 1998).

B1.5.Cisaillement :

Il existe plusieurs fractures typiques qui résultent de l'application de forces de cisaillement. Il s'agit le plus souvent de forces axiales qui s'exercent selon des modalités particulières, comme par exemple les fractures du condyle huméral latéral chez le Chien en raison de la configuration anatomique particulière. Dans ce cas, lors de la réception sur le membre antérieur après un saut ou une chute, les forces axiales de compression sont transmises par l'intermédiaire du radius au condyle huméral latéral. En raison de sa position en console, le condyle latéral est soumis à des forces de cisaillement qui se concentrent dans la zone intercondylienne et sur l'épicondyle latéral. Notons que c'est la fracture du coude la plus fréquente chez le jeune. (Roe , 1998).

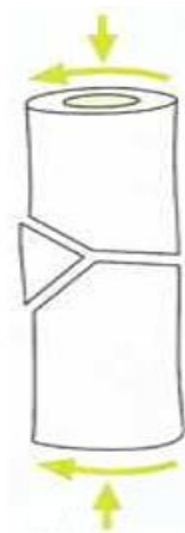


Figure N°21: Fracture mixte (forces de compression et de flexion) (d'après Roe, 1998).



Figure N°22: Représentation schématique d'une fracture du condyle huméral latéral chez le chien (Autefage, 1997).

C .Fracture et énergie :

L'os soumis à une force absorbe de l'énergie durant sa déformation et il la restitue brutalement au moment de la fracture. Cette restitution d'énergie se traduit par la formation et la propagation d'un ou plusieurs traits de fracture. Le nombre et la forme de ces traits dépendent beaucoup de la vitesse à laquelle les forces ont été appliquées. La vitesse de l'élément vulnérant joue un rôle majeur dans la constitution du foyer de fracture. Pour résumer, plus la vitesse d'application des forces est grande, plus l'énergie emmagasinée est importante et plus les fractures sont comminutives avec des lésions importantes des tissus mous environnants. Les fractures résultant d'un traumatisme à grande énergie sont donc plus comminutives et plus

sujettes à complications (lésions des tissus mous) que les fractures induites par des forces de faible énergie.

A partir de ce principe de base, il est possible de classer les fractures en 4 groupes :

Energie du traumatisme	Description de la fracture
Faible énergie	Fracture spiroïde ou oblique courtes Déplacement inférieur à la largeur d'une diaphyse
Moyenne énergie	Fracture à petite comminution Ou déplacement égal à la largeur de la diaphyse
Haute énergie	Fracture avec comminution sévère Ou fracture multifocale Ou avec présence d'une perte de substance osseuse
Très haute énergie	Fracture par arme à feu ou écrasement

Tableau N° 02 : typage des fractures en fonction de la puissance du traumatisme

Les mécanismes d'apparition des fractures associent souvent différents types de forces (compression, torsion, etc.), créant ainsi des traits de fracture plus ou moins complexes. Il n'en demeure pas moins que la réponse de l'os à un type de force est univoque. L'étude détaillée des clichés radiographiques permet de déterminer le type de forces qui sont exercées sur l'os au moment de la fracture et quels sont les risques potentiels de complications liées à l'énergie du traumatisme initial. (Autefage, 1997).

D. Classification des fractures (lésions du tissu osseux) :

D.1.Suivant le trait de fracture :

Si on a deux fragments distincts, on parle de fracture complète. Dans les autres cas on parlera de fracture incomplète ou partielle (fêlure, fracture en bois vert); celle-ci ne concerne que les jeunes animaux. Lors de fracture complète, on dit qu'elle est parcellaire s'il existe un petit et un grand fragment. Une fracture peut être épiphysaire, métaphysaire, diaphysaire ou mixte. Suivant le trait de fracture, on aura une fracture transverse, en biseau, spiroïde. Elle sera qualifiée de simple si elle est constituée de deux fragments osseux, de complexe s'il y a plus de deux fragments (fracture esquilleuse ou fracture comminutive). (Genevois, 2004 ; Gary Clayton Jones, 1998).

D.2.En fonction du déplacement des fragments osseux

Un déplacement ne peut avoir lieu que si la fracture est complète (sinon c'est qu'il s'agit d'une fêlure). Le déplacement est dû, tout d'abord, à la contracture musculaire qui est immédiate et réflexe, et qui tire sur les fragments osseux. Le déplacement peut aussi être dû au choc. Il

existe 6 types de déplacements que l'on décrit selon le modèle d'une fracture simple médiadiaphysaire d'un os long :

- Angulation : le fragment distal est basculé et forme un angle par rapport à l'axe diaphysaire.
- Translation : déplacement latéral du fragment distal par rapport au proximal.
- Chevauchement : glissement suivant le grand axe de l'os du fragment distal par rapport au proximal ; il entraîne un raccourcissement du rayon osseux.
- Ecartement : éloignement des deux fragments.
- Télescopage : en général, c'est le fragment distal qui s'impacte à l'intérieur du fragment proximal.
- Rotation axiale : l'extrémité de l'os tourne par rapport au grand axe. (Genevois, 2004).

D.2.1 Conséquences :

En cas de fracture, il faut toujours faire une radiographie avec au minimum deux incidences. En effet, lors de chevauchement par exemple, s'il n'y a pas de décalage, ce n'est pas visible sur une seule incidence. De plus, il faut toujours avoir la totalité de l'os sur la radio, on doit donc prendre les deux épiphyses adjacentes. (Genevois, 2004).

D.2.2.Lésions des tissus mous :

On distingue des lésions locales, près du foyer de fracture, et des lésions à distance. (Genevois, 2004).

D.2.3. Les lésions locales :

Sont déterminées par le traumatisme et par les déplacements des abouts osseux. Il faut donc immobiliser rapidement les fractures pour éviter ces lésions (nerveuses, vasculaires...) dues aux mouvements des abouts. Les lésions peuvent être celles du périoste, des muscles, des aponévroses, des vaisseaux (hématomes fracturaires), des nerfs (section ou écrasement). Par exemple, on fera particulièrement attention au nerf radial qui croise l'humérus au tiers distal et qui est donc souvent touché lors de fracture humérale basse. On peut aussi avoir des lésions du tégument. S'il existe une interruption de la peau au voisinage de la fracture, il s'agit d'une fracture ouverte. Le pronostic est alors réservé à cause du risque de contamination bactérienne. (Genevois, 2004).

D.2.4. Les lésions à distance :

Sont la conséquence du traumatisme. Elles varient donc en fonction de l'intensité du traumatisme. On aura essentiellement des lésions thoraciques et des lésions abdominales :

- Lésions thoraciques : Ce sont les plus fréquentes : contusions pulmonaires, pneumothorax, hémithorax, péricardite traumatique, myocardite, hernie diaphragmatique. 60% des chiens et 40% des chats ayant des fractures des membres présentent des lésions thoraciques mais seulement 20% manifestent des signes cliniques. En conséquence de ceci, il est donc nécessaire de faire systématiquement une radiographie du thorax lors de fracture d'un membre.

- Lésions abdominales : rupture de vessie, lésion des urètres ou des uretères (surtout lors de fracture du bassin), hémorragie interne (après rupture du foie, de la rate, des reins). Il faut donc toujours faire un examen général (et pas seulement orthopédique) lors de fracture. (Genevois, 2004 ; Autefage, 1991).

E. Symptomatologie :

E.1.Symptômes généraux des fractures :

Ils reflètent une réaction générale de l'organisme suite au traumatisme. Ils seront donc plus ou moins prononcés en fonction de l'intensité du traumatisme : - Pas de traduction clinique, ou simple hyperthermie post-traumatique pendant 48 heures ; - Ou choc traumatique (exemple dans le cas d'un animal polytraumatisé). Le plus souvent pour une fracture isolée, les symptômes généraux sont peu marqués. (Genevois, 2004 ; Autefage, 1991).

E.2. Troubles fonctionnels des fractures :

Ils motivent la consultation chez le vétérinaire. Toute fracture entraîne une impotence immédiate en fonction de sa localisation ; pour l'appareil locomoteur, on aura une boiterie avec soustraction d'appui (boiterie « à patte cassée »). (Genevois, 2004 ; Autefage, 1991).

E.3. Symptômes locaux :

E.3.1.Mobilité anormale :

C'est un signe pathognomonique. Il correspond au fait de pouvoir entraîner un mouvement au niveau du rayon osseux en un point différent de l'articulation. Exemple pour une fracture de

l'humérus : on place nos deux mains, une sur la partie proximale, l'autre sur la partie distale au niveau du coude ; si on arrive à faire des mouvements du coude sans mouvement de la partie proximale, c'est qu'il y a une fracture. Ce signe est difficile à interpréter sur une fracture juxta articulaire. Il est inconstant et difficile à interpréter sur un rayon osseux multiple. (Genevois, 2004 ; Autefage, 1991).

E.3.2.Crépitation osseuse :

C'est également un signe pathognomonique. Il n'existe que si la fracture est complète. Il correspond au bruit ou à la sensation créée par les frottements des abouts osseux entre eux.

E.3.3.Craquement :

C'est un signe subjectif qui n'arrive qu'une fois au moment du traumatisme.

E.3.4.Déformation régionale :

Elle peut être due à un épanchement hémorragique (hématome fracturaire), pouvant être à l'origine d'ecchymoses sous la peau. Elle peut aussi être due à l'inflammation tissulaire aiguë (le membre est tuméfié et œdémateux). Elle peut enfin être causée par le déplacement d'un fragment osseux.

E.3.5.Douleur :

Elle est vive car le site de fracture est en général très innervé. Elle diminue si le membre est rapidement immobilisé mais augmente à la mobilisation. Paradoxalement parfois, on n'a pas de douleur à l'examen, c'est le phénomène d'algostase. (Genevois, 2004 ; Autefage, 1991).

E.4. Symptômes radiologiques :

Rappelons que toute radiographie doit être réalisée après un examen clinique complet. Une radio permet d'assurer le diagnostic si la fracture est incomplète, juxta articulaire, ou articulaire. Elle permet également de juger de l'importance et de la nature des dégâts osseux, de situer l'emplacement exact de la fracture, de choisir le meilleur traitement, et de faire le diagnostic différentiel avec une luxation ou une tumeur osseuse. On recherchera sur la radio : le trait de fracture, d'éventuels traits de refend (= traits de fractures secondaires partant du trait de fracture principal), la présence de fragments osseux. On prendra garde aux pièges :

- Il faut absolument connaître l'anatomie sur les radios en fonction de l'âge de l'animal ; entre autres, il faut notamment bien connaître l'emplacement et l'évolution des cartilages de conjugaison ainsi que les noyaux d'ossification.
- Il faut connaître l'emplacement des trous nourriciers. (Genevois, 2004 ; Autefage, 1991).

F. Diagnostic :

Il n'est pas compliqué dans le cas d'une fracture complète d'un membre. Il est au contraire difficile en cas de fracture incomplète d'une autre région. Les éléments pouvant nous aider au diagnostic sont les suivants :

- Les fractures sont toujours d'apparition brutale.
- Les symptômes fonctionnels sont très importants.
- Il existe certains signes pathognomoniques (cf précédemment). Rappelons l'importance des radiographies. (Genevois, 2004 ; Autefage, 1991).

G. Pronostic :

Il est toujours grave sur le plan fonctionnel, et est fonction du type de fracture et des lésions associées des tissus mous. Par exemple, une fracture pathologique sera plus grave qu'une fracture traumatique. De même, une fracture articulaire sera de moins bon pronostic qu'une fracture diaphysaire. Parmi les fractures les plus compliquées à traiter (entre autres celles du bassin...), on retrouve celles de la partie distale de l'humérus (uni ou bicondyliennes), pour lesquelles on devra particulièrement prendre garde au nerf radial qui passe dans la région. Les éléments à prendre en compte pour donner un pronostic sont :

- Le siège de la fracture sur un os donné
- L'âge de l'animal (attention notamment aux fractures des cartilages de croissance chez le jeune)
- Prendre en compte les connaissances, les compétences et le matériel du vétérinaire traitant. (Genevois, 2004).

A2. Trouble métabolique de l'os :

A2.1. Définition :

A2.1.1. Rachitisme et ostéomalacie :

L'apparition du rachitisme ou de l'ostéomalacie, affection qui persiste encore chez le chien est due à quelques exceptions près aux fautes des propriétaires et des vétérinaires. (E.j.catgott, 1979).

La division entre le rachitisme et l'ostéomalacie est arbitraire mal définie. Le rachitisme et l'ostéomalacie se caractérisent par un manque de minéralisation et même temps la matrice du cartilage ne se minéralise pas dans le cas du rachitisme. Ainsi par définition le rachitisme est limité à l'animal en croissance. Le phénomène qui se passe dans le squelette d'un animal adulte s'appelle ostéomalacie qui est due à quelques exceptions près aux fautes des propriétaires et des vétérinaires. (E.j.catgott, 1979).

B2. Etiologie :

Dans ces deux affections on retrouve des taux anormaux de calcium et de phosphore dans le sang. Cette anomalie peut être due à une carence alimentaire primaire ou à l'impossibilité d'absorber des minéraux au niveau de l'intestin, cette absorption étant sous la dépendance de la vitamine D. Lorsque les taux sanguins de phosphore et de calcium sont en dessous de la normale la croissance du squelette et le métabolisme ne se font pas correctement ; la minéralisation normale de la matrice n'est pas possible. (E.j.catgott, 1979).

C2. Signes cliniques :

On a une ancrure des pattes et un grossissement des articulations dues au ramollissement des portions métaphysaires des os longs. Souvent la boiterie est évidente et elle peut être si sévère que l'animal ne peut pas marcher. Des fractures pathologiques peuvent aussi apparaître. (E.j.catgott, 1979).

Les signes cliniques de l'ostéomalacie sont moins prononcés. La boiterie est le fait le plus important. La détorsion des côtes, des os longs ou de la moelle épinière pouvant être également apparents. (E.j.catgott, 1979).

D2.Diagnostic :

Le diagnostic est suggéré par les signes cliniques et confirmé par les radiographies. L'aspect radiographique des deux affections est très dissemblable ; on peut confondre facilement l'ostéomalacie avec l'ostéoporose.

Les lésions apparaissant dans le rachitisme sont plus prononcées dans les zones cartilagineuses qui contribuent à la croissance du squelette. C'est pourquoi les modifications dans les régions épiphysaire des os longs sont fréquentes. Les extrémités diaphysaires s'agrandissent et sont plus sclérotisées que l'os adjacent. Le cortex s'amincit et dans certaines régions il prend un aspect de coquille. L'incurvation des os peut être très apparente.

La modification dans la région épiphysaire comporte un aspect relativement hypoplasique à bords érodés ou irréguliers. La zone de calcification provisoire manque en général, due à l'impossibilité de minéraliser la matrice cartilagineuse.

Ce que l'on voit sur des radiographies, dans le cas d'ostéomalacie est moins caractéristique et l'on peut facilement le confondre avec des signes d'ostéoporose. Ces signes sont rarement confondus avec le rachitisme car la fermeture épiphysaire s'est faite.

L'ostéomalacie et l'ostéoporose se caractérisent par une augmentation de la transparence du squelette. Dans les premiers stades seuls une trabéculatation clairsemée peut apparaître.

Les examens microscopiques suggèrent que les affections rachitisme et ostéomalacie, sont semblables à l'exception qu'il n'y a pas d'atteinte du cartilage dans l'ostéomalacie.

Certains chiens présentent à la fois des signes cliniques et radiographiques de rachitisme mais ne rentrent pas carrément dans cette classification. (E.j.catgott, 1979).

E2.Traitement :

Des doses thérapeutiques de vitamines D associées à un rapport correct de calcium et de phosphore est généralement efficace dans les deux affections. (E.j.catgott, 1979).

Chapitre III

Différentes techniques de réduction des fractures

III. La consolidation des fractures:

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 musculaire 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 de la cal seraient en bonne voie. La cal masque les traits de fracture, les nerf et les vaisseaux, de plus l'hémorragie opératoire est augmenté par suite de l'activation de la circulation dans la région (Brinker et al ., 1986)

Des l'apparition de la fracture, les tissus l'entourant préparant immédiatement la réparation dont la vitesse peut être influencée par de nombreux facteurs :

- Age du patient
- Localisation et type de la fracture
- Histoire de la fracture (infection, intervention chirurgicale unique ou répétée, interruption ou insuffisance de l'immobilisation, diminution de la circulation sanguine, réduction insuffisante)
- Temps écoulé depuis la réduction et l'immobilisation
- Utilisation du membre
- Type de fixation (insuffisante, trop rigide) (Brinker et al ., 1986).

A3. Etape physiologiques de la consolidation de l'os :

La consolidation d'une fracture se déroule en trois étapes successives. Les deux premières assurent l'union des fragments osseux entre eux en constituant le cal de fracture. La troisième est la plus longue : c'est la période de remodelage au cours de laquelle l'os retrouve sa structure et sa résistance mécanique.

La connaissance des facteurs biologiques qui président à la guérison des fractures est indispensable à tout chirurgien orthopédiste tant les méthodes thérapeutiques interviennent pour une grande part dans l'évolution de la consolidation osseuse. (Autefage., 1992, Skerry., 1998). On distingue arbitrairement, pour des raisons de simplicité, trois phases évolutives successives de durées différentes qui s'interpénètrent. (Autefage, 1992).

A3.1.Phase inflammatoire :

A3.1.1. Hématome fracturaire :

Dès la constitution de la fracture, il se forme un hématome consécutif aux ruptures des vaisseaux du tissu osseux et des tissus mous périphériques. Le rôle de l'hématome dans la constitution du cal est encore discuté. Il pourrait acquérir des propriétés ostéogéniques au cours de sa maturation en raison de son envahissement par des cellules mésenchymateuses, ou tout simplement jouer un rôle passif. (Autefage, 1992)

A3.1.2. Nécrose osseuse :

La nécrose osseuse est la conséquence de l'interruption vasculaire qui accompagne la rupture du tissu osseux. Les vaisseaux médullaires sont rompus dès qu'il existe un déplacement du foyer. De même, la rupture des vaisseaux des canaux de Havers et de Volkmann est la règle à la hauteur du trait de fracture. Comme il n'existe pratiquement pas d'anastomose intra corticale longitudinale entre les vaisseaux de Havers, chaque segment osseux est considéré comme un système vasculaire clos. L'interruption de sa vascularisation est donc responsable de sa nécrose. Cette nécrose, bien que toujours présente, peut être minime dans les fractures peu ou pas déplacées et n'atteindre que quelques millimètres de part et d'autre du trait de fracture. En revanche, elle peut être considérable si le déplacement des fragments est important, s'il existe des dommages des tissus mous adjacents et si des esquilles sont totalement dépourvues d'attaches musculaires. Le traumatisme chirurgical peut encore l'accroître notablement. L'os cortical nécrosé ne peut pas participer au processus de réparation. Il doit d'abord être revascularisé et reconstitué ou bien détruit par ostéoclasie et remplacé. (Autefage, 1992)

A3.1.3 Réaction inflammatoire primitive :

Le traumatisme tissulaire et la nécrose osseuse sont responsables d'une réaction inflammatoire locale qui débute dès la constitution de la fracture et dure quelques jours. Elle se traduit par une vasodilatation et une exsudation plasmatique qui se surajoutent à l'hématome fracturaire pour déformer la région. À l'exsudation plasmatique est associée la migration leucocytaire : polynucléaires et macrophages tendent à débarrasser le foyer de fracture des débris nécrotiques non minéralisés (débris cellulaires, fragments de collagène...). Des ostéoclastes résorbent les fragments de matrice morte ainsi que l'os nécrotique des extrémités fracturaire. Cette résorption se manifeste radiologiquement par l'augmentation de l'écart inter fragmentaire plusieurs jours après la fracture. Cette phase inflammatoire aiguë essentiellement vasculaire est très brève et laisse la place à la deuxième phase : la phase de réparation (Autefage, 1992).

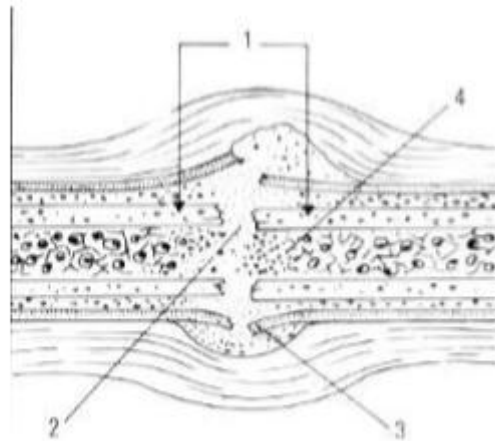


Figure N°23: Aspect du foyer de fracture quelques heures après l'accident (Autefage, 1992)

L'hématoème (2) englobe les extrémités fracturées. Il existe une nécrose cellulaire (1) qui s'étend sur quelques millimètres de part et d'autre du foyer. La réaction inflammatoire débute au niveau de la médullaire (4). (3) périoste déchiré.

A3.2.Phase de réparation :

Cette phase de réparation peut elle-même être scindée en trois stades : le stade de réparation conjonctive, le stade de réparation cartilagineuse et le stade de réparation osseuse. (Autefage, 1992)

A3.2.1.Stade de réparation conjonctive :

Ce stade débute précocement dans l'évolution d'une fracture. Il se caractérise par une prolifération cellulaire importante qui touche les cellules périostes, les cellules endostées, celles de la moelle osseuse ainsi que les cellules sanguines. L'hématoème est progressivement colonisé et remplacé par un tissu de granulation. 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. (Autefage, 1992)

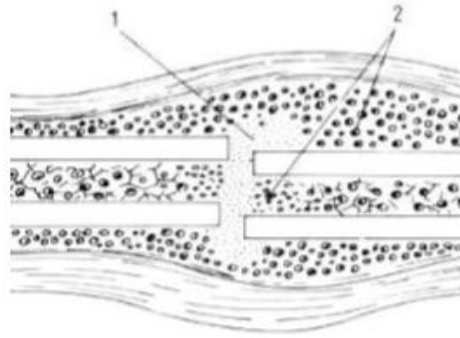


Figure N°24: Aspect du foyer de fracture, une semaine après l'accident (Autefage, 1992)

On note le développement des cellules ostéogéniques à partir de la couche profonde du périoste qui est considérablement épaissie. L'hématome (1) est progressivement colonisé par un tissu de granulation (2).

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 fibro-cartilage, soit directement vers un tissu osseux. (Autefage, 1992).

A3.2.2. Stade de réparation cartilagineuse :

Le tissu conjonctif est envahi par des cellules mésenchymateuses indifférenciées dont l'origine est discutée. Lorsque ce tissu conjonctif est soumis à une certaine mobilité, ces cellules se transforment en chondroblastes et non pas en ostéoblastes. En effet, le développement des chondroblastes exige moins d'oxygène que celui des ostéoblastes. Le tissu cartilagineux est mieux adapté à l'hypoxie que le tissu osseux. Ainsi si la Pression O₂ est faible, les cellules se transforment en chondroblastes ; inversement, si la Pression O₂ est élevée, elles donnent naissance à des ostéoblastes. La persistance d'une mobilité des fragments osseux (fracture mal stabilisée) est responsable du cisaillement des vaisseaux et limite l'apport d'oxygène. Les cellules mésenchymateuses se transforment alors en chondroblastes qui sécrètent le collagène et la matrice protéique d'un cartilage et transforment par endroits le tissu conjonctif en tissu cartilagineux. Ainsi, lors d'instabilité relative d'une fracture, le cal fibro-cartilagineux succède au cal conjonctif avant la phase de réparation osseuse. (Autefage, 1992).

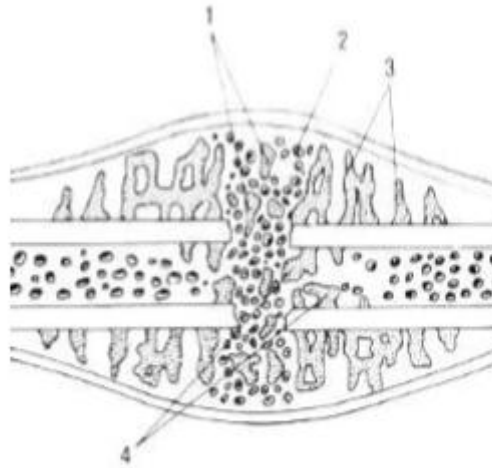


Figure N°25: Aspect du foyer de fracture, 3 à 4 semaines après l'accident (Autefage, 1992)

Le tissu de granulation a été remplacé par un tissu cartilagineux (2). De l'os immature (1) commence à se former au sein du cartilage selon le processus d'ossification endochondrale. Le cal périosté (3) se développe de part et d'autre du trait de fracture. Dans le même temps, le cal endosté (4) obture le canal médullaire.

A3.2.3. Stade de réparation osseuse :

Ce stade d'ossification de la cal peut se faire de deux manières : soit directement, soit après le stade fibrocartilagineux. Dans le premier cas, on assiste à un phénomène d'ossification en milieu conjonctif. Lorsque la pression de l'oxygène tissulaire est suffisante, les cellules mésenchymateuses du tissu conjonctif se transforment en ostéoblastes, qui sécrètent alors le collagène et la substance fondamentale osseuse qui se minéralise secondairement. Le tissu osseux peut aussi remplacer le cartilage. Cette transformation se réalise selon un mode comparable à l'ossification endochondrale. Le front d'ossification progresse depuis l'extrémité des abouts fracturaires jusque vers le centre de l'espace interfragmentaire qui est comblé par du cartilage. Il s'agit d'une minéralisation de la substance fondamentale du cartilage qui est ensuite colonisée par des néovaisseaux et des ostéoclastes qui la détruisent. À la place se construit un os nouveau. (cf 1ère partie) Que l'ossification se réalise directement à partir du stade conjonctif ou à partir du stade fibrocartilagineux, l'os ainsi formé est, dans tous les cas, un os primitif, immature, non lamellaire dont l'architecture n'est pas organisée. (Autefage, 1992).

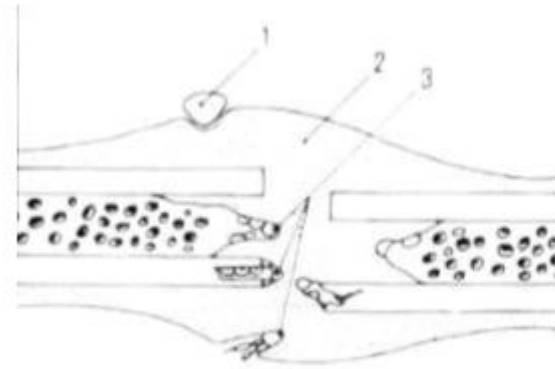


Figure N°26: Aspect du foyer de fracture, plusieurs mois après le traumatisme (Autefage, 1992)

L'os immature (2) du cal provisoire orienté perpendiculairement aux ostéons diaphysaires unit les extrémités fracturaires. Il est progressivement résorbé et remplacé par un os lamellaire convenablement orienté. Des ostéoclastes (1) résorbent le cal périphérique en excès. Le canal médullaire est reperméabilisé. (3) cône de forage ostéoclastique.

Ce cal composé d'os immature est ensuite progressivement transformé en os lamellaire adulte de manière à reconstituer soit un tissu osseux spongieux, soit un tissu osseux compact suivant la localisation de la fracture. Ce phénomène appartient déjà à la troisième phase.

Remarque : La cicatrisation d'une fracture s'accompagne d'une diminution progressive de la mobilité des fragments en raison de la mise en place de tissus dont la résistance mécanique est croissante. (Autefage, 1997).

	Elongation	Angulation
Tissu de granulation (conjonctif)	100 %	40°
Cartilage	10 %	5°
Os	2 %	0.5°

Tableau03 : Capacité d'élongation et d'angulation des tissus composant le cal de fracture (Autefage, 1997).

A3.3. Phase de remodelage :

Cette dernière phase commence avant que ne se termine la phase de réparation et dure plusieurs mois ou plusieurs années. Il s'agit d'un double phénomène de destruction et de reconstruction osseuse, suivant le schéma du remaniement osseux physiologique : résorption des portions de cal inutiles ou inefficaces, et renforcement des zones mécaniquement actives. Les ostéoclastes creusent l'os immature, formant des cônes de forage qui amènent avec eux des néovaisseaux accompagnés d'ostéoblastes. Ces derniers déposent un os nouveau lamellaire correctement orienté. Ce remodelage du cal aboutit à la reconstruction d'une corticale, au recreusement de la cavité médullaire, à la disparition progressive des aspérités du cal. Si la réduction des fragments a été bonne, l'os reprend à terme sa forme initiale. Seul subsiste un léger épaissement des corticales en regard du foyer de fracture. À l'opposé, le remodelage du cal ne peut pas, chez l'adulte, aboutir à une correction du cal vicieux. Il ne peut pas, en effet, corriger les déformations liées à l'angulation, à la rotation ou au raccourcissement, d'où la nécessité d'une réduction correcte des fractures. (Autefage , 1992 ; Genevois , 2004).

A3.4.Particularités de la consolidation osseuse chez le jeune :

Chez le jeune, qui présente des corticales fines et un os élastique, la consolidation se fait essentiellement par un cal périosté. Rappelons que chez le jeune le périoste est épais et richement vascularisé ; l'élasticité de l'os assure une certaine instabilité propice à la formation du cal périosté. Ce type de cal permet de combler des espaces interfragmentaires relativement importants. Il se forme très rapidement (en quelques semaines) et supporte de grandes angulations du fait de son élasticité. Son remodelage est important et rapide. Les possibilités de correction des défauts angulaires sont également importantes, sous l'action du remodelage et de l'activité des plaques de croissance. (Drapé, 1992 ; Latte, 1997) ; Le cal endosté est également un élément de la consolidation des fractures du jeune, mais il ne peut être mis en évidence à l'aide d'une radiographie car son image est masquée par celle du cal périosté.

La consolidation des fractures épiphysaires se traduit essentiellement par une reprise de la vascularisation et de l'activité des cellules souches de la plaque de croissance. Dans de bonnes conditions de vascularisation, cette cicatrisation est rapide (3 semaines). La consolidation et le pronostic de ces fractures sont fonction de leurs types décrits par Salter et Harris (Drapé, 1992).

Du côté épiphysaire de la plaque de croissance, la prolifération cellulaire continue alors que la calcification est interrompue : l'épaisseur du cartilage augmente donc. Le phénomène d'ossification du cartilage reprendra après réduction, soit de façon normale et la consolidation sera acquise en 15 jours, soit au sein de la couche hypertrophique et la consolidation demandera

un mois environ. Du côté métaphysaire, le cartilage de conjugaison s'épaissit par interruption de la vascularisation ; si les cellules de la couche germinative ne sont pas lésées, la calcification reprendra vers le 15ème jour ; une lésion peu étendue pourra être réparée par les cellules voisines. Si cette destruction des cellules-souches est étendue et que la plaque sous-chondrale est rompue, la communication entre les réseaux vasculaires épiphysaire et métaphysaire est possible et aboutit à la constitution d'un pont d'os cortical : il y a formation d'une épiphysiodèse, qui pourra être à l'origine de graves complications. En général, la consolidation d'une fracture de type Salter I, II, III ou IV s'effectue deux fois plus vite que celle d'une fracture diaphysaire intéressant le même os. (Chancrin, 1994).

A3.5. Cicatrisations par première et par seconde intention :

Dans la cicatrisation par seconde intention, il y a, comme nous venons de le voir, formation d'un cal de fracture. Les conditions requises pour qu'une telle cicatrisation ait lieu sont :

- une contention efficace des fragments osseux.
- une réduction « correcte » (présence d'au moins un point de contact entre les fragments) .
- un foyer stérile.

La cicatrisation par première intention (« per primam »), ou cicatrisation osseuse angiogène primaire, se caractérise par l'absence de cal osseuse. Ce type de cicatrisation est beaucoup plus exigeant ; il nécessite :

- une réduction anatomique idéale (pas de perte de substance sauf en cas de greffe) .
- une contention parfaite après réduction de la fracture.
- une mise en pression positive, qui améliore la stabilité du foyer de fracture.
- un foyer parfaitement stérile.
- l'intégrité des tissus mous périphériques, car ils participent à l'apport vasculaire.

A la radiographie, il n'y a pas de cal. (Genevois, 2004 ; Autefage, 2004 ; Barthez, 1991)
L'ostéosynthèse par plaques vissées a pour but d'obtenir une cicatrisation de l'os « per primam » caractérisée par le dépôt d'emblée d'os lamellaire dans le trait de fracture sans passage par un cal quelle que soit sa forme (cal fibreux, fibrocartilagineux ou osseux). Toute apparition de cal périosté au cours de l'évolution d'une fracture réparée à l'aide d'une plaque rigide signe la perte de la stabilité des éléments fracturaires. (Autefage, 1992).

B3. Protocole thérapeutique et chirurgical :

B3.1. Type réduction des fractures :

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

B3.1.1. Réduction à 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 (chat. Petits chiens). (Brinker, 1986).

Voici quelques méthodes recommandées :

1 application d'une extension, d'une contre-extension et d'une translation.

2 application d'une extension, d'une contre-extension et angulation.

3 utilisation du poids de l'animal pour réaliser la traction et la contre-extension et fatiguer les muscles spasmodiques. Dix à trente minutes peuvent être nécessaires pour fatiguer les muscles de façon à permettre la manipulation et la réduction de la fracture.

4 utilisations de l'extenseur de Gordon. La fatigue des muscles et leur relâchement s'obtiennent le mieux en augmentant progressivement la traction sur une période de dix à trente minutes.

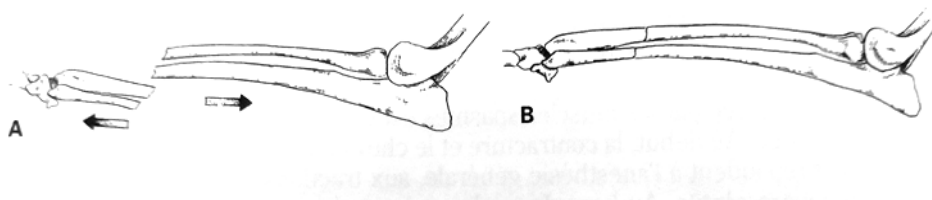


Figure N°27 : (A et B) Réduction par extension, contre-extension et translation (Brinker 1986).

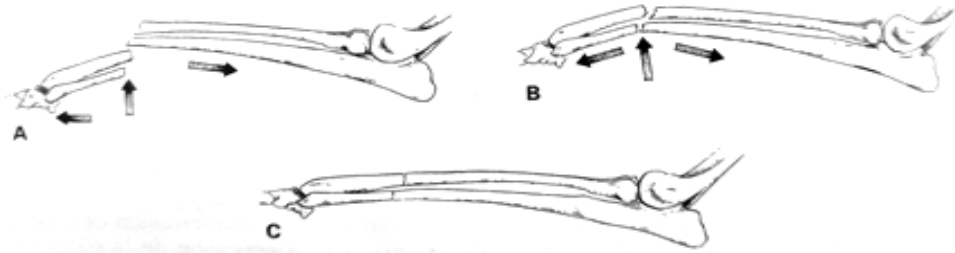


Figure N°28 : (A et C) Réduction par extension, contre- extension et angulation (Brinker, 1986).

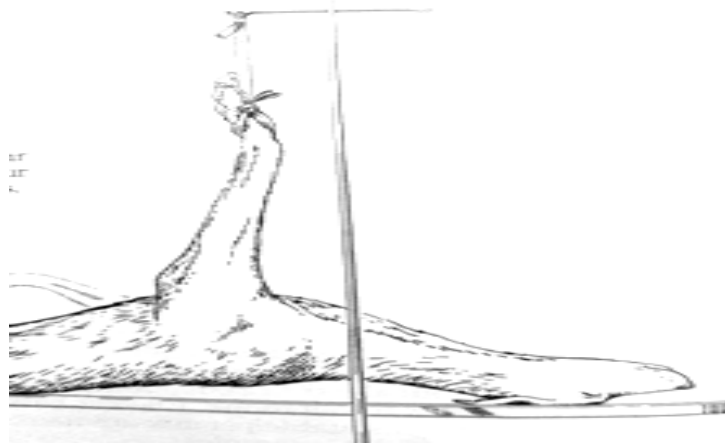


Figure N°29 : Utilisation du poids de l'animal pour l'obtention d'une extension contre – extension, pour fatiguer les muscles et lever les contractures (Brinker, 1986).

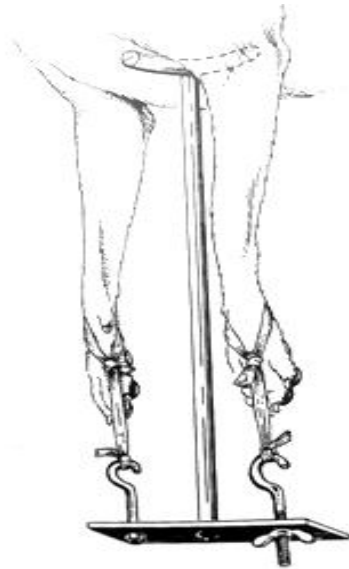


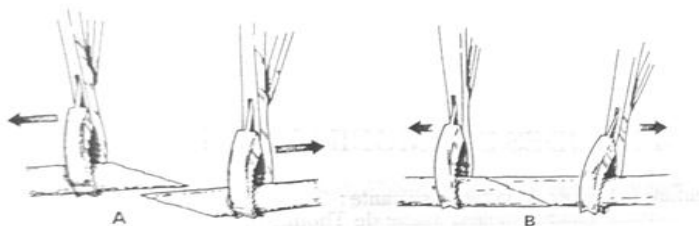
Figure N°30 : utilisation de l'extenseur de Gordon en tournant progressivement l'écrou ,on augmente la traction sur le membre atteint. L'écrou est serré environ toutes les 5 minutes pour accroître la traction. (Brinker, 1986).

B3.1.2. 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., 1986) .



Figure N°31 :(A et B) action de levier exercée au moyen d'une ostéotomie (Brinker, 1986).



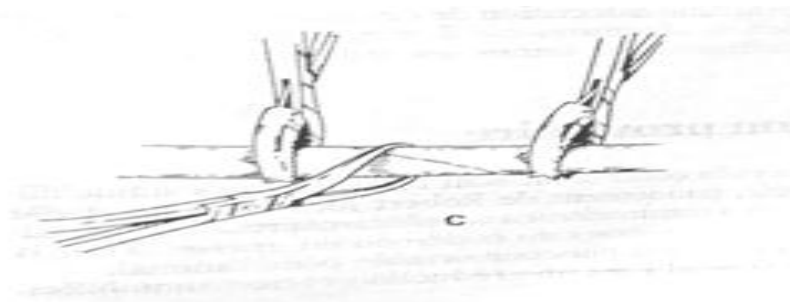


Figure N°32 : (A et B) application directe d'une force sur les deux bouts. (C) Après avoir été réalisée par extension, contre extension et rotation correctrice, la réduction des bouts peut être maintenue temporairement au moyen d'un davier réducteur pendant la mise en place du système de contention. (Brinker, 1986).

C3.Immobilisation :

L'immobilisation consiste à fixer les fragments osseux de façon à ce qu'ils restent fixes l'un par rapport à l'autre pendant le processus de réparation. Le but est de stabiliser les fragments dans une position anatomique normale et d'empêcher leur déplacement.

Les méthodes d'immobilisation peuvent être classées de la façon suivante :

- *Contention du membre ou contention provisoire (plâtre, attelles, attelle de thomas)
- *contention de l'os (fixateur externe, enclouage centromédullaire, plaque et vis osseuses, haubanage, cerclage et demi cerclage). (Brinker, 1986).

C3.1.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. (Brinker, 1986).

C3.1.1.Attelle et plâtre :

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 dispositions peuvent être utilisées 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.

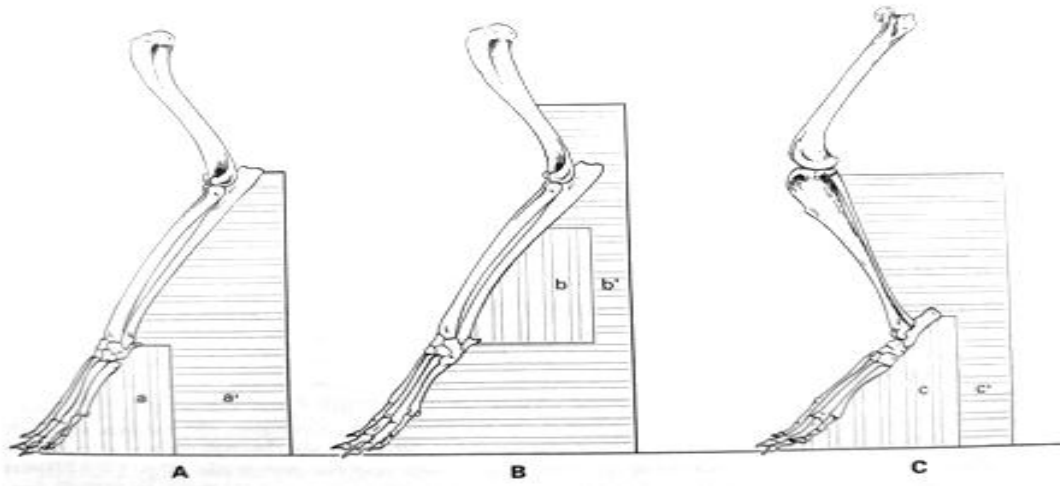


Figure N° 33: (A-C) longueurs optimales (a',b',c')des attelles ou plâtres dans les fractures des régions a,b,c (Brinker,1986).

C3.1.2. Attelle de thomas :

Cette attelle est surtout utilisée :

1. pour l'immobilisation des fractures stable situées au –dessous du coude et du grasset, elle n'est pas employée comme seul moyen de contention pour les fractures de l'humérus fémur.
2. Parfois comme dispositif d'immobilisation complémentaire d'une fixation interne.
3. Pour l'immobilisation après opération sur une articulation.
4. Pour l'immobilisation dans le traitement des lésions des articulations, des tendons et des nerfs.
5. Pour une contention temporaire. (Brinker, 1986).

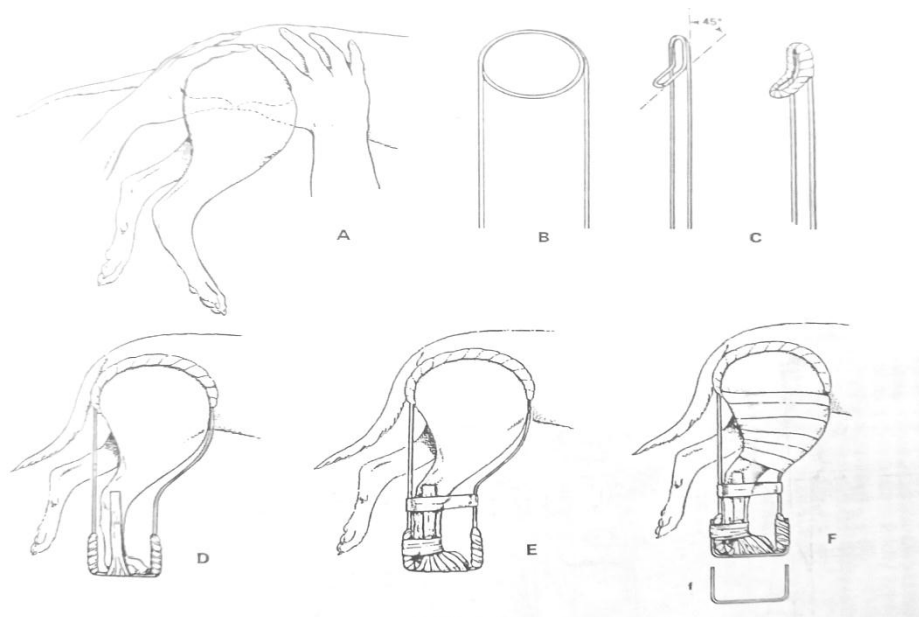


Figure N°34 : fabrication de l'attelle de thomas. Apré avoir mesuré le diamètre de la cuisse (A), on courbe la tige pour lui faire former un cercle et demi (B). (C) On incline à 45° la moitié inférieure de l'anneau ainsi formé pour lui permettre de loger l'épaisseur de la cuisse et d'éviter de comprimer les vaisseaux fémoraux. On rembourre ensuite l'anneau au moyen de mousse de plastique, de coton ou de rembourrage pour plâtre que l'on maintient au moyen de gaze et de ruban. (D) l'attelle étant poussée fermement vers le haut en région inguinale, on plie la tige caudale pour lui donner la longueur du membre, celui-ci présentant des angulation normales, doigts fléchis, en simulant la station debout. Ensuite la tige crânial est recourbée pour lui faire suivre les angulation normale du membre, doigts fléchis, simulant la station debout. (E) l'attelle étant à nouveau fermement poussée vers le haut en région inguinale, on fixe le Piet au moyen de ruban adhésif. (F) Si le chien pèse plus de 12kg, on applique une barre de marche (f). On place sur la partie proximale du membre une couche de coton et on fixe à la tige du devant au moyen de gaze et de ruban adhésif. La fixation de la tige par du ruban adhésif en région inguinale maintient le rembourrage de la cuisse en place ; dans le cas contraire, il glisse distalement et ne remplit pas son rôle. (Brinker, 1986).

C3.2. Contention de l'os :

C3.2.1. fixateurs externes :

Les fixateurs externes sont des dispositifs d'immobilisation externe des os longs formé 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 crânion-latérale de l'humérus, en face crânion-médiale du radius, en face latérale du fémur et en face médiale du tibia (Brinker et al., 1986).

- Les fixateurs de Kirschner peuvent être utilisés pour les fractures stables, ainsi que pour les fractures ouvertes et les ostéotomies correctrices.
- Le fixateur de Kirschner est en général bien supporté, quand il est correctement appliqué.

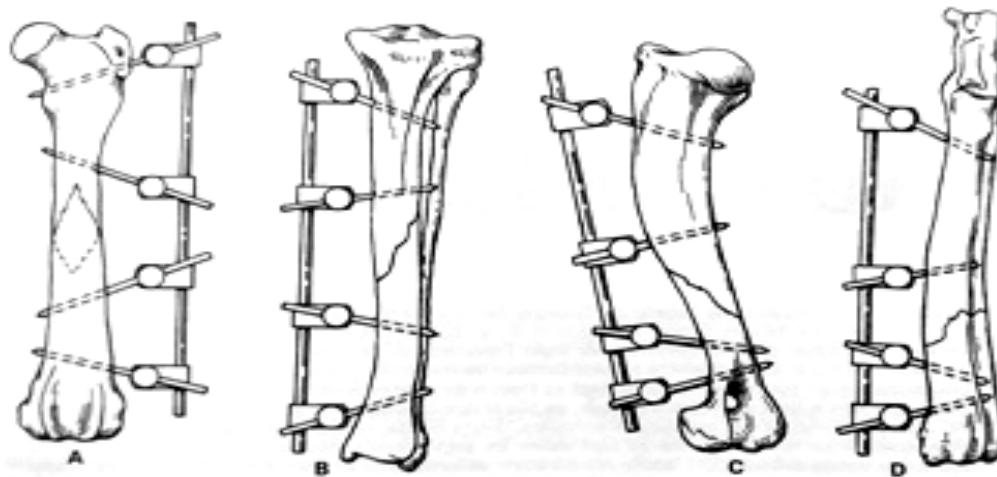


Figure N°35 : localisation préférentielle des hémifixation selon les surfaces osseuses et les tissus mous associés. (A) Face latéral du fémur.(B)Face médiale du tibia.(C) Face cranio-latérale de l'humérus.(D) Face cranio-médiale ou médiale du radius. (Brinker, 1986).

C3.2.2.Enclouage centromédullaire :

Selon leur diamètre et leur rigidité, on distingue les broches et les clous, leurs pointes peuvent être de trois types :

- Maiche (deux arêtes), moins enclin à perforer la corticale opposée et à quitter la cavité médullaire.
- Filetées, dangereuses et peu efficaces dans les enclouages centromédullaires (Duhautois, Legard, 1992).

C3.2.2.1.Les broches :

Ces cylindres d'acier chirurgical calibrés et polis ont un diamètre inférieur à 1,6mm, les broches les plus utilisées sont les broches de Kirschner. (Brinker, 1986).

C3.2.2.2.Les clous :

Les clous de Steinman de section rond 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. ,1986).

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'Una 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 :

C3.2.2.2.1.Enclouage direct ou normograde :

Le clou ne subit qu'une translation dans le sens le sens proximo-distal (enclouage direct centrifuge) ou dans le sens disto-proximal(enclouage direct centripète). (Duhautois et Legard, 1992).

C3.2.2.2.2.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 (Jackson, 1988).

C3.2.2.2.3.Différent types de clous :

C3.2.2.2.3.1.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. (Duhautois et Legard, 1992).

C3.2.2.2.3.2.Le clou de kuntscher :

Section allégée en V, 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. (Duhautois et Legard, 1992).

C3.2.2.2.3.3.Le clou verrouillé :

Section rond, pointe pyramide, de diamètre 4 à 10 mm, perforé à ses deux extrémités d'orifice permettant le passage de vis de verrouillage qui le solidarisent à l'os. (Duhautois et Legard, 1992).

C3.2.2.2.3.4. Le clou de Rocher (pour mémoire) :

Pointe pyramide, talon de diamètre constant permettant le passage d'une goupille transversale de verrouillage, il est totalement abandonné. (Duhautois et Legard, 1992).

C3.2.2.2.3.5. Le clou de Rush :

A 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 Kirschner 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, Legard, 1992).

D3. 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 :

- 1) Le cerclage ou le demi-cerclage de fil métallique.
- 2) Les fixateurs de Kirchner.
- 3) L'utilisation de deux clous ou plus, que l'on appelle habituellement enclouage fasciculé.
- 4) L'utilisation d'un fil métallique réunissant les bouts et le clou au niveau du foyer de fracture (Brinker et al., 1986).

E3. 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 celle qui agissent en compression (Schiltz, 1989).

• pour le membre postérieur :

Les fractures du grand trochanter, de la rotule, de la tubérosité tibiale, de la malléole médiale du tibia, du calcaneum et des luxations inter tarsiennes.

- **pou le membre antérieur :**

Les fractures de l'acromion, du processus coracoïde, du trochin huméral et de l'olécrane (Liska, 1985).

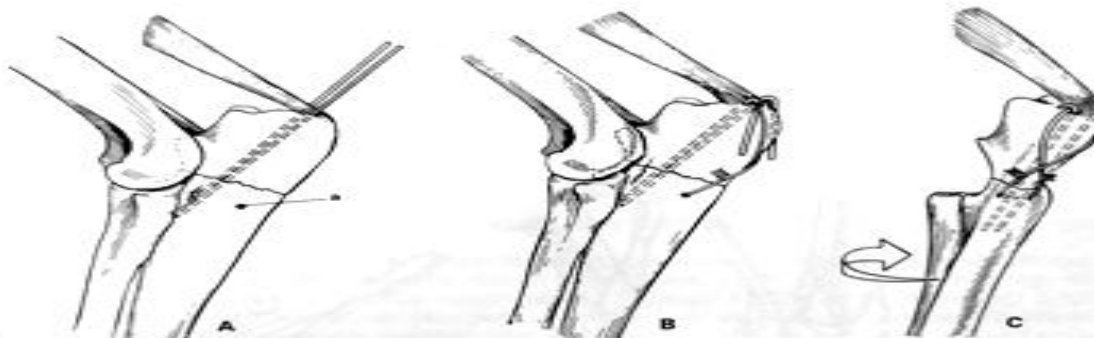


Figure N°36 : Haubanage (fixation par de kisschner et ligature métallique sous tension).(A)fracture de l'olécrane .les braches de kirschner sont insérées aux angles caudomédial et latéral de la zone d'insertion du tendon du triceps brachial. De façon idéale, les broches mordent dans la corticale craniale au dessous du processus coronoïde.on fore un tunnel osseux (a)transversal à travers le cortex caudal.(B)La ligature métallique sous tension est en place et elle tendue par torsion des deux coté du 8.En partie proximale ,la ligature doit passer à traver le tendon du triceps, près de l'olécrane. On recourbe les broches caudalement et on les coupe ;on fait tourner (C) leur extrémités de 180°de façon à les enfouir dans les tissus mous .Si les fragments d'une telle fracture ne s'imbriquent pas ou si une comminution est présente ,une fixation par plaque est nécessaire. (Brinker et al., 1986).

F. 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 comment seule méthode d'immobilisation (Brink et al., 1986).

F.1.Les cerclages :

Sont utilisés dans les situations suivantes : (Brink et al., 1986).

F.1.1Stabilisation des fêlures :

Lors de la réduction de fractures ou de mis en place d'un enclouage. (Brink et al. ,1986).

F.1.2 Fracture oblique ou spirales :

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. (Brink et al., 1986).

F.1.3 Fracture comminutives :

Susceptible d'être reconstruites. (Brink et al., 1986).

F.2. Les demi-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)
- Possibilité de prendre appui sur un clou centromédullaire (Duhautois, Legard, 1992).

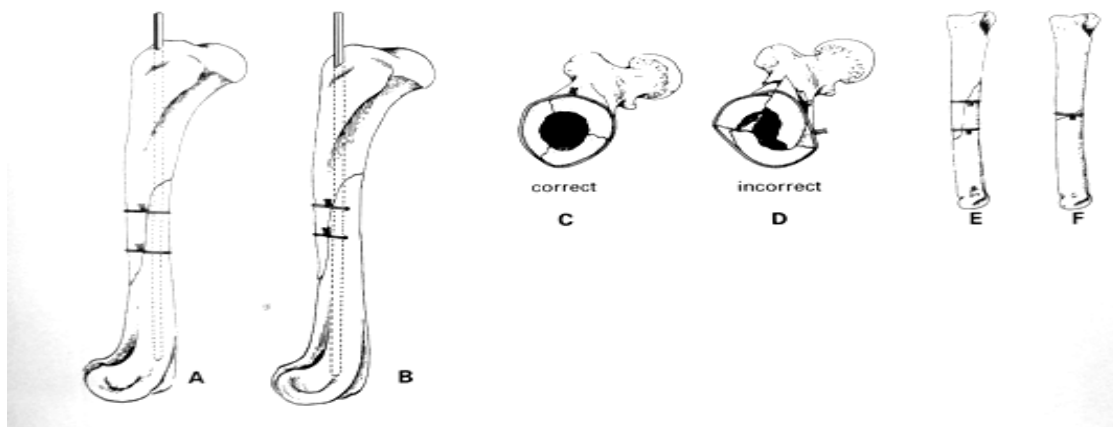


Figure N°37 : Utilisation des cerclages et hémi-cerclages. (A) cerclage double. (B) Hémi-cerclage double. (C) Utilisation des cerclages pour la réparation d'une fracture comminutive. Réduction anatomique des fragments osseux. (D) L'absence de réduction anatomique permet le déplacement des fragments osseux en dépit des cerclages. (E) Quand les cerclages sont utilisés sur des fractures obliques, la longueur du trait de fracture doit être au moins double du diamètre de l'os, autrement dit le trait de fracture doit être orienté à 45° au moins. Cela permet une compression inter fragmentaire. Par rapport à la longueur du trait de fracture oblique, les cerclages sont habituellement placés à 1 ou 1,5 cm l'un de l'autre et pas à moins de 5mm des extrémités distales et proximales du trait de fracture. (F) Si l'angle est supérieur à 45°, le serrage des fils de cerclage exerce une force de cisaillement et non de compression. (Brink et al., 1986).

G. Vis osseuses :

Les vis osseuses sont de deux types : vis à os spongieux et vis corticale :

Les premières sont utilisées pour comprimer les fragments de l'os épiphysaire et métaphysaire. Ces vis peuvent être complètement ou partiellement, leur filetage est très profond et relativement grand. Les vis à corticale s'utilisent principalement dans l'os diaphysaire. (Brink et al., 1986).

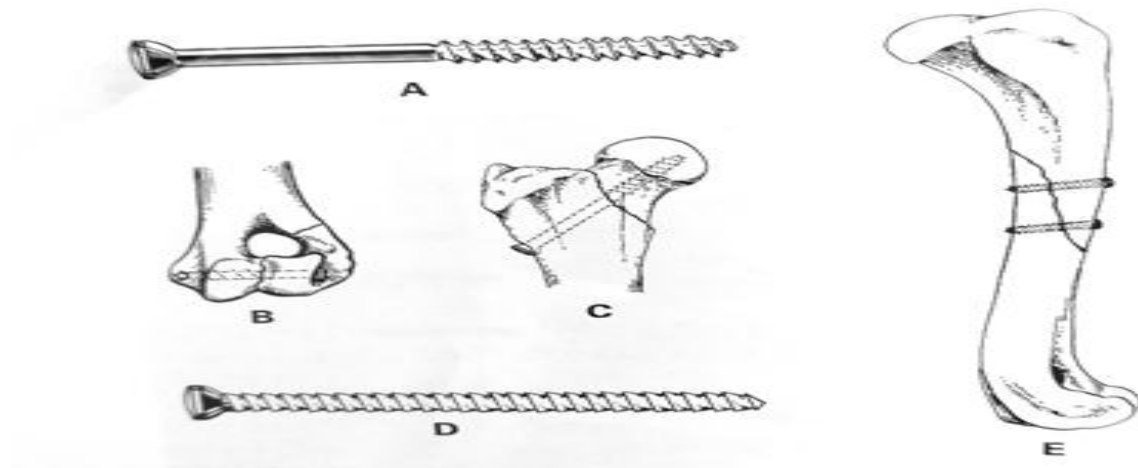


Figure N°38 : immobilisation par vis.(A) Vis à os spongieux.(B)Vis à os spongieux utilisée pour l'immobilisation d'une fracture condylienne .(C)Vis à os spongieux utilisé pour l'immobilisation d'une fracture du col du fémur.(D) Vis à os cortical.(E) Compression inter fragmentaire par vis de traction .un moyen de contention primaire (plaque, fixateur externe)vient compléter la stabilisation. (Brink et al., 1986).

Elles sont complètement filetées. Les vis sont indiquées dans les cas suivant :

G.1.Immobilisations initiales de certaines fractures :

Ces fractures se situent généralement en région métaphysaire ou articulaire de l'os et non en région diaphysaire. Pour réaliser une compression inter fragmentaire, on met en place des vis à os spongieux de façon telle que leur filetage ne croise pas le trait de fracture. (Brink et al., 1986).

G.2.Compression inter fragmentaire :

Une vis à corticale provoque une compression inter fragmentaire. Si l'on fore dans la corticale superficielle un trou plus grand d'un diamètre égal à celui de la partie filetée (trou de glissement) et dans la corticale profonde un trou d'un diamètre égal à celui de l'axe de la vis et taraudé de façon telle que le filetage de la vis morde à la mis en place de celle-ci. Le serrage de la vis permet de comprimer les corticales l'une contre l'autre. On n'utilise jamais les vis comme immobilisation principale des fractures diaphysaires. On les complète toujours d'une plaque, d'un clou ou d'un fixateur externe. (Brink et al., 1986).

G.3.Aide à la réduction et immobilisation complémentaire :

Dans les fractures obliques longues, les fractures spirales ou les fractures multiples de la diaphyse, on peut utiliser des vis à corticale exerçant une action de compression inter fragmentaire à titre d'aide à la réduction et à l'immobilisation complémentaire.

Chaque fois que possible, il faut utiliser les vis de compression de préférence au cerclage pour réaliser une compression inter fragmentaire, et aider à la réduction et assurer une immobilisation supplémentaire (Brinker et al. ,1986).

H.Plaques :

Les plaques osseuses conviennent dans les situations suivantes.

- 1) Elles peuvent être adaptées à la plupart des fractures des os longs.
- 2) Elles conviennent particulièrement pour les fractures multiples et complexes.
- 3) Elles sont particulièrement efficaces dans les fractures chez les grands chiens.

Quand deux fragments osseux vascularisés, réduits anatomiquement, sont immobilisés de façon rigide sous compression de façon telle qu'aucune force de cisaillement ou de torsion n'agit sur eux, il ne se produit au niveau du trait de fracture aucune résorption de l'os et une réparation directe de l'os a lieu sans signe radiologique visible de formation d'un cal périoste (réparation dite primaire de l'os).(Brinker et al.,1986).

Les plaques peuvent être de trois types selon leur fonction :

H.1.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. (Brinker et al. ,1986).

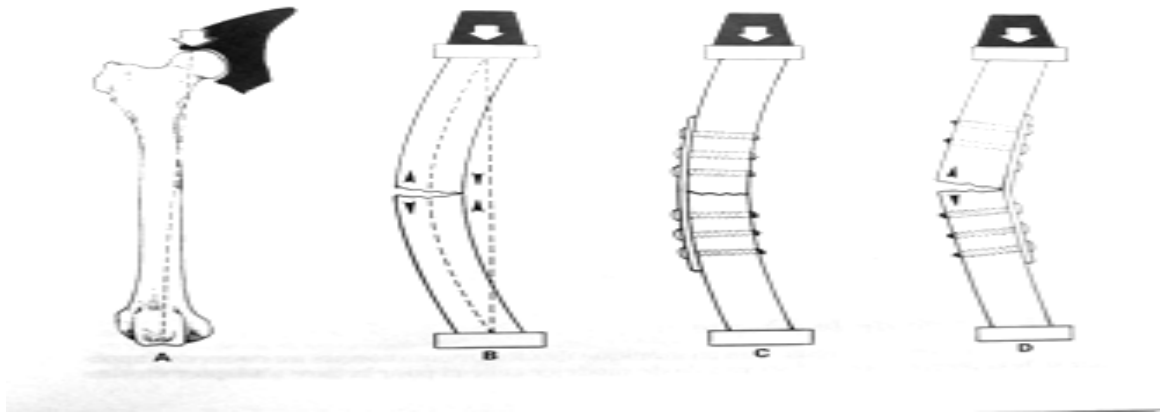


Figure N°39 : principe de la plaque de compression. On applique la plaque sur le côté de l'os soumis à des tensions, si bien qu'il ne subit plus que des forces de compression. Les os sont soumis à une charge asymétrique et il faut connaître le côté sous tension pour déterminer et fixer la plaque. Le fémur (A), par exemple, peut être comparé à une colonne courbe (B). La plaque appliquée sur le côté latéral convexe peut neutraliser toutes les forces de tension (C) et réaliser ainsi une immobilisation interne rigide. Si la plaque était appliquée sur la face médiale ou concave, elle ne fournirait pas une immobilisation (D), elle serait soumise à des forces de flexion excessives et subirait vite une rupture par fatigue. (Brink et al., 1986).

H.2. 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 cerclages et demi-cerclages. (Brinker et al., 1986).

H.3. 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., 1986).



Figure N°40 : Plaque de soutien.(A)Fracture du plateau tibial.(B) La plaque de soutien maintient le fragment et conserve à l'os une longueur et une angulation normales. (Brinker et al., 1986).

I. Réparation des lésions des tissus mous :

L'instabilité par lésion ligamentaire due au traumatisme fracturaire est le problème le plus courant. Une chirurgie réparatrice appropriée doit être réalisée en même temps que le traitement de la fracture; en effet l'instabilité est délétère pour l'articulation, et tout traumatisme additionnel à l'articulation fracturée n'est absolument pas souhaitable. Il faut examiner attentivement les blessures musculo-tendineuses, spécialement dans les fractures par balle ou celles provoquées par un objet tranchant. (Brinker et al., 1986).

J. Soins postopératoires :

Age	Temps après l'opération
Moins de 3 mois	4 semaines
3-6 mois	2-3mois
6-12 mois	3-5 mois
Plus d'un an	5-14 mois

Tableau 04: Moment conseillé pour le retrait des plaques osseuses (d' après Brinker et al., 1994).

A4. Les complications des fractures :

On retrouve entre autres parmi ces complications, celles qui sont propres aux fractures touchant une surface articulaire, et celles qui atteignent le cartilage de conjugaison chez les jeunes animaux. A cela s'ajoutent les complications chirurgicales : ruptures d'implants, ostéomyélite... (Genevois , 1997 et 2004 ; Brinker et al., 1994 ; Latte , 1995).

A4.1.Retard de consolidation et pseudarthrose :

A4.1.1.Retard de consolidation :

Le retard de consolidation est l'absence de réparation d'une fracture dans les délais habituels. La cause la plus fréquente de ce retard est une stabilisation insuffisante ou interrompue des fragments osseux. A la radiographie, le trait de fracture est évident, la formation du cal pouvant être insignifiante, et le foyer de fracture a un aspect plumeux ou laineux. Des signes d'activité ostéogène sont visibles (notamment une augmentation de la densité du trait de fracture). Le retard de consolidation peut évoluer vers la cicatrisation osseuse ou vers la pseudarthrose. (Genevois, 1997 et 2004 ; Brinker et al., 1994).

A4.1.2.Pseudarthrose :

La pseudarthrose (ou « non-union ») est un état stable de non consolidation d'un foyer de fracture. Une mobilité persiste au niveau de ce dernier qui ne peut plus se consolider sans une nouvelle intervention chirurgicale. Le diagnostic est généralement radiologique. Les pseudarthroses sont souvent dues à un mauvais choix de montage ou à une erreur technique du chirurgien. (Genevois, 1997 et 2004 ; Newton , 1996 ; Latte , 1995).



Figure N°41: Exemple de pseudarthrose (d' après Ferguson, 1998).

Un chien croisé Saluki a été opéré suite à une fracture du condyle huméral latéral du membre droit. Sur la radiographie de face (a), prise 8 semaines après l'opération, on observe une non-union faisant suite à l'échec de la réduction et de l'immobilisation fracturaires. Le chien (b) ne pose pas son membre atteint sur le sol, et on note une nette amyotrophie.

Il existe deux types de pseudarthrose :

- La pseudarthrose hypertrophique ou en « pied d'éléphant ». C'est la plus fréquente. Elle se caractérise par une réaction osseuse proliférative et une interposition de cartilage et de tissus fibreux visibles à la radiographie et à l'histologie.

- La pseudarthrose atrophique ou biologiquement inactive. Dans ce type, il n'existe pas de signes radiologiques ou histologiques de réaction osseuse, la réparation est formée essentiellement de tissus fibreux. Les extrémités des abouts sont arrondis et la cavité médullaire est close par de l'os trabéculaire dense. (Brinker et al., 1994 ; Genevois, 1997 ; Autefage , 2004)

La non-union du condyle huméral latéral est souvent observée chez les chiens adultes. Elle résulte d'un traitement inadéquat, d'une activité mal contrôlée pendant la période de guérison, ou occasionnellement d'une infection. (Butterworth , 2000) .

A4.2.Ostéomyélite :

Le terme d'ostéomyélite désigne une inflammation de l'os se traduisant par une suppuration diffuse non circonscrite et atteignant tous les compartiments osseux (périoste, corticale, cavité médullaire). Les ostéomyélites non infectieuses sont rares et souvent iatrogènes, conséquence d'un corps étranger stérile mais non constitué de biomatériau au contact de l'os. Les ostéomyélites infectieuses sont en Europe rarement fongiques et plus souvent bactériennes. L'ostéomyélite hématogène et l'infection de plaie sont à différencier de l'ostéomyélite post-traumatique aiguë ou chronique. L'ostéomyélite est la complication septique la plus redoutable en chirurgie osseuse. Elle ne se déclare que si deux facteurs s'associent : un agent microbien et un terrain favorable, l'os et les tissus mous dévascularisés. Sa prévention repose sur une intervention effectuée dans des règles d'asepsie très strictes et sur l'utilisation d'une antibioprophyllaxie. (Genevois, 2004 ; Anderson, 1998 ; Latte , 1991 ; Latte , 1995).

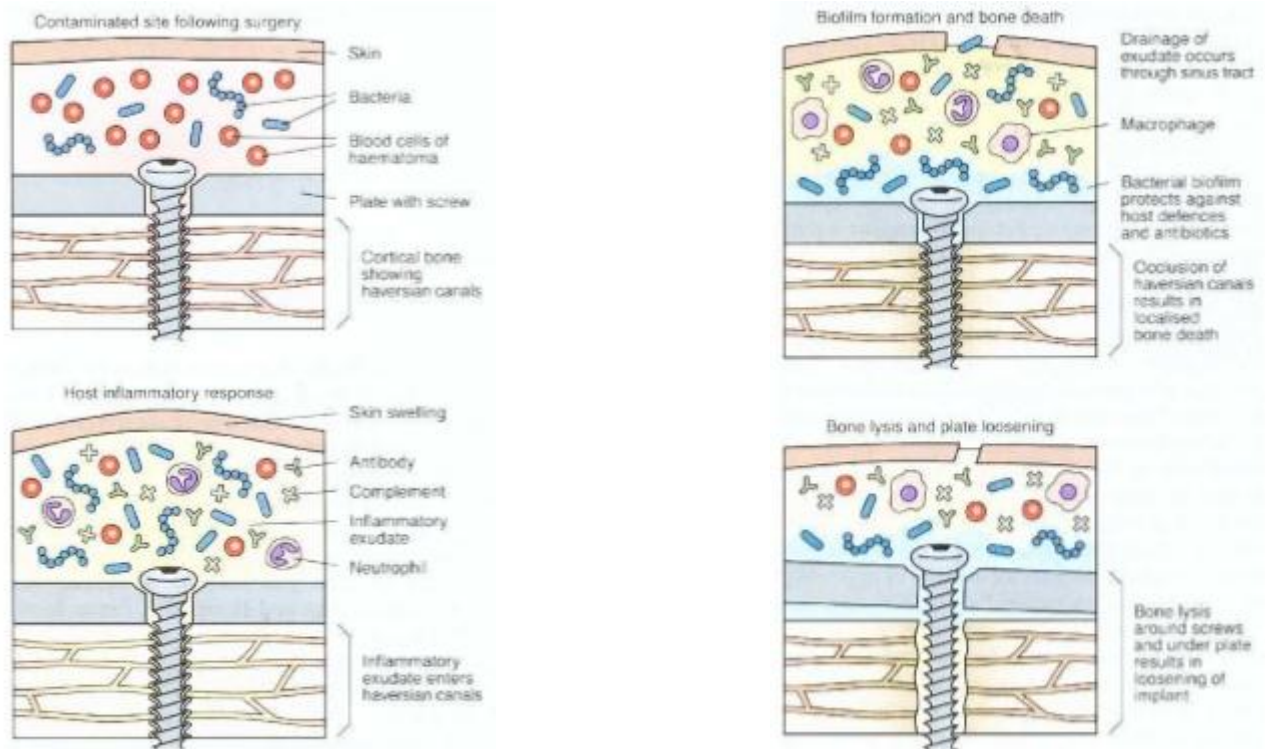


Figure N° 42 : Pathogénie de l'ostéomyélite (d'après Anderson, 1998).

A4.3. Ankylose :

Il s'agit du blocage total d'une articulation ; on observe une disparition complète ou partielle des mouvements articulaires. Elle est due soit à une inflammation de l'articulation de type arthrite ou arthrose, les ostéophytes pouvant limiter le mouvement articulaire (voir paragraphe suivant), soit à une immobilisation prolongée de l'articulation. Les mouvements articulaires stimulant la nutrition du cartilage, leur disparition est délétère ; lorsque le cartilage n'est pas nourri, il se fragilise et s'érode rapidement, laissant l'os sous-chondral à nu. L'ankylose doit donc être combattue par une reprise précoce de l'activité motrice après une intervention chirurgicale, dès que l'état de l'animal le permet. A l'examen radiographique, on observe généralement une diminution de l'interligne articulaire qui signe le plus souvent une destruction du cartilage articulaire. (Bennett, 1998).

A4.4.Arthrose :

L'arthrose est la conséquence d'une lésion cartilagineuse de type dégénératif (chondromalacie puis dénudation cartilagineuse). La dégénérescence articulaire, qui caractérise le processus arthrosique, est souvent la conséquence du traumatisme articulaire, mais aussi de perturbations biomécaniques (immobilisation, instabilité). Ces deux éléments se rencontrent lors de fracture articulaire du coude, notamment lorsque la réparation ne permet pas de rétablir une parfaite congruence des surfaces articulaires. (Fayolle, 1997) A l'examen clinique, on observe

des craquements ainsi qu'une raideur articulaire. Il n'y a jamais d'ankylose totale. A l'examen radiographique, une diminution de l'interligne articulaire signe une destruction du cartilage articulaire. Une distension de la capsule articulaire puis un épaissement capsulaire sont parfois visibles. L'ostéocondensation sous-chordale est plus tardive mais caractéristique, associée à des plages d'ostéolyse. Enfin des ostéophytes se retrouvent en marge de l'articulation. (Fayolle, 1997).

A4.5.Maladie fracturaire :

La maladie fracturaire, ou syndrome d'hyperextension, s'observe chez les jeunes animaux après une immobilisation en position non physiologique pendant une période supérieure à trois semaines. Elle est plus fréquemment observée sur le genou. Les lésions sont complexes. Elles concernent dans un premier temps les tissus mous périarticulaires, les ligaments et les tendons, puis elles affectent rapidement les surfaces articulaires, qui se déforment. Le cartilage s'altère alors et la fibrose articulaire provoque une ankylose. La croissance est perturbée, le membre devient rectiligne, ne plie plus et est déplacé en abduction lors de la marche. (Viguié, 2003).

A4.6.Troubles de la croissance :

Les troubles de la croissance se traduisent par un raccourcissement ou des déviations axiales du membre. Ils sont la conséquence d'une lésion du cartilage de conjugaison par le traumatisme responsable de la fracture, mais aussi par divers traumatismes iatrogènes. (Durville, 1991 ; Newton, 1996).

L'arrêt de croissance après une ostéosynthèse peut être induit par la présence d'une broche de trop gros calibre qui crée des ponts osseux, par la présence d'un hauban ou par des implants qui pontent la plaque de croissance (plaque vissée ou vis). La présence de vis dans les condyles limite l'expansion normale du condyle qui reste de petite taille. (Viguié, 2003).

Dans le cas d'un os simple comme l'humérus, s'il existe un pont d'épiphysiodèse latéral, on observe une déviation de l'axe longitudinal de l'os, qui tourne autour d'un point fixe. Sur les rayons osseux doubles, toute altération de croissance d'un des os détermine une déviation axiale du membre : le 2ème élément osseux se courbe autour de l'os qui ne grandit plus. Ce cas de figure est surtout valable pour une fracture distale du segment radius/ulna. (Genevois, 1993).

A4.7. Lâchages et ruptures d'implants :

Les lâchages ou les ruptures d'implants sont observés lors de stabilisation avec des implants de trop petite taille ou avec une réduction de mauvaise qualité, qui entretient un espace entre les deux bouts. Les arrachages d'implants sont observés lorsque l'ancrage est de mauvaise qualité, l'os trop fragile, les broches trop rigides ou trop grosses et l'os fixé, de trop petite taille. L'hyperactivité est un facteur aggravant. (Viguié, 2003 ; Ness, 1998).



Figure 43: Radiographie de contrôle d'un chien opéré d'une fracture du condyle huméral 8 semaines auparavant (d'après Lewis et al., 1998)

On observe une défaillance de l'implant qui provoque une non-consolidation de l'ostéotomie de l'olécrâne. Ceci aurait pu être évité par l'implantation des broches dans le cortex ulnaire crânial, ou par la mise en place d'une plaque. (Viguié, 2003 ; Ness, 1998).

**PARTIE
EXPREMENTALE**

I. Matériels et méthode :

1. L'objectif du travail :

- Démontrer les différentes techniques chirurgicales et non chirurgicales dans le traitement de différents types de fractures des os longs.
- Mettre en évidence les complications éventuelles rencontrés en post opératoire ainsi que les techniques nécessaires pour les gérés.
- Démontré l'importance des suivis post opératoire et de la démarche thérapeutique.

2. Lieu et durée d'étude :

Notre étude c'est étalée entre le mois de septembre 2018 et mai 2019 où nous avons reçu en consultation au service de pathologies des carnivores de l'institut des sciences vétérinaires Tiaret des cas pour problème orthopédique.

3. Matériels :

a) Matériel de chirurgie :

- Lame bistouri.
 - Bistouri droit.
 - Bistouri convexe.
- Champ opératoire.
- Pince à champ (crabe).
- Pince hémostatiques petit et grand format.
- Ciseaux de mayo.
- Pince de préhension à bord mousse et à dent de souri.
- Pince porte aiguille.
- Fils de suture :
 - Fils résorbables pour les sutures internes (vicrylTM polyglactine 910)
 - Fils non résorbables pour les sutures de la peau (polyester)

b) Matériel d'orthopédie (spécifique) :

- Plaques (inoxydable) à visser de différents diamètres et longueur.
- Des vis (inoxydable).

	Plaques a visses			
	Plaque		Vis	
Référence	302PT1/3.04	302PT1/3.05	381VC2.12	381VC3.14
Longueur			16 mm 24 mm	24 mm
forme	1/3 tube	1/3 tube		
Trous	4 trous	5 trous		
diamètre			2.7 mm	3.5 mm

Tableau N°01 : Références et profils des plaques à visser et des vis utilisées.

- Visseuse à vitesse adaptable.
- Mèches pour visseuse multiples longueurs et diamètres.
- Pince coupante.
- Fil métallique (inoxydable).
- Bande plâtrée rouleaux.

c) Autre matériels pour réalisation des pansements :

- Compresses stériles.
- Compresses rouleaux.
- Coton.
- Sparadrap.
- Bandes crêpe élastiques.
- Elastoplaste (bande tissus adhésive souple).
- Seringues jetables.
- Bétadine (teinture d'iode)
- Eau oxygénée 10%
- Soluté de Dakin (5%)

d) Matériel utilisé pour imagerie médicale :

- Radiographie (orientation pour une radiographie privée)
- Echographe (IMAGO-S) (disponible à l'institut).

4. Molécules :

Type de molécule	Nom commerciale	Principe actif	Posologie	Voie d'administration
Anesthésie Générale	Zoletil®50	Zolzépam et tilétamine	25mg/ml+25mg/ml	IV ou IM
	Calmivet ® (injectable)	Acépromazie Alcool benzylique	1ml/10kg	
	Agraket ®(Kétamine)	Kétamine	5à8mg /kg en IV 10a20 mg/kg en IM	
	Diazépam®	Valium	0.5mg/kg	IV
Antibiotiques	Penicilline Streptomycine®	Procaïne Benzylpénicil-line DihydrostreptomycineSulfate	1ml/25kg	IM
	Gentamycine® flacon uni dose	Chlorhydrate de gentamycine	15 à 20 mg/kg	IM et IV
	Hefrotrim®	Sulfamide, Triméthoprim	0.1 à 0.2 ml/kg	IM et IV.
Anti- Inflammatoires (stéroïdiens et non stéroïdiens)	Cortamethazone®	Dexamethazone	0.25 a 0.5ml/5kg de poids vif.	IV IM.et SC
	LHIFLUNEX ® (50mg/ml)	Flunixin (méglumine)	0 ,3ml/kg Chien IV lente	
	Solumedrol (40mg) ® : Flacon 2ml.	Methylprednisolone	2 mg/kg..	IV et IM
	Colvasone®	Chlorydrat de Dexamethazone	2 mg/kg	IV et IM
Anti-infectieux	Longamox®	Amoxicilline	1ml /10kg	IM
Diurétique	Diurizone®	Hydrochlorothiazide associé a la Dexamethazone.	2ml/40kg.	IV, IM et SC.

Multivitaminé	Fercobsang®	Fer, cobalt, cuivre, B1, B6, B12.	1ml/10kg.	Orale et SC.
	Vitamine C® : vetoquinol	Acide ascorbique.	Chien: 1 à 5ml. chat:0.5 à 1ml.	IV, IM et orale.
Sérum Cristalloïde	Sérum glucosé® 5% : Flacon 500ml.	Glucose monohydrate, glucose anhydride	5 a 10ml/kg dose d'entretien, calcul de la dose selon le pourcentage de la déshydratation.	IV et SC.
	Sérum sale® 0,9% : Flacon 500ml.	Chlorure de sodium,	chien (entretien) : 70ml/kg. chat (entretien) : 90ml/kg. calcul de la dose selon le pourcentage de la déshydratation	

Tableau N°02: Molécules médicamenteuses et Anesthésiques utilisées.

5. Méthode :

a) Les cas étudiés :

Durant cette étude nous avons reçu en consultation pour différents motifs pathologique 410 cas canins et 325 cas félines, 10 cas canin ayant nécessités des soins orthopédiques (chirurgie et/ou médical) ; chez l'espèce féline 07 cas ont nécessités également un traitement orthopédiques ou médical.

b) Démarche clinique :

En premier lieux nous avons établi pour chacun des cas séparément une fiche d'examen clinique qui détermine l'état de chaque appareil tout en gardant un intérêt particulier pour l'appareil locomoteur.

Nous avons ensuite évalué l'état de l'appareil locomoteur par un examen spécifique rapproché :

1. Attitude debout de l'animal.
2. Observation de la posture de l'animal.
3. Evaluation de la démarche et de la coordination motrice.
4. Evaluation de la proprioception et du réflex patellaire.
5. Palpation et mobilisation de chaque membre séparément.
6. Palpation et mobilisation (sous sédatif) du membre atteint, afin de chercher toute réaction inflammatoire (œdème, chaleur, plaie).
7. Palpation de la région où la fracture est fortement suspectée afin de déceler une éventuelle instabilité osseuse.

Nous avons en dernier lieu évalué les résultats de ces examens et le degré de gravité de l'état en établissant un diagnostic afin de réaliser une démarche thérapeutique et/ ou chirurgicale selon le cas comme suit :

- Un traitement médical pour soutenir l'état général et soulager la douleur.
- Un traitement spécifique de la fracture selon sa localisation et son type.
- Un traitement complémentaire durant la période d'hospitalisation.

c) Protocole d'étude :

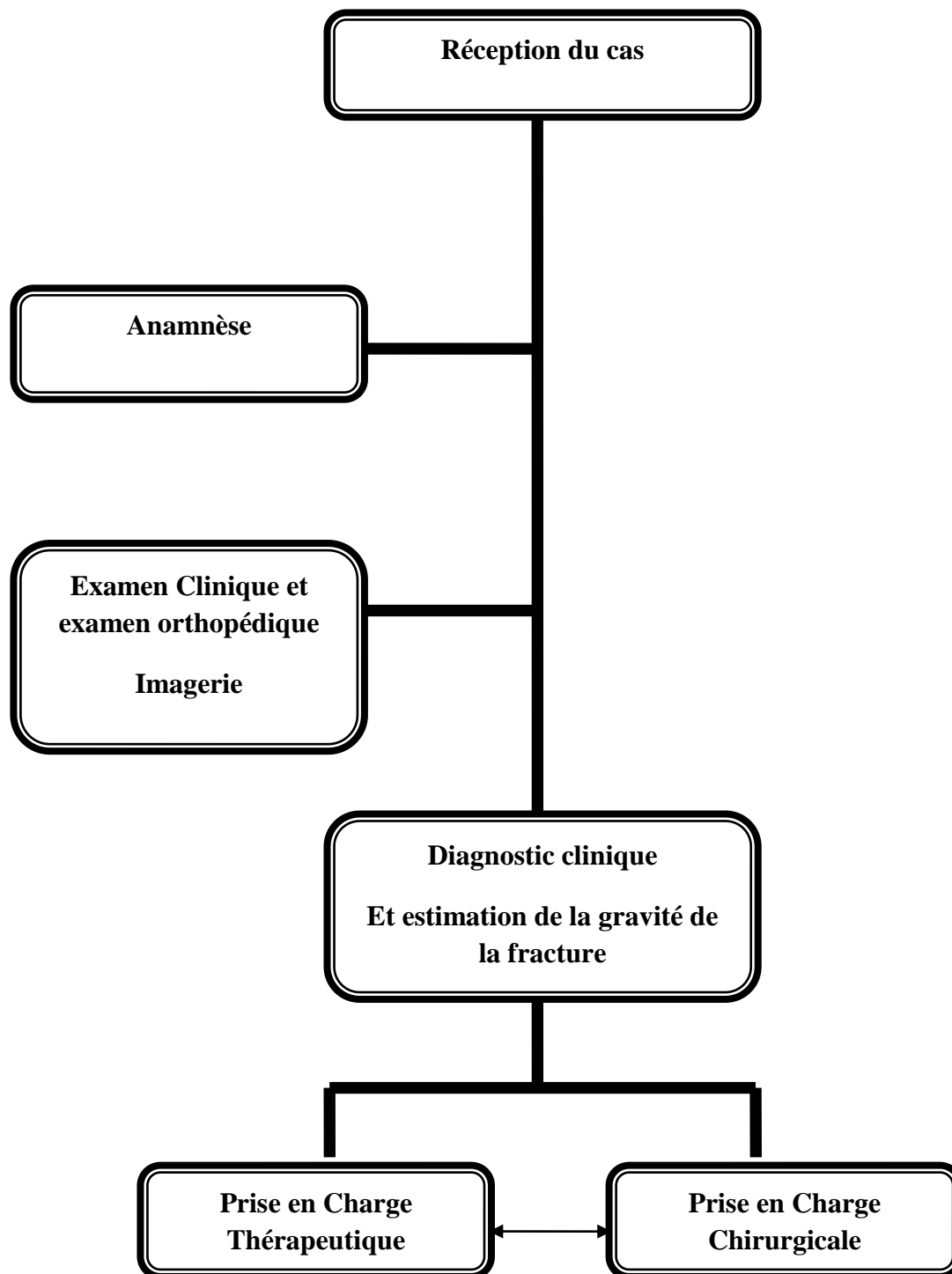


Figure N°01: Organigramme du protocole de l'Etude Expérimentale

II. Résultats :

Les sujets concernés par l'étude

Les cas reçus sont regroupés dans un tableau récapitulatif ci-dessous

- Sur 410 chiens reçus, 06 présentaient une fracture, 04 chiots pour un problème de rachitisme.
- Sur 325 chats reçus, 07 présentaient des fractures.

Numéro des cas et date de leur réception	Race	Age et sexe	Espèces	Motif de la consultation
Cas N° 01 29-10-2018	Chat de gouttière	9mois / mâle	Féline	Boiterie du membre postérieur droit
Cas N°02 04-11-2018	Chat de gouttier	4mois / mâle	Féline	Problème locomoteur
Cas N°03 05-11-2018	Chiot errant	+de5mois/femelle	Canine	Traumatisme
Cas N°04 22-11-2018	Braque	2mois / mâle	Canine	Problème locomoteur
Cas N°05 12-12-2018	Croisé rottweiler	4 mois /femelle	Canine	Problème locomoteur
Cas N°06 17-12-2018	Berger d'atlas (fox)	+de 3mois / mâle	Canine	Traumatisme
Cas N°07 06-01-2019	Chat de gouttier (amputation)	2mois / mâle	Féline	Problème locomoteur
Cas N°08 06-01-2019	Croisé	2mois / mâle	Canine	Problème locomoteur
Cas N°09 09-01-2019	Croisé BA	2mois / mâle	Canine	Déformation au niveau des MA
Cas N°10 03-02-2019	Berger belge malinois (bella)	3mois / femelle	Canine	Traumatisme
Cas N°11 21-02-2019	Braque	8mois / femelle	Canine	Traumatisme
Cas N°12 28-02-2019	Chat de gouttier	8mois /mâle	Féline	Traumatisme
Cas N°13 05-03-2019	Chat de gouttier	2ans / mâle	Féline	Traumatisme
Cas N°14 08-04-2019	Lévrier	9mois/mâle	Canine	Traumatisme
Cas N°15 10-04-2019	Bergé belge	4mois/ mâle	Canine	Problème locomoteur
Cas N°16 23-04-2019	Chat de gouttier	5mois/ mâle	Féline	Traumatisme
Cas N°17 08-05-2019	Chat de gouttier	2mois/ femelle	Féline	Traumatisme

Tableau N°03 : Donnés générales sur les animaux reçus en consultation (en clinique)

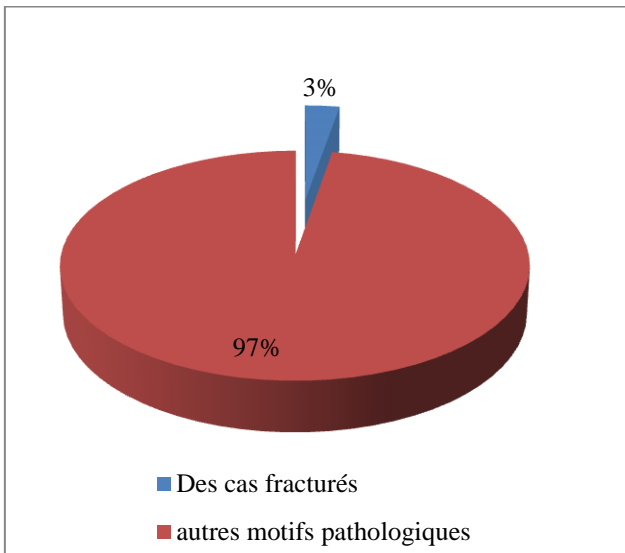


Figure N°02 :Répartition des cas fracturés ou cas présentant le rachitisme par rapport aux cas (canin et félins) consulté pour différent motifs cliniques

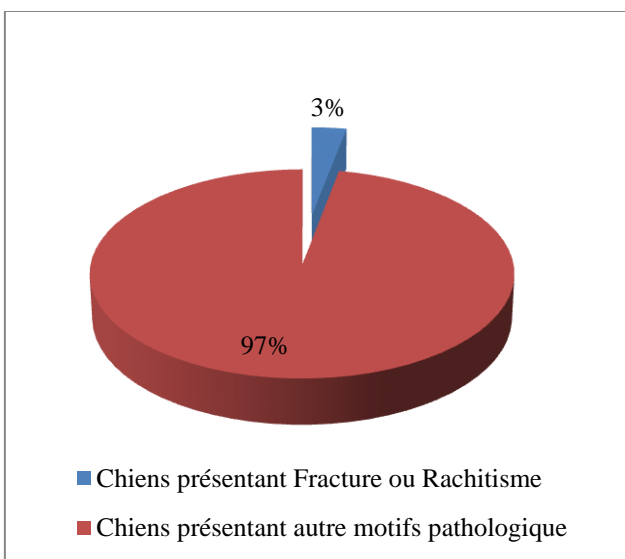


Figure N°03 : Répartition des cas fracturés ou cas présentant le rachitisme par rapport aux cas (canin) consulté pour différent motifs cliniques

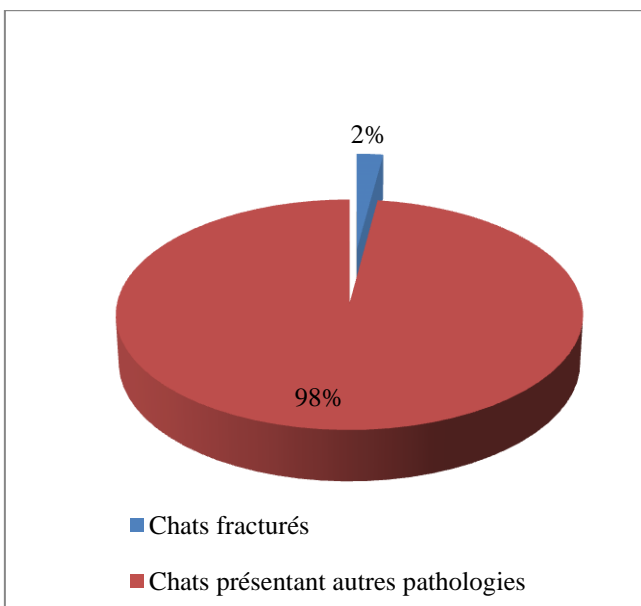
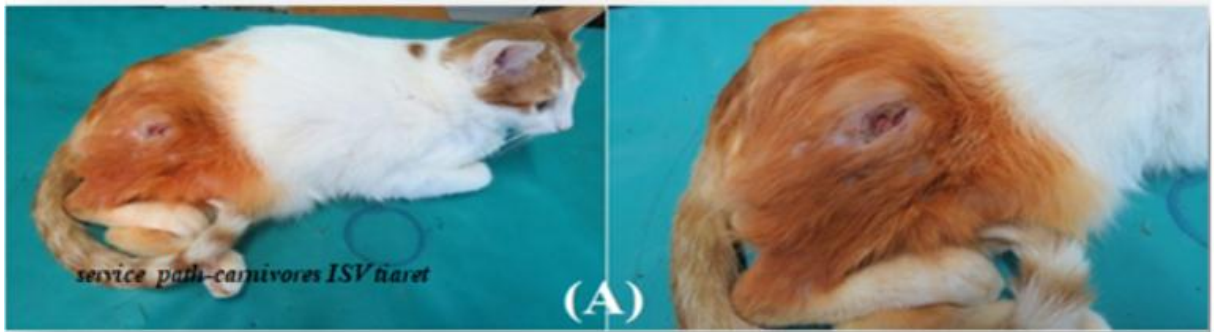


Figure N°04: Répartition des cas fracturés par rapport aux cas (félins) consulté pour différent motifs cliniques

III. Photos des cas reçus :

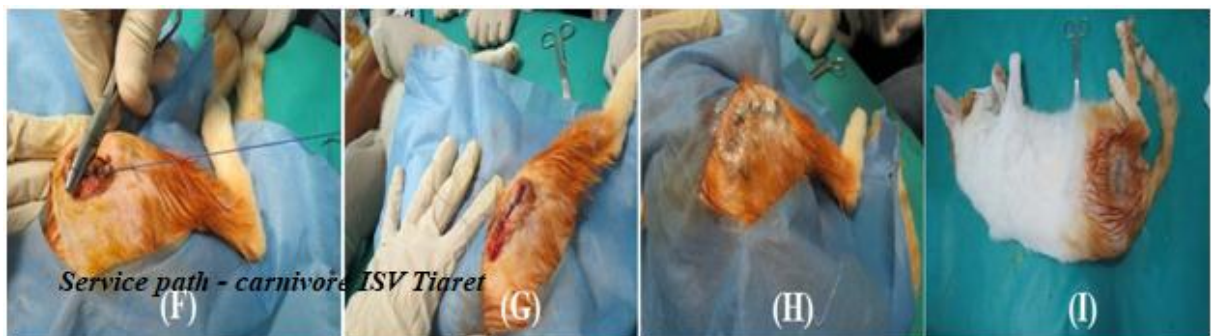
Cas N°01:



Photos N°01 : (A) Chat présentant une fracture à foyer ouvert au niveau du tibia droit.



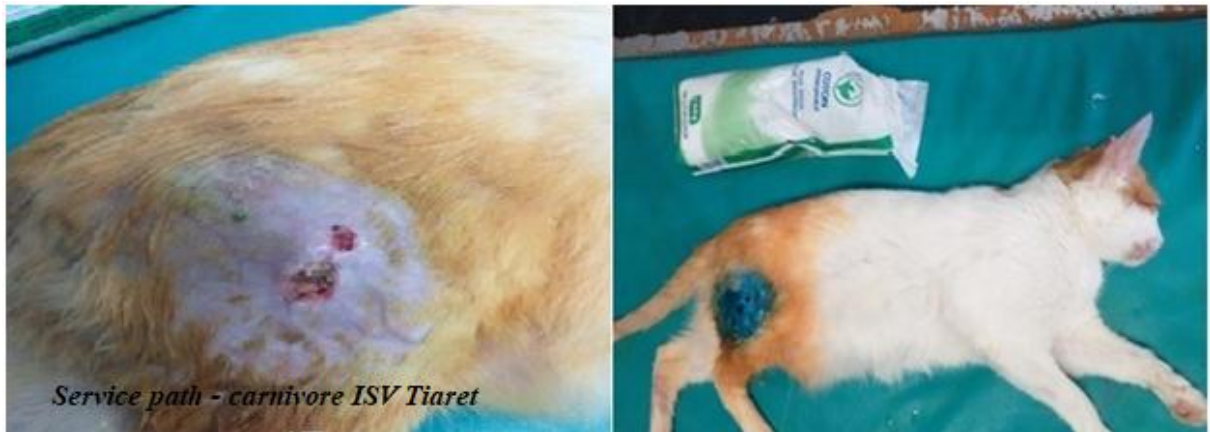
Photos N°02 : (B) Préparation du site opératoire. (C) Parage chirurgical (D) Mise à découvert du bout osseux du fémur. (E) Ostéotomie partiel.



Photos N°03 : (F) Suture du muscle de cuisse, quadriceps (G) et (H) Suture de la peau avec points simples (I) Désinfection de la plaie et surveillance du réveil de l'animal.

Suivi du cas N°01 :

Le : 12/11/2018



Photos N°04 : Cas après 7 jours de traitement.

➤ **Observations :**

- Amélioration de l'état général.
- Absence des signes d'inflammation.
- Présence d'une plaie superficielle.

➤ **Traitements :**

- Désinfection avec l'eau oxygénée.
- Pénikel® 0.5 ml IM Pendant 5 jours.

Cas N°02 :



Photos N°05 : (A) Examen clinique. (B) Chaton sous anesthésie générale. (C) Immobilisation de la patte avec un bondage fixe.

Traitement :

- Kétamine®+ Acépromazine® 0.4 ml IM.
- immobilisation du membre avec des bandes adhésives élastiques.
- Dexaméthasone® 0.3ml SC.

Cas N°03 :



Photos N°06: (A) animal sous anesthésie générale.



Photos N°07: (B) (C) (D) et (E) Réduction de la fracture et mise en place d'un bondage plâtré.
(F) mise en place d'un plâtre.

Cas N°05 :



Photos N°08 : (A) Mise en place d'une attelle (B) et (C) Bondage fixe pour les 2 membres.

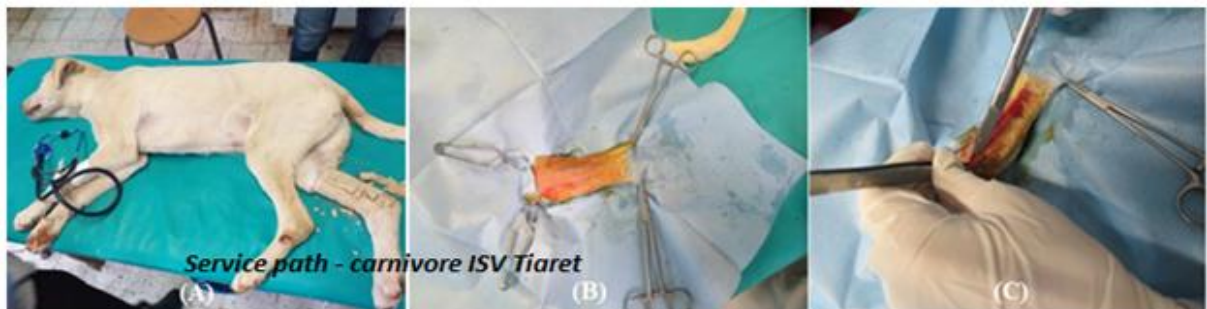
Suivi du cas N°05 :

Le : 13/11/2018	
➤ Observation :	<ul style="list-style-type: none">- Retrait de l'attelle- Rétablissement
➤ Traitement :	<ul style="list-style-type: none">- AD3E (adécon®) 0.2ml IM

Cas N°07 :



Photos N°09: Préparation du matériel chirurgical et d'orthopédie.



Photos N°10 : (A) Animal sous anesthésie générale. (B) Rasage et désinfection du site opératoire. (C) Section de la peau et tissu conjonctif.



Photos N°11 : (D) Affrontement des 2 bouts osseux. (E) Mise en place de la plaque au niveau de la fracture. (F) Perçage des trous à l'aide de la visseuse.



Photos N°12: (G) et (H) Suture du muscle cuisse biceps, (I) Immobilisation du membre par bondage et réveil de l'animal.

Suivi du cas N°07 :

Le : 18/12/2018



Photos N°13 : Le cas N° 07 après 24h de l'acte chirurgical.

- **Observation :**
 - T° :38.8c°
 - Muqueuses oculaires et buccales roses.
 - Miction(+)
 - plaie sèche
- **Traitement :**
 - Zoletil® : 1ml IV
 - Changement du bondage
 - Désinfection de la plaie
 - Rapison® : 1ml IV
 - Nobac® : 1ml IV

Le : 20/12/2018



Photos N°14 : Après 2jours de traitement et soins.

- **Observation :**
 - Plaie sèche
 - T° :38.7c°
 - Muqueuses oculaires et buccales roses.
 - Miction(+)
- **Traitement :**
 - Changement du bondage
 - Désinfection de la plaie
 - Nobac® : 1ml IM

le : 22/12/2018



Photos N°15 : Examen radiographique.

- **Observation :**
 - Plaie sèche
- **Traitement :**
 - Changement du bondage
 - Désinfection
 - Nobac® : 1ml IM



Photos N°16 : Image de la radiographie montrant sur une vue latérale la plaque fixant l'os Tibia au niveau diaphyaire.

Le : 24/12/2018



Photos N°17 : appui complet du membre postérieur droit.

- **Observation :**
 - Plaie sèche
 - Léger appui du membre
- **Traitement :**
 - Retrait du bondage
 - Désinfection
 - Nobac® : 1ml IM

➤ Fin du traitement et fin d'hospitalisation

Le : 07/01/2019



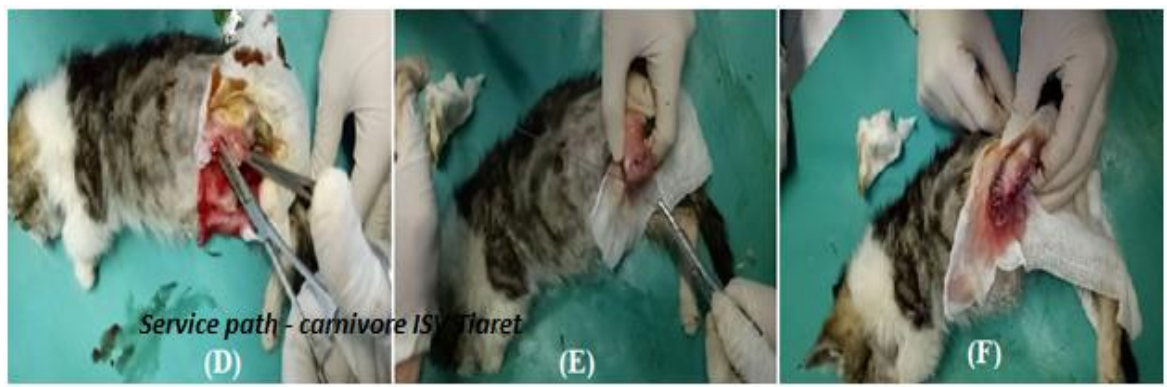
Photos N°18 : appui complet sur le membre postérieur droit.

- **Observation : 12 jours après**
 - appui complet du membre
 - rétablissement complet
- **Traitement :**
 - Adecon® : 0.5 ml I/M
 - Dexaméthason : 0.5 ml I/M

Cas N°08 :



Photos N°19 : (A) Animal sous anesthésie et préparation du site d'amputation. (B) (C) section du muscle et tissu conjonctifs sous-jacent et l'aponévrose.



Photos N°20 : (D) Amputation du membre. (E) (F) Suture de la plaie et désinfection.

Cas N° 10 :



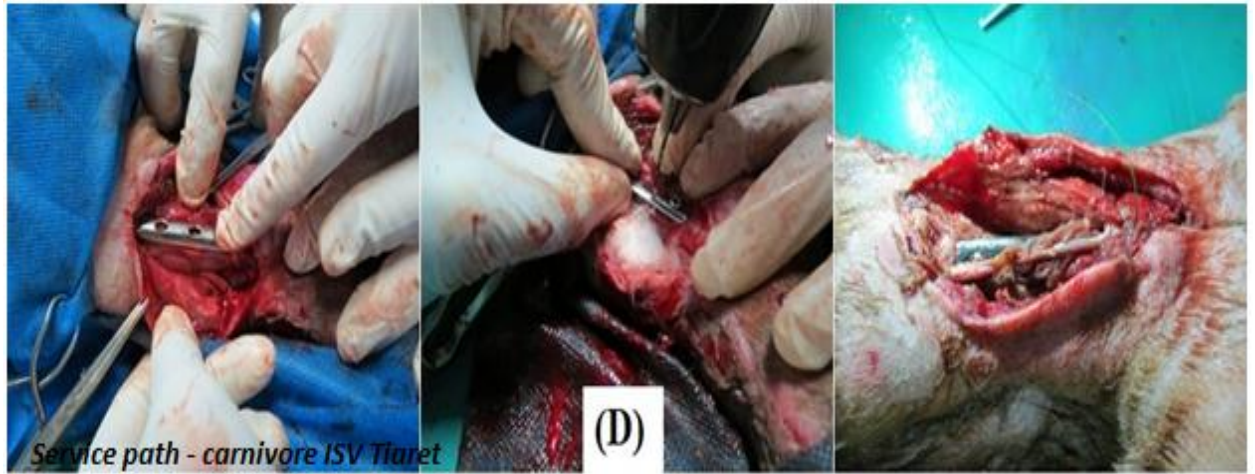
Photos N°21 : Matériel chirurgical utilisé.



Photos N°22 : (A) Réception du cas. (B) retrait du plâtre.



Photos N°23 : (C) Animal sous anesthésie générale et mise à découvert de la fracture.



Photos N°24 : (D) Réduction de la fracture et mise en place de la plaque et vis.



Photos N°25 : (E) Suture de la plaie, pose d'un drain et immobilisation du plâtre.

Suivi du cas N° 10 :

le : 04 /02/2019



Photos N°26 : le cas après 24h de l'acte chirurgical.

➤ **Observation :**

- Réveil de l'animal
- Miction (+)
- Reprise de l'appétit
- Plaie sèche

➤ **Traitements :**

- Prozil®+Zoletil® : 0.3 ml IM
- Drainage (permanganate de potassium +eau oxygénée+bétadine)
- Nobac® : 0.5ml IM
- Azium® : 0.2ml IM

Le : 06/02/2019



Photos N°27 : le cas après 2 jours

➤ **Observation :**

- Cicatrisation de la plaie avec seconde intension.

➤ **Traitements :**

- Zoletil®+prozil® : 1.5 ml IM
- Drainage (eau oxygéné)
- pommade zêta®
- poudre amoxicilline®
- Nobac® : 0.5 ml IM
- Pen & trep® : 0.3 ml IM

Le : 07/02/2019



Photos N°28 : Cicatrisation de la plaie avec seconde intension.

➤ **Observation :**

- Plaie en voie de cicatrisation par seconde intension.

➤ **Traitements :**

- Zoletil®+prozil® : 1.5 ml IM
- Drainage (eau oxygéné)
- pommade zêta®
- poudre amoxicilline®
- Nobac® : 0.5 ml IM
- Pen & trep® : 0.3 ml IM

Le : 14/02/2019



➤ **Observation :**

- Plaie exsudative
- absence de signes inflammatoires
- présence de tissu de granulation

➤ **Traitements :**

- Zoletil®+prozil® : 1.5 ml IM
- Nobac® : 0.5 ml IM
- Pen & trep® : 0.3 ml IM

Photos N°29 : une bonne évolution de la cicatrisation de la plaie.

Le : 17/02/2019



➤ **Observation :**

- Très bonne cicatrisation de la plaie.

➤ **Traitements :**

- Nobac® : 0.5 ml IM
- Pen & strep® : 1 ml IM

Photos N30° : plaie correctement cicatrisé.

➤ **Fin de suivi et d'hospitalisation**

Le : 10/04/2019



➤ **Observation :**

- Rétablissement l'animal.

➤ **Traitements :**

- Vitaminothérapie®.

Photos N°31 : un appui complet du membre postérieur gauche.

Cas N°11 :



Photos N°32 : (A) Réception du cas. (B) Matériel pour le plâtre. (C) Animal sous anesthésie générale.



Photos N°33 : (D) Mise en évidence de la fracture du radius- ulna (E) Bondage. (F) Attèle plâtrée.



Photos N°34 : (G) (H) (I) Mise en place du plâtre.

Cas N°12:



Photos N°35 : (A) Réduction et Immobilisation de la fracture. (B)(C) bondage.

Suivi du cas N°12 :

Jour 7 : le : 14/03/2019



Photos N° 36: présentation du cas après 15 jours du traitement.

➤ **Observation :**

- Très bon état général
- Retrait du bondage avec mise en évidence d'une plaie !
- Appui conservé

➤ **Traitement :**

- Pommade Cicatryl ®

Cas N°13 :



Photos N°37 : (A) Photo radiographique vue latérale du fémur et de l'articulation fémoro tibiale gauche avec discontinuité épiphysaire et d'une fracture complète de la partie distale du fémur gauche. (B) Chat sous anesthésie générale. (C) Matériel utilisé.



Photos N°38 : (D) (E) Réduction de la fracture. (F) Immobilisation de la fracture.



Photos N°39 : (G) (H) (I) Pose de l'attèle plâtrée fenêtrée.

Suivi du cas N°13 :

le : 17/03/2019



Photos N°40 : jour de retrait du plâtre.

➤ **Observation :**

- Retrait du plâtre.
- Appui complet du membre.
- Plaie bien cicatrisée.

➤ **Traitement :**

- Longamox ® : 0.5 ml IM

Cas N°14:



Photos N°41 : (A) Préparation de l'animal à l'intervention. (B) Matériel chirurgical utilisé.



Photos N°42 : (C) Incision de la peau et du muscle. (D) Mise en évidence de la fracture. (E) Réduction de la fracture.



Photos N°43: (F) Mise en place de la plaque et des vis. (G) Mise en place des vis (H) Suture de muscle biceps fémoral.



Photos N°44 : (H) Pose d'un drain. (I) et (J) Antisepsies et Bondage.

Suivi de cas N° 14 :

le : 10 /04/2019



Photos N°45 : juste après de l'acte chirurgical.

➤ **Observation :**

- Animal sous anesthésie (réveille)

➤ **Traitement:**

- Zoletil® 04 ml IV
- Rapicort ® 02ml IV
- Perfusion (sérum salé +dufalite®)
- Vitamine C® 03 ml IV
- Peni-Strep® 0,5 ml IM

le : 11/04/2019



Photos N°46 : après 48h d'hospitalisation.

➤ **Observation :**

- Réveil de l'animal
- Miction (+)
- Reprise de l'appétit
- Plaie sèche

➤ **Traitement:**

- Caliercortin® 1ml
- Métromidazole® 250 ml IV
- Sérum glucosé 250ml IV
- Sulfadiazine Cicatryl-bio®
- Désinfection + un bondage

le : 12/04/2019



Photos N°47 : Animal sous perfusion.

➤ **Observation :**

- Plaie en bonne voie de cicatrisation

➤ **Traitement:**

- Peni-strept® 1,5 ml IV
- Désinfection+Bondage
- Sérum glucosé 250ml IV

le : 14/04/2019



Photos N°48 : après 5 jours d'hospitalisation.

➤ **Observation :**

- T° :38,5
- Plais sèche

➤ **Traitement:**

- Peni-strept® 1 ml IV
- Désinfection
- Sulfadiazine Cicatryl-bio®
- Bondage

le : 15/04/2019



Photos N°49 : une plaie en bonne voie de cicatrisation.

➤ **Observation :**

- T° :38,6
- Plais sèche
- Œdème inflammatoire

➤ **Traitement:**

- Peni-strept® 1 ml IV
- Désinfection
- Pommade cicatryl-bio
- Bondage

le : 17/04/2019



Photos N°50 : léger appui .

➤ **Observation :**

- T° :38,3
- Plais sèche
- Œdème inflammatoire

➤ **Traitement:**

- Peni-strept® 1 ml IV
- Désinfection
- Pommade cicatryl-bio®
- Bondage

le : 18/04/2019



Photos N°51 : récupération après 15 jours.

➤ **Observation :**

- Plaie sèche
- T° :38,4

➤ **Traitement:**

- Peni-strept® 1 ml IM
- Fercopsone® 4ml

➤ **Fin de suivi et d'hospitalisation**

le : 25/05/2019



Photos N°52 : présence d'appui complet du membre postérieur gauche.

➤ **Observation :**

- d'appui complet

➤ **Traitement:**

- AD3E® 1ml IM
- Cortaméthasone® 2ml IM

Cas N°15 :

le : 10/04/2019



Photos N°53 : Ostéopathie dystrophique, hypertrophique.

➤ **Observation :**

- Ostéopathie dystrophique, hypertrophique

➤ **Traitement:**

- Caliercortin® 1ml I/M
- Corticothérapies pdt 20 jour /1 comprimé par jour

le :24/04/2019



Photos N°54 : présentation du cas après 20 jours de traitement.

➤ **Observation :**

- Amélioration
- Légère hypertrophie du membre postérieure droit

➤ **Traitement:**

- AD3E® 1ml IM
- Prédnisone® 1comprimé orale /j pendant 20 jours
- Neurovite ® (B1,B6) comprimés orale

Le : 09/05/2019



Photos N° 55: l'animal après 15jours de traitement.

➤ **Observation :**

- Amélioration

➤ **Traitement:**

- AD3E® 1ml IM
- Prédnisone® 1comprimé orale /j pendant 20 jours
- Neurovite ® (B1, B6) comprimés orale

Cas N°16 :



Photos N°56: (A) réception du cas et examen du membre atteint.



Photos N°57 : (B) Réduction de la fracture et bondage (C) Mise en place d'un plâtre.

Suivi du cas N°16 :

le : 08/05/2019



Photos N°58 : Retrait du plâtre après 10 jours.

➤ **Observation**

- Appui conservé
- Cicatrisation complète de l'os

➤ **Traitement**

- Corticothérapie : rapicort® 0.5ml en IM. une fois

Cas N° 17:



Photos N°59:(A) Image radiographique de profil latéral droit. Des deux membres postérieurs avec présence d'une dislocation épiphysaire au niveau de l'articulation tibio fémorale(B) Animal sous anesthésie générale.



Photo N°60: (C) Mise en place d'une attelle de Thomas.

Suivi du cas N°17 :

le : 21/05/2019



Photos N°61 : jour du retrait de l'attelle.

➤ **Observation**

- T°38,5
- Animal réactif
- Retrait de l'attelle

➤ **Traitement**

- Zoletil® 0,5 ml IM
- Dexalone® 0,2 ml SC

DISCUSSION

Discussion

Durant notre étude on a rencontré 10 fractures complètes, simple des os longs dont 4 cas ont subis une réduction non sanglante par la mise en place d'une attelle et plâtre avec une durée moyenne de 15 jours .3 cas de fractures était traitai traités de manière chirurgicale par la pose de plaque te vis, le résultat du traitement par l'utilisation des plaques et vis était satisfaisant.

Nous avons remarqué que les signes cliniques poste opératoire chez nos cas opérés était limité à une manifestation fébrile, avec un œdème au niveau de la région opérée, ce tableau clinique peut contenir également une anorexie et une léthargie pendant une durée de 24 à 48 heures.

On doit signaler également que l'origine primaire inductrice de ces lésions de l'appareil locomoteur était toute provoquée par un traumatisme accidentel.

Nous avons constaté également que la précocité de la prise en charge thérapeutique joue un rôle dans l'augmentation des chances de rétablissement des cas, notant également que les complications les plus redoutés sont les infections locales, et particulièrement l'instabilité post opératoire après réduction dès la fracture influent négativement sur le pronostic vital.

Tous nos cas et ont présenté un rétablissement de leurs états de santé après une période d'hospitalisation plus au moins longue. Ce qui témoigne de l'efficacité et de l'importance du suivi médicale essentiellement basé sur la contention de l'animal et l'antibiothérapie post chirurgical de cette molécule dans le traitement du choc septique.

L'examen complémentaire à savoir la radiographie reste une technique indissociable de la consultation, en pathologie orthopédique chez les carnivores domestique.

CONCLUSION

Conclusion

Nous avons voulu par cette étude démontrée la démarche clinique médicale et chirurgicale des chiens et chats souffrant de lésion osseuse suivis en clinique des pathologies de carnivores. Ce qui Notre travail a permis de mettre en évidence les différentes techniques de réduction des fractures des os longs qui se base sur le traitement chirurgical par les plaques à vis. Les cas concernés par cette étude ne représentent qu'un échantillon parmi les différents cas reçus en consultation pour des problèmes locomoteurs.

L'approfondissement des connaissances en matière de biologie de la cicatrisation osseuse et le progrès constants en matière de technique chirurgical et d'implants mini-invasifs permettent aujourd'hui d'envisager de nouvelles techniques de fixation interne moins contraignantes pour l'animal et le propriétaire et offrant des résultats de plus en plus satisfaisant.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie

- AUTEFAGE A. (1997)** : Os et fracture In : Manuel de fixation externe ; Y. Latte et J.A. Meynard ; éditions PMCAC.
- BARONE R. (1999)** : Anatomie comparée des Mammifères domestiques ; tome 1 –ostéologie
- BARTHEZ P. (1991)** : La formation du cal de fracture : aspect radiologique ; congrès CNVSPA, 22-24 novembre 1991.
- BARTHEZ P. (1991)** : La formation du cal de fracture : aspect radiologique ; congrès CNVSPA, 22-24 novembre 1991.
- CHANCRIN J.L. (1992)** : Anatomie et physiologie de l'os
- DENNY H.R., BUTTERWORTH S.J. (2000)** : A guide to canine and feline orthopaedic surgery ; 4th edition ; Blackwell science, Oxford .
- DRAPE J. (1992)** : Les fractures du jeune chien en croissance.
- DURVILLE A. (2004)** : Particularités radiographiques des fractures du jeune; Congrès AFVAC « Valoriser la pratique quotidienne ».
- EVANS H.E. (1993)** : Miller's anatomy of the dog, 3rd edition; W.B. Saunders, Philadelphia.
- GARY CLAYTON JONES D. (1998)** : Fracture classification and description In : Manual of small animal fracture repair and management ; Coughlan A. and Miller A. ; BSAVA, Shurdington.
- GENEVOIS J.P. (1992)** : Anatomie et physiologie articulaires In : Encyclopédie vétérinaire ; éditions Elsevier, Paris
- GENEVOIS J.P. (1992)** : Anatomie et physiologie articulaires In : Encyclopédie vétérinaire ; éditions Elsevier,
- GENEVOIS J.P. (1993)** : Traumatologie du cartilage de conjugaison In : Encyclopédie vétérinaire ; éditions Elsevier.
- GENEVOIS J.P. (2004)** : Conduite à tenir devant une fracture ouverte; Congrès AFVAC "Valoriser la pratique quotidienne".
- LATTE Y. (1997)** : Fractures du jeune In : Manuel de fixation externe. Applications au chien et au chat ; Latte Y. et Meynard J.A.
- NESS M.G. (1998)** : Implant failure In : Manual of small animal fracture repair and management ; Coughlan A. and Miller A. ; BSAVA, Shurdington .
- ROE S. (1998)** : Biomechanical basis of bone fracture and fracture repair In: Manual of small animal fracture repair and management ; Coughlan A. and Miller A. ; BSAVA, Shurdington
- SCHILTZ G. (1988)** : Biomécanique osseuse: 1. Bases théoriques et biomécaniques des fractures; Le Point Vétérinaire.
- SCHILTZ G. (1988)** : Biomécanique osseuse: 1. Bases théoriques et biomécaniques des fractures.

Références bibliographiques

STEVENSON S. (1991) : Consolidation osseuse chez le jeune ; Prat Méd Chir Anim Comp, tome 26, n°3 (spécial orthopédie : fractures du jeune)

STEVENSON S. (1991) : L'os en croissance; Prat Méd Chir Anim Comp, tome 26, n°3 (spécial orthopédie : fractures du jeune)

STEVENSON S. (1991) : L'os en croissance; Prat Méd Chir Anim Comp, tome 26, n°3 (spécial orthopédie : fractures du jeune).

VIGUIER E. (2003) : Lésions des plaques de croissance chez le chien et chez le chat :
Physiopathogénie des fractures épiphysaires ; Le Point Vétérinaire, « Affections ostéo-articulaires du chien et du chat en croissance »