

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur
en
Médecine vétérinaire
THEME

**Les fractures du tibia et leur traitement
chez les carnivores domestiques : étude
bibliographique et présentation de
quelques cas cliniques.**

Présenté par :
Melle KERBOUT Sabrina

Soutenue publiquement, le 31 Octobre 2021 devant le jury :

Mme BOUABDALLAH R.	MCA (ENSV)	Présidente
Mme BENMOHAND C.	MAA (ENSV)	Examinatrice
Mme REBOUH M.	MAA (ENSV)	Promotrice

2020-2021

2020-2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur
en
Médecine vétérinaire
THEME

**Les fractures du tibia et leur traitement
chez les carnivores domestiques : étude
bibliographique et présentation de
quelques cas cliniques.**

Présenté par :
Melle KERBOUT Sabrina

Soutenue publiquement, le 31 Octobre 2021 devant le jury :

Mme BOUABDALLAH R.	MCA (ENSV)	Présidente
Mme BENMOHAND C.	MAA (ENSV)	Examinatrice
Mme REBOUH M.	MAA (ENSV)	Promotrice

2020-2021

Déclaration sur l'honneur

Je soussignée Mlle KERBOUT Sabrina, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ker Bout', with a horizontal line extending to the right and a vertical line crossing it.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le bon DIEU de m'avoir donné le courage, la patience et la santé physique et mentale afin d'achever ce travail.

Je voudrais dans un premier temps remercier, ma directrice de mémoire Mme REBOUH M., professeur de chirurgie à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV) d'Alger, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je remercie Mme BOUABDALLAH R. pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Je remercie Mme BENMOHAND C., pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'ENSV et les intervenants professionnels responsables de ma formation. En particulier Dr. BAROUDI DJ., Dr. BAZZIZI R. pour leurs encouragements et soutiens surtout cette dernière année.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Dr. TIOURIRINE Ahmed de m'avoir donné accès à ses archives, de m'avoir permis avoir d'assister aux interventions chirurgicales et pour conseils ainsi qu'à toute l'équipe du cabinet vétérinaire OASIS.

Dr. CHOUAH Ibrahim EL Khalil, de m'avoir consacré de son temps, de sa gentillesse et d'avoir partagé ses données, et pour tous ses précieux conseils pratiques et à toute l'équipe de la clinique vétérinaire EL Khalil.

J'adresse également mes vifs remerciements à Dr. CHARIF Toufik, pour son grand sens du partage. Grâce à lui, j'ai pu manipuler sur des cadavres l'ostéosynthèse sur les fractures du tibia, ce qui m'a boosté de la théorie à la pratique, sans oublier l'accès aux différentes chirurgies orthopédiques et un grand merci à toute l'équipe du cabinet vétérinaire 3 Cma de leur accueil et le partage d'informations en particulier les notions pratiques.

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A la mémoire de mon père

Ce travail est dédié à mon père qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Chaque pas que je faisais dans ma vie je trouvais toujours sa protection, son soutien, sa présence, sa force et surtout son amour. L'entendre parler avec fierté et confiance me rassurer et me permettait de franchir beaucoup d'obstacle dans ma vie sans crainte, ma barrière de protection était toujours présente. Merci au meilleur Papa du monde.

J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part de sa fille qui a toujours priée pour le salut de son âme, puisse DIEU le tout puissant l'avoir en sa sainte miséricorde.

A ma chère mère qui m'a élevé et bien éduqué, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour et ma considération pour tous les sacrifices qu'elle a consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je le dédie aussi à :

Mes chères sœurs : Kahina, Yamina et Wassila pour leurs présences, leurs soutiens tout au long de mon parcours ainsi que leurs époux.

Mes adorables nièces et neveux (Liliane, Maylis, Aylane, Aksel, Nèlia, Rayene et aux prochains) merci d'avoir donné un autre sens à notre vie. Mes bébés que j'adores tellement que dieu vous protège.

Mon frère Ali pour son soutien et encouragement ainsi que sa femme.

A toute ma famille, mes amis (es). Particulièrement Thiziri, ma meilleure amie qui a supporté tout mon stress surtout ses derniers temps. Thamila, Asma, Nassim, Tarik, pour leurs encouragements et soutiens.

A tous mes camarades et mes collègues.

Table des matières

Introduction	01
Partie bibliographique : ETUDE DES FRACTURES DU TIBIA CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES	
I. Rappels anatomiques du tibia chez les carnivores domestiques :	
1. Ostéologie	02
2. Musculature	03
3. Vascularisation de la jambe	03
4. Innervation	04
II. Etude clinique des fractures du tibia	05
1. Définition et importance	05
2. Etiologie	05
3. Symptômes et diagnostic	06
3.1.Examen clinique	06
3.2.La radiographie	06
3.3.Tomodensitométrie	07
4. Caractérisation	07
III. Classifications des types de fractures du tibia	07
1. SCORE	08
2. Classification selon l'Association d'Orthopédie Vétérinaire (AO, Vet)	08
2.1.Fractures proximales	09
2.1.1. Fracture de type 4-1-A proximale, extra-articulaire	10
2.1.2. Fracture de type 4-1-B ; proximale, articulaire partielle	10
2.1.3. Fracture de type 4-1-C ; proximale, articulaire complète	11
2.2.Fractures de la diaphyse	11
2.2.1. Fracture de type 4-2-A ; diaphysaire, simple ou incomplète	11
2.2.2. Fracture de type 4-2-B ; diaphysaire tibiale, comminutive	12
2.2.3. Fracture de type 4-2-C ; diaphysaire complexe du tibiale	13
2.3.Fractures distales du tibia	13
2.3.1. Fracture de type 4-3-A ; tibiale et extra-articulaire	14

2.3.2.	Fracture de type 4-3-B ; distale articulaire partielle	14
2.3.3.	Fracture de type 4-3-C ; distales, articulaires complexes	15
2.4.	Classification de Salter Harris	15
2.5.	Classification des fractures ouvertes.....	16
IV.	Traitement des fractures du tibia chez les carnivores domestiques	17
1.	Traitement conservateur	17
1.1.	Le plâtre (plâtre de Paris)	18
1.2.	Les matériaux en fibre de verre	18
1.3.	Les attelles	19
1.4.	Bandage de Robert Jones	19
2.	Traitement chirurgical	19
2.1.	Temps pré opératoires	20
2.1.1.	Anesthésie	20
2.1.2.	Tonte et positionnement	20
2.1.3.	Asepsie	21
2.1.4.	L'antibioprophylaxie	21
2.2.	Voies d'abord	21
2.2.1.	Voie d'abord médiale.....	21
2.2.2.	Voie d'abord des malléoles distales	22
2.2.3.	Abord mini-invasif de la diaphyse tibiale	23
2.3.	Types de montages	24
2.3.1.	Plaques	24
2.3.1.1.	Plaque de compression DCP®	24
2.3.1.2.	La plaque LCP® (Locking Compression Plate)	25
2.3.1.3.	La plaque en T	27
2.3.2.	Broches centromédullaire/ clou centromédullaire	28
2.3.3.	Montage mixte Clou-plaque	29
2.3.4.	Les Broches en croix ou Broches transfixantes	30
2.3.5.	Fixateurs externes	30
2.3.6.	Haubanage	32
2.3.7.	Moyens complémentaires	32

2.3.7.1. Cerclage	32
2.3.7.2. Le vissage	33
2.4. Aide au choix du montage	33
2.5. Traitement post opératoire	34
3. Pronostic	35
4. Les complications post traitement des fractures	35
4.1. Cal vicieux	35
4.2. Retard de cicatrisation	35
4.3. Pseudarthrose	35
4.4. Ostéomyélite post traumatique	36
4.5. Faillite d'implant	36
V. Conclusion	36

Partie pratique : ILLUSTRATION PAR DES CAS CLINIQUES

I. Matériel	37
II. Cas cliniques	38
Conclusion général	56

Liste des tableaux :

Tableau01: système d'attribution d'un score aux fractures des patients: Decision making in fracture treatment: The fracture patient scoring system. In Proceedings of (small animal) ACVS veterinary symposium, Washington DC, 1994, p 388-390; et Palmer RH, Hulse DA, Aron DN: A proposed fracture patient score system used to develop fracture treatment plans. In Proceedings of 20th animal conference of veterinary orthopedic society,1993.

(PIERMATTEI et al., 2009)
.....08

Tableau 02 : système alphanumérique de classification morphologique des fractures établie par l'AO VET (UNGER et al.,1990). 09

Liste de figures

Figure1 : Tibia et fibula gauches, de gauche à droite vue latérale, vue caudo-cranial, vue cranio-caudal (DOUART et al., 2013)	02
Figure 02 : musculature du membre pelvien gauche chez le chien, à gauche vue latérale et à droite vue médiale (DOUART et al., 2013)	03
Figure03 : jambe gauche du chien vue médiale (GUINTARD et al., 2005).	04
Figure04 : membre pelvien gauche : vue latéral (à gauche) et vue médiale (à droite) (STANLEY et al., 2019).	04
Figure 05 : Fractures proximales du tibia (PIERMATTEI et al., 2009).	09
Figure 06 : Fractures de la diaphyse du tibia (UNGER et al., 1990).	13
Figure 07 : Fractures distales du tibia (UNGER et al., 1990).	15
Figure08 : classification Salter Harris de I à V (de gauche vers l'adroite) (LEROUX, 2010).	16
Figure09 : plâtres à cylindre complet pour une fracture du tibia diaphysaire transverse et un plâtre bivalve (FOSSUM, 2012).	18
Figure 10 : réalisation d'une préparation jambe suspendue, et placer les champs opératoires (FOSSUM, 2012).	20
Figure11 : voie d'abord médiale (FOSSUM, 2012).	22
Figure12 : Voie d'abord à malléole médiale (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).....	22
Figure13 : Voie d'accès à l'extrémité distale du tibia et du péroné et à l'articulation tarsienne par incision de leur face externe (PIERMATTEI et al., 1971).	23
Figure14 : abord médial minimal invasif à la diaphyse tibiale (DRAPÉ et DE LA FUENTE ,2017).	23
Figure 15 : Types de plaques osseuses / Une plaque DCP surface supérieure et inférieure (FOSSUM, 2012 ; CARRAUD, 2011).	24

Figure 16 : Photo avant et après vissage de la plaque DCP (VIGUIER, 2005)	25
Figure 17 : LCP® utilisée comme plaque de soutien / trou de la plaque, les vis sont placées dans la partie lisse (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).	25
Figure 18 : technique d'ostéosynthèse : Choix de la plaque par apposition sur le membre / Implantation sous-cutanée de la plaque par tunnelisation/Mise en place des vis par les fenêtres cutanées/Aspect des plaies en post-opératoire (LIBERMANN, 2011)	26
Figure 19 : Clichés radiographiques d'une fracture de tibia chez un chat réduite par ostéosynthèse biologique avec la plaque à vis verrouillée ou Locking Compression plate (LCP®), à gauche, vue de profil, à droite, vue de face (BARON, 2010).	26
Figure 20 : Fracture spiroïde du tibia sur un chiot de 2mois : radiographie de face et de profil de la fracture et après ostéosynthèse élastique (PUIFF, 2003)	27
Figure21 : Fixation d'une fracture proximale de type A2 avec une plaque en T / Fracture distale du tibia (type A1) fixée avec une plaque en T (PONSAILLÉ, 2005).	27
Figure 22 : technique de l'enclouage centromédullaire du tibia (BRINKER et al., 1986).	29
Figure23 : Traitement de la fracture du tibia diaphysaires avec un clou verrouillé (JOHNSON et al., 2005).	29
Figure 24 : Radiographie du tibia de face et de profil après ostéosynthèse par clou-plaque (LIBERMANN, 2011).	30
Figure 25 : Les fractures déplacées de la physe tibiale proximale et distale traité avec les broches de Kirschner en croix (FOSSUM, 2012)	30
Figure 26 : Fixation externe d'une fracture diaphysaire du tibia (PIERMATTEI et al.,2009).	31
Figure27 : fracture bimalléolaire traitée par 2 haubans (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).	32
Figure28 : exemple d'un cerclage en boucle (FOSSUM, 2012)	32

Figure 29 : Types de vis, de gauche à droite, corticale, spongieux entièrement filetés, spongieux partiellement filetés (vis de traction) (FOSSUM, 2012)	33
Figure 30 : salle de radiologie (source : Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, 2021)	37
Figure31 : matériels d'ostéosynthèse (cliché personnel source : cabinet vétérinaire 3cma, kolèa,2021).	38
Figure 32 : différents matériels utilisé en ostéosynthèse (différentes pinces, coupe-broche, Elévateurs à périoste, tournevis, marteau, perceuse et les fils de sutures.) (Clichés personnel, cabinet vétérinaire 3cma, 2021)	38
Figure 33 : cliché radiographique ventro-dorsal de Moka représentant une fracture tibiale diaphysaire transverse du membre gauche et une fracture tibiale distale du membre droit (Moka, cas N° :1) (avec l'aimable autorisation du Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).	39
Figure 34 : Fracture distale du tibia droit per-opératoire, mise en place de fixateurs externe. (Moka, cas N°01) (Clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil,2020).	40
Figure 35 : après la mise en place de la plaque (Moka, cas N° :01) (cliché personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).	40
Figure36 : clichés radiographique postopératoire face et de profil de Moka (clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020)	41
Figure37 : cliché radiographique de face et de profil d'une fracture simple medio diaphysaire transverse du tibia gauche/ cliché radiographique postopératoire, de face et de profil d'une fracture diaphysaire transverse du tibia gauche, après mise en place de la plaque de reconstruction et une broche centromédullaire (Kiwi, cas N : 02) (Clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).	43
Figure 38 : kiwi à j1 postopératoire (Clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2020)	43
Figure 39 : les étapes de l'intervention de Joé : chien anesthésié, asepsie, mise en place des champs opératoires, la plaque avec quatre vis placées sur le tibia, suture de la plaie et le pansement (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020)	44

Figure 40 : cliché radiographique dorso-ventrale et latéral en postopératoire (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).	45
Figure 41 : radiographie thoraco-abdominale latérale du cas N°4. Présence d'organes abdominaux dans la cage thoracique et interruption de la silhouette diaphragmatique (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil,2020).	46
Figure 42 : radiographie de profil et de face d'une fracture du tibia gauche diaphysaire comminutive. /clichés radiographiques latéral et dorso-ventral en postopératoire. Cas n°4 (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).	46
Figure 43 : Position de la plaque vissée et du cerclage pour le cas N° :04/ Nano après son réveil de la deuxième intervention (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2020).	47
Figure 44 : étapes de l'ostéosynthèse sur le cas N°5 : membre positionné et drapé, nettoyage des abouts fracturaires, mise en place d'un double cerclage, puis de la plaque (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021).	48
Figure 45 : cliché radiographique latéral montrant la fracture diaphysaire oblique du tibia droit/ radiographie de profil après mise en place d'une plaque de soutien pour le tibia du cas N° :05 (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021).	48
Figure 46 : radiographies de profil pré et post opératoire d'une fracture medio diaphysaire, oblique à biseau long du tibia droit chez une chatte traitée par enclouage centromédullaire de Imy cas n° : 06 (Cliché personnel, Dr TIOURIRINE Ahmed, Cabinet vétérinaire oasis, 2021).	49
Figure 47 : à gauche, les deux incisions après introduction de la broche centromédullaire. A droite, mise en place d'un platre (Michou, cas :07) (Cliché personnel, Dr TIOURIRINE Ahmed, Cabinet vétérinaire oasis, 2021).	50
Figure48 : cliché radiographique de profil de la fracture distale du tibia de Michou avant et après enclouage. (Michou, cas N°07) (Cliché personnel, Dr TIOURIRINE Ahmed, Cabinet vétérinaire oasis, 2021).	50

Figure49 : ostéosynthèse du tibia du cas N°08 De gauche à droite : le foyer fracturaire.

Fixateurs externes latéral. Léo à J3 postopératoire (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2021). 52

Figure50 : clichés radiographiques de Léo de profil pré et postopératoire du tibia gauche de Léo. Et de face pré et postopératoire. Mise d'une broche Centromédullaire avec fixateur externe type IA en hémicarde (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El

Khalil, 2021). 52

Figure51 : cliché radiographique du cas N :09 dorso-ventral et une latéral d'une fracture oblique à biseau court de la diaphyse distale gauche et une fracture salter Harris type I tibia

droit. (Cas n° : 09) (source : Dr. CHARIF Toufik, 2021). 53

Figure 52 : photographie représentant les étapes de l'ostéosynthèse du cas N° :09 de la fracture du tibia diaphysaire distale oblique courte par la voie médiale (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021). 54

Figure 53 : étapes du traitement de la fracture Salter Harris type I tibia droit par la résine. (Cas n° :09) (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021). 54

Liste d'abréviation

a.: artère.

AO Vet : Association d'orthopédie vétérinaire.

AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese.

ASIF: Association for the Study of Internal Fixation.

DCP® : Dynamic compression plate.

FE : Fixateur Externe.

LCP®: Locking compression plate.

m.: muscle.

MIPO: Mini Invasive Plate Ostéosynthesis.

n.: nerfs.

ORIF: Open Reduction Internal Fixation.

TDM: Tomodensitométrie.

Résumé :

Les fractures du tibia sont plus rarement rencontrées chez les carnivores domestiques comparées aux fractures du fémur. Ces fractures sont le résultat d'un traumatisme direct ou indirect. Elles peuvent être proximales, diaphysaires ou distales, simples ou complexes, transverses ou obliques. Les fractures du tibia peuvent se manifester à tout âge. En fonction de la nature de la fracture et de l'âge de l'animal, différentes méthodes de réparation peuvent être indiquées pour chaque type : traitement conservateur ou bien chirurgical avec ses différents types de montage, tout en respectant les principes de base du traitement chirurgical des fractures.

Mot clés : les carnivores domestiques- Les fractures du tibia- traitement conservateur ou chirurgical.

Abstract:

Tibia fractures are more rarely encountered in domestic carnivores than femur fractures. These fractures are the result of direct or indirect trauma. They can be proximal, diaphyseal or distal, simple or complex, transverse or oblique. Fracture of tibia can occur at any age. Depending on the nature of the fracture and the age of the animal. Different methods may be indicated for each type, conservative or surgical treatment and type of set-up, while respecting the basic principles of surgical treatment fractures.

Keywords: Domestic carnivores -Tibia fractures -conservative or surgical treatment.

ملخص:

نادراً ما تحدث كسور عظم الساق عند الحيوانات آكلة اللحوم الأليفة مقارنة بكسور عظم الفخذ. هذه الكسور ناتجة عن صدمة مباشرة أو غير مباشرة. يمكن أن تكون في النهاية القريبة أو عظمية أوفي النهاية البعيدة. بسيطة أو معقدة. مستعرضة أو مائلة. يمكن أن تحدث كسور الساق في أي عمر. اعتماداً على طبيعة الكسر وعمر الحيوان، يتم تحديد طرق إصلاح ونوع العلاج: محافظ أو جراحي ونوع التركيب، مع مراعاة المبادئ الأساسية لعلاج الكسور الجراحية

كلمات مفاتيح: الحيوانات آكلة اللحوم الأليفة- كسور عظم الساق- العلاج المحافظ أو الجراحي

Introduction :

La traumatologie représente une composante importante de l'activité quotidienne des vétérinaires. En effet, les lésions orthopédiques sont multiples et le squelette appendiculaire (qui regroupe les os de la ceinture scapulaire, des membres supérieurs, de la ceinture pelvienne et des membres inférieurs) est particulièrement exposé (FÉRAUDET, 2004).

La caractérisation d'une fracture repose sur la localisation du trait de fracture sur le fût osseux, la comminution, le degré de comminution et la morphologie (LEROUX, 2010).

Le traitement des fractures du squelette appendiculaire des carnivores domestiques a fait l'objet d'une constante évolution. La contention externe a précédé la réduction chirurgicale et la fixation interne des os fracturés pendant des milliers d'années. Des moyens d'immobilisation du membre fracturé étaient mis en place pour favoriser la cicatrisation osseuse naturelle. Bien que la réduction chirurgicale des fractures soit maintenant commune, les traitements non chirurgicaux ont encore un rôle dans les traitements orthopédiques (GUGUEN, 2015).

Notre étude va se focaliser sur les fractures tibiales qui sont relativement fréquentes chez les animaux de compagnie et peuvent être liées à des accidents de la voie publique, des chutes ou des morsures. Elles représentent environ 20 % des fractures chez les chiens et les chats (LOPEZ, 2012).

L'orthopédie vétérinaire a su faire d'immenses progrès ces 30 dernières années. Nous décrirons donc, une étude clinique de ces fractures, les différents traitements aujourd'hui préconisés pour les fractures du tibia chez les carnivores domestiques. Enfin, nous conclurons ce travail par l'illustrations de ces techniques par la présentation de 09 cas cliniques suivis chez des praticiens privés.

Partie bibliographique : ETUDE DES FRACTURES DU TIBIA CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

I. Rappels anatomiques du tibia chez les carnivores domestiques :

1. Ostéologie

Le tibia est l'os principal de la jambe. C'est un os long, pair, articulé par sa partie proximale avec les condyles du fémur, latéralement avec la fibula et par son extrémité distale avec la première rangée des os du tarse. Chez tous les mammifères domestiques, il est fortement oblique en direction disto-caudale (BARONE,1999). Le tibia proximal est de forme triangulaire avec une large métaphyse se rétrécissant au niveau de la diaphyse qui est longue 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 (Figure :01). La malléole médiale dépasse nettement les autres reliefs en direction distale (Fig.01) (BARONE, 1999). Son extrémité proximale présente une articulation planiforme appelée plateau tibial. En outre, on y trouve un condyle latéral et un médial, séparés par l'éminence condyloire. Le corps proximal crânial du tibia présente une tubérosité, appelée tubérosité du tibia, qui est un lieu d'insertion pour le ligament patellaire. La fibula, os latéral et accessoire de la jambe, porte la malléole latérale (SCOTT, 2018).

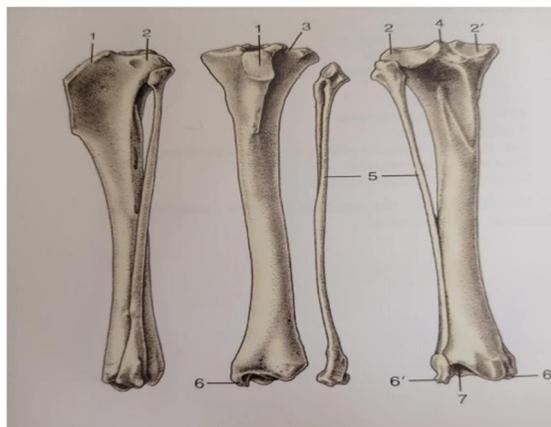


Figure01 : Tibia et fibula gauches, de gauche à droite vue latérale, vue caudo-cranial, vue cranio-caudale. (1) Tubérosité tibiale, (2) condyle médial, (3) sillon de l'extenseur, (4) éminence intercondyloire, (5) fibula, (6) malléole médiale, (6') malléole latérale, (7) cochlée tibiale (DOUART C. et al., 2013).

2. Musculature :

Les muscles de la jambe sont groupés autour du tibia et de la fibula. A une exception près, ils se terminent tous par des tendons qui se portent dans le pied. Un seul est cantonné à l'extrémité proximale de la jambe (Muscle poplité) (BARONE et al., 1989).

- Musculature de la face médiale :

La musculature de la face médiale du tibia comprend : Le muscle gastrocnémien, le muscle fléchisseur superficiel des doigts, le muscle tibial crânial est long, le muscle poplité, le muscle Sartorius et le muscle gracile (DE NAZELLE, 2018).

- Musculature de la face latérale :

Ce sont le muscle fléchisseur superficiel des doigts et le muscle tibial crânial, l'extenseur commun des doigts, le long extenseur des doigts, et le gastrocnémien (Fig.02) (DE NAZELLE, 2019).

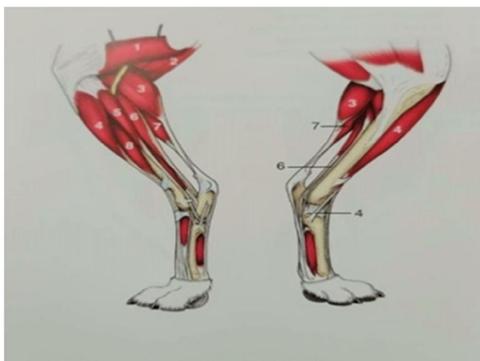


Figure 02 : musculature du membre pelvien gauche chez le chien, à gauche vue latérale et à droite vue médiale. (1) M. biceps fémoral ; (2) M. semi-tendineux ; (3) M. gastrocnémien : chef latéral ; (4) M. tibial crânial ; (5) M. long fibulaire ; (6) M. fléchisseur latéral des doigts ; (7) M. fléchisseur superficiel des doigts ; (8) M. long extenseur des doigts (DOUART et al. 2013).

3. Vascularisation de la jambe :

Les vaisseaux de la jambe les plus importants sont les artères et veines saphènes interne et externes (fig. 03) (AGUERRE, 2004).

L'artère saphène (A. saphène) interne est très forte chez les carnivores. Elle naît sur la fémorale. Elle descend ensuite, sous la peau de la région médio-caudale du genou puis à la face médiale de la jambe, en direction crâniale distale (BARONE, 2011).

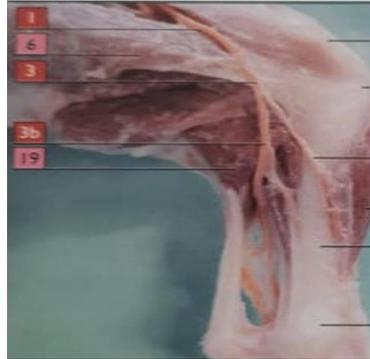


Figure03 : jambe gauche du chien vue médiale, (1) artère (a.) fémorale (3) a. saphène, (3b) rameau caudale de a. saphène (6) muscle (m.) Sartorius caudal. (19) m. gastrocnémien (GUINTARD et al., 2005).

4. Innervation :

- En face médiale : la jambe est innervée par le nerf saphène, rameau cutané du nerf saphène et le nerf tibial (fig. 04) (DOUART et al., 2013 ; AGUERRE, 2004).
- En face latérale : est composé de nerf fibulaire (péronier) superficiel, nerfs fibulaire commun et profond, et nerf cutané sural latéral (fig.04) (DOUART et al., 2013).



Figure04 : membre pelvien gauche : vue latérale (à gauche) et vue médiale (à droite) (STANLEY et al., 2019).

II. Etude clinique des fractures du tibia :

1. Définition et importance :

Une fracture est une rupture de continuité complète ou incomplète de l'os ou du cartilage. Elle s'accompagne de lésions plus ou moins graves des tissus mous environnants notamment des vaisseaux sanguins, et de troubles fonctionnels du système locomoteur (PIERMATTEI et al., 2009).

Les fractures tibiales sont fréquentes chez les carnivores domestiques. Elles représentent environ 20% des fractures des os longs chez les chiens et les chats confondus, et près de 5 à 10% chez les chats (LEROUX, 2010). Par ordre de fréquence, le tibia est le troisième os le plus souvent fracturé, après le fémur et le radius/ulna chez le chien (JOHNSON et al., 1994).

C'est le deuxième os le plus souvent fracturé après le fémur chez le chat. Il est associé aux plus forts taux de complications, caractérisées par des retards de cicatrisation ou des pseudo-arthroses (PERRY et BRUCE, 2015).

2. Etiologie :

Elles sont généralement la conséquence de traumatismes violents (accidents de voiture, tir d'arme à feu, bagarres, chute...) (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).

Les différentes causes des fractures sont :

- Les traumatismes atteignant directement l'os : les statistiques de 1994 de BRINKER PIERMATTEI et FLO indiquent qu'au moins 75 à 80 % des fractures sont provoquées par des automobiles ou d'autres engins motorisés (GUGUEN, 2015).
- Les traumatismes indirects : les forces sont transmises à travers l'os ou les muscles jusqu'à un point éloigné où se produit la fracture (chutes).
- Affections osseuses : certaines affections osseuses entraînent la destruction de l'os ou sa fragilisation à un point tel qu'un traumatisme banal peut provoquer une fracture (par exemple, tumeur de l'os ou troubles nutritionnels atteignant l'os).

- Mises en charges répétées : les fractures de fatigue se rencontrent le plus souvent chez les petits animaux au niveau des os de l'extrémité des membres antérieurs ou postérieurs (GUGUEN, 2015).

3. Symptômes et diagnostic :

Les symptômes observés par le clinicien lors de l'examen clinique permettent le plus souvent de diagnostiquer une fracture du tibia. Les examens complémentaires d'imagerie médicale sont cependant indispensables pour affiner le diagnostic et aider à la décision opératoire (PIERMATTEI et al., 2009).

3.1.Examen clinique :

Les signes cliniques des fractures comportent un ou plusieurs des éléments suivants : douleur ou sensibilité localisée, présence de déformation ou angulation, une mobilité anormale, un gonflement local (celui-ci peut apparaître presque immédiatement ou seulement quelques heures à un jour après l'accident. Il persiste habituellement sept à dix jours par suite d'un trouble de la circulation sanguine et lymphatique), une perte fonctionnelle (boiterie avec ou sans appui) et un crépitement (PIERMATTEI et al., 2009). Si, de plus, on constate une perte de l'intégrité cutanée en regard du site de fracture, celle-ci est considérée comme ouverte. Les fractures ouvertes ont été classées en fonction de leur degré de sévérité, selon la classification proposée par Gustillo. (Voir plus bas la classification des fractures ouvertes) (PIERMATTEI et al., 2009).

En plus de l'examen clinique, des examens complémentaires sont disponibles pour le diagnostic ainsi que le suivi des fractures et de leur traitement. Il s'agit de la radiographie, ou de la tomodensitométrie (TDM) (PIERMATTEI et al., 2009).

3.2.La radiographie :

La radiographie, de par son accessibilité plus large (coût et disponibilité) reste l'examen le plus utilisé. Il est essentiel de prendre des radiographies sous au moins deux incidences perpendiculaires (face et profil) pour établir un diagnostic précis. En effet, la radiographie permet la caractérisation de la fracture, ce qui permet de choisir la meilleure méthode de réduction et de fixation (PIERMATTEI et al., 2009). C'est sur cette caractérisation que

reposent également des classifications supplémentaires des fractures établies par certains auteurs ou organismes, telles que celle de L'AO Vet (volet vétérinaire de la **Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen**) (tableau : 02) ou celle des fractures ouvertes ; dont le but est de faciliter et standardiser le choix du montage à appliquer (PIERMATTEI et al., 2009).

3.3. Tomodensitométrie :

La tomodensitométrie (TDM) peut être définie comme une méthode de mesure de la densité radiologique des volumes élémentaires d'une coupe. Cette méthode radiologique donne des images de coupes successives d'un corps plus de 100 fois plus précise que celle obtenue sur une image radiologique conventionnelle. On peut de plus utiliser un ordinateur pour assembler une série de clichés afin de créer des images détaillées en 3D de l'os examiné (FAGES, 2007).

4. Caractérisation :

La caractérisation d'une fracture repose sur l'évaluation et la description de plusieurs critères qui sont : la localisation du trait de fracture sur le fût osseux (diaphysaire, épiphysaire, métaphysaire, proximale ou distale, affectant le cartilage de croissance sur les animaux jeunes (Salter Harris) ou non), la comminution qui est décrite en fonction du nombre de traits (simple, multiple, ou comminutive), et selon le degré de comminution (en fonction du nombre d'esquilles au sein du foyer fracturaire). La fracture est qualifiée de non comminutive (absence d'esquille), légèrement comminutive (moins de 3 fragments), modérément comminutive (de 3 à 6 fragments), ou sévèrement comminutive (plus de 6 fragments). La morphologie de la fracture est décrite comme incomplète ou complète, transverse, oblique courte ou longue ; ou spiroïde. La présence d'éventuels traits de refend et leur localisation sont également relevés lors de la caractérisation (LEROUX, 2010).

III. CLASSIFICATIONS DES TYPES DE FRACTURES DU TIBIA :

Le système utilisé pour la localisation, la morphologie et la gravité des fractures des os longs se base sur la classification adoptée par L'AO Vet (Association d'orthopédie Vétérinaire) et/ou le score de la fracture.

1. Score :

Les données préopératoires doivent être analysés, pour démarrer le processus de prise de décision. Elles comprennent des informations sur le patient telles que l'âge, le poids, l'état général, le niveau d'activité et la présence ou non d'autres pathologies orthopédiques. Ainsi que les informations des propriétaires, telles que leurs moyens financiers et la capacité d'effectuer des soins postopératoires. Ces données peuvent être résumées comme un score d'évaluation de la fracture qui reflète l'environnement mécanique, biologique et clinique dans lequel les implants doivent fonctionner (FOSSUM, 2012).

Tableau01 : système d'attribution d'un score aux fractures des patients d'après Palmer (PIERMATTEI et al.,2009).

Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FACTEURS MÉCANIQUES	Pas de partage de charge Patient de grande taille, obèse Lésions de plusieurs membres, maladie		Neutralisation possible Patient de taille moyenne			Bon partage des charges Patient de petite taille Lésion d'un seul membre			
FACTEURS BIOLOGIQUES Locaux	Fracture de haute énergie comminutive		Fracture en 2 fragments			Fracture de faible énergie : en bois vert			
	Réduction à foyer ouvert, de longue durée Fracture ouverte, 3ème degré Fracture par balle, type 3		2° degré Type 2			Réduction à foyer ouvert, de courte durée ; réduction à foyer fermé 1° degré Type 1			
FACTEURS BIOLOGIQUES Systémiques	Patient âgé Patient faible/malade		Âge adulte			En croissance En bonne santé			

2. Classification selon l'Association d'Orthopédie Vétérinaire (AO, Vet) :

Elle a été développée pour permettre de coder sous forme alphanumérique les fractures, Cette classification reprend le système utilisé par l'AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese / Association for the Study of Internai Fixation) pour décrire les fractures chez l'homme ; qui est repris par UNGER, MONTAVON et HEIM,1990 (Tab. 2).

- La localisation de la fracture est déterminée par l'attribution d'un chiffre à chaque os long (1 pour l'humérus ; 2, radius/ulna ; 3, fémur ; 4, tibia/fibula)
- La division de chacun de ces os en trois segments : segment proximal (1), diaphyse (2) et segment distal (3).

- La gravité de la lésion est déterminée par l'attribution d'une lettre selon le type de fracture : simple (A) ; fracture en aile de papillon (B) ; et complexe (C). Chaque type est ensuite subdivisé en trois groupes selon sa complexité (A1, A2, A3) qui dépend du type et de l'étendue de la fragmentation osseuse (Voir tableau n° :2).

Une nomenclature supplémentaire spécifique peut être appliquée à chacune de ces descriptions pour fournir un complément d'informations (PIERMATTEI et al., 2009).

Tableau 2 : système alphanumérique de classification morphologique des fractures établie par l'AO VET (UNGER et al.,1990).

Localisation		Morphologie de la fracture	
Os 1 2 3 4	Segment 1 2 3	Type A B C Groupe A1, A2, ... C3	Subdivision 1 2 3

2.1.Fractures proximales :

Les fractures de la partie proximale du tibia ne sont pas courantes, représentant environ 7% des fractures tibiales (UNGER et al.,1990). Elles sont plus fréquentes chez les jeunes. Ce sont des avulsions de la tubérosité ou de l'épiphyse proximale de type Salter 1 ou 2, en position extra-articulaire. Ces fractures sont rares chez le chien adulte mais le cas échéant, elles sont généralement fortement comminutives (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017). L'épiphyse entière est généralement concernée et a tendance à se déplacer en direction caudo-latérale (BRINKER et al.,1986). Les fractures proximales du tibia sont illustrées sur la figure 5. Elles sont subdivisées en fractures non articulaires A, articulaires partielles B et articulaires complètes C.

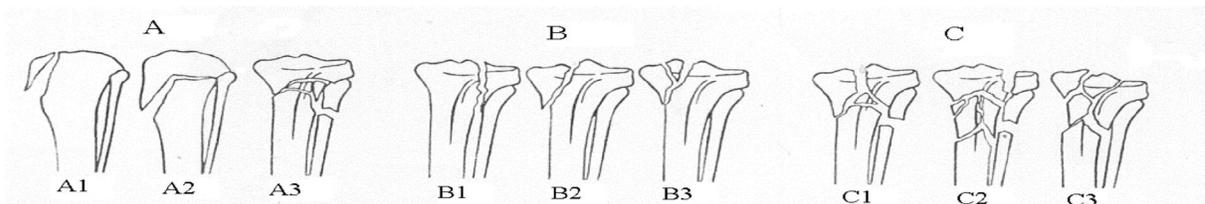


Figure 05 : Fractures proximales du tibia. A : A1, avulsion ; A2, simple ; A3, comminutive. B : B1, latérale simple ; B2, médiale simple ; B3, uni-condylienne comminutive. C : C1, simple, métaphysaire simple ; C2, simple, métaphysaire comminutive ; C3, comminutive (PIERMATTEI D.L. et al., 2009).

2.1.1. Fracture de type 4-1-A proximale, extra-articulaire :

Elles sont subdivisées en trois types : Type A1, Avulsion ; Type A2, simple du cartilage de conjugaison et en Type A3, comminutive.

- **Type A1, Avulsion**

L'avulsion de la tubérosité tibiale est rare et ne se rencontre que chez les plus jeunes animaux, généralement âgés de 4 à 8 mois. D'un point de vue clinique, la tubérosité tibiale ayant subi une avulsion se déplace proximale et peut généralement être palpée. La rotule est également remontée plus haut dans la gorge de la trochlée fémorale et peut être visualisée sur radiographie (Fig.05-A1) (PIERMATTEI et al., 2009).

- **Type A2, simple du cartilage de conjugaison :**

Les fractures épiphysaires proximales de type A2 sont généralement des fractures de Salter-Harris de type I ou de type II (fig. 05-A2). L'épiphyse entière et la tubérosité tibiale sont généralement concernées. Si la fracture n'est pas réduite et fixée, elle entraîne des conséquences esthétiques et fonctionnelles. Les fractures survenant près de la partie proximale du tibia et de la fibula sont généralement transverses, engrenées ou obliques courtes. Si le fragment proximal est déplacé, il est généralement incliné caudalement (PIERMATTEI et al., 2009).

- **Type A3, comminutive :**

Les fractures de type A3 sont rares chez le chien et le chat (Fig. 05-A3).

2.1.2. Fracture de type 4-1-B ; proximale, articulaire partielle :

Elles sont subdivisées en trois types : B1, latérale simple, B2, médiale simple et en B3, uni-condylienne comminutive.

- **Type B1, latérale simple :**

C'est une fracture latérale simple, avec un seul trait fracturaire droit qui touche l'épiphyse la physe et la métaphyse (Fig.05-B1).

- **Type B2, médiale simple :**

C'est une fracture médiale simple, appelé aussi fracture Slater Harris type 4. Avec un trait fracturaire oblique qui touche l'épiphyse la physe et la métaphyse (Fig.05-B2).

- **Type B3, uni-condylienne comminutive :**

C'est une fracture comminutive avec formation d'un petit fragment intermédiaire (Fig.05-B3).

2.1.3. Fracture de type 4-1-C ; proximale, articulaire complète :

Les fractures articulaires complètes sont encore plus rares que les fractures articulaires partielles de type B (voir fig.05-C) (PIERMATTEI et al., 2009).

Elles sont subdivisées en trois types : C1, simple, métaphysaire simple ; C2, simple, métaphysaire comminutive ; C3, comminutive.

2.2.Fractures de la diaphyse :

Les fractures diaphysaires hautement comminutives sont très fréquentes en traumatologie vétérinaire canine et féline, dans le tibia atteignant les 15 à 26% selon VERSET. Les fractures diaphysaires sont de nature comminutive dans 23% des fractures tibiales (VERSET, 2013). Les fractures diaphysaires du tibia sont illustrées sur la figure 6.

Elles sont subdivisées à leurs tours en plusieurs sous types :

2.2.1. Fracture de type 4-2-A ; diaphysaire, simple ou incomplète :

Elles sont subdivisées à leurs tours en plusieurs types :

- **Type A-1, tibiale incomplète ou fibula intacte :**

Ces fractures s'observent principalement chez les animaux n'ayant pas fini leur croissance. Le score de la fracture du patient est classiquement de 9 ou 10 (PIERMATTEI et al., 2009).

La fibula est intacte. Elle divise le tibia en 3 fragments. Les deux traits de fracture obliques forment un grand fragment au niveau medio-diaphysaire (Fig.06-A1).

- **Type A-2, fracture tibiale, simple oblique :**

C'est une fracture oblique simple. Le trait fracturaire est oblique à biseau medio-diaphysaire (Fig.06- A2).

- **Type A-3, fracture transverse simple du tibia :**

Chez les chiens n'ayant pas fini leur croissance, le score de la fracture est habituellement de 9 ou 10, alors que chez les animaux plus âgés et les plus grandes races, le score peut s'abaisser jusqu'à 8. Présence d'un seul trait fracturaire transverse au niveau de la diaphyse tibiale et fibulaire (Fig.06-A3).

2.2.2. Fracture de type 4-2-B ; diaphysaire tibiale, comminutive :

Le score de la fracture du patient est généralement compris entre 4 et 7, pouvant parfois descendre jusqu'à 3. Elles sont subdivisées en :

- **Type B1 ; en aile de papillon :**

Deux traits fracturaires obliques forment un fragment triangulaire au niveau de la medio-diaphysaire du tibia (fig.6-B1). Chez les animaux de petite taille ou de taille moyenne, elles ont un score de fracture compris entre 6 et 7. Chez les animaux de plus grande taille le score de la fracture peut descendre à 5 ou 6 (PIERMATTEI et al.,2009).

- **Type B2 ; comminutive réductible :**

C'est une fracture qui divise le tibia en plusieurs larges fragments (fig.06-B2). L'augmentation de l'instabilité et de la complexité abaisse le score de la fracture entre 4 et 6 (PIERMATTEI et al., 2009).

- **Type B3 comminutive non réductible**

Bien que tous les fragments ne puissent pas être réduits et stabilisés, l'os est encore capable d'assumer une certaine fonction de soutien et son raccourcissement ne représente pas le problème majeur, tant que les fragments diaphysaires principaux sont maintenus alignés. Le score de la fracture de ces patients est classiquement compris entre 3 et 5 (PIERMATTEI et al., 2009).

2.2.3 Fracture de type 4-2-C ; diaphysaire complexe du tibiale :

- **Type C1, comminutive réductible :**

Les fractures de type C1 ressemblent aux fractures de type B2, la différence principale résidant dans la longueur de diaphyse fracturée (PIERMATTEI et al., 2009).

C'est une fracture du tibia en plusieurs fragments de différente dimension (Fig. 06 -C1).

- **Type C2, multiple :**

Fracture tibiale diaphysaire, avec deux traits fracturaires qui ne se rejoignent pas, donc à deux endroits distincts de la diaphyse (Fig. 06-C2).

- **Type C3, comminutive non réductible :**

L'os est éclaté en plusieurs petits fragments, ce qui fait d'elle une fracture comminutive (plus de trois fragments) non réductible, car on ne put pas garder tous les fragments osseux (Fig. 06 -C3).

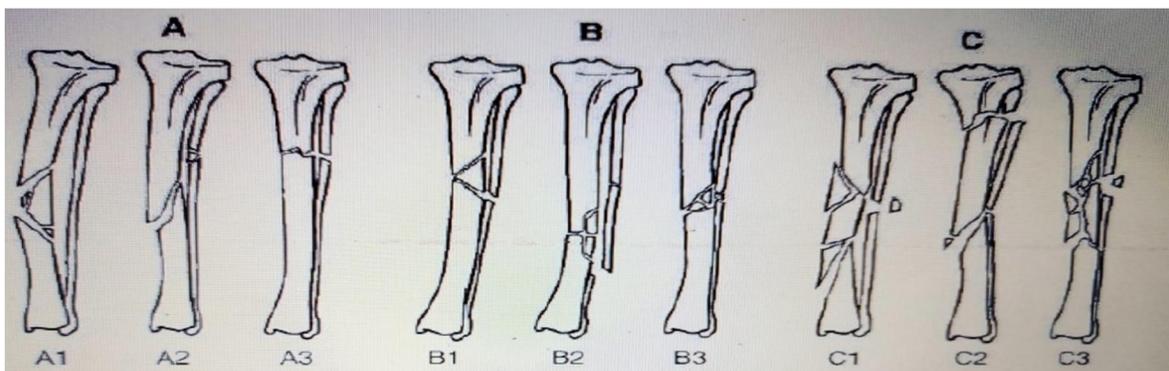


Figure 06 : Fractures de la diaphyse du tibia. A : A1, incomplète du tibia ou avec la fibula intacte. A2, oblique simple du tibia ; A3, transverse simple du tibia. B : B1, en aile de papillon ; B2, comminutive réductible ; B3, comminutive non réductible. C : C1, comminutive réductible ; C2, multiple ; C3, comminutive non réductible (UNGER et al., 1990).

2.2. Fractures distales du tibia :

Les fractures distales du tibia représentent environ 21% de l'ensemble des fractures tibiales (UNGER et al., 1990). La fracture de l'épiphyse distale du tibia s'observe principalement chez les jeunes animaux. Chez certains, elle représente une disjonction épiphysaire, chez

d'autres, elle peut être une combinaison de fracture et de disjonction (BRINKER et al., 1986).

Malgré le pourcentage de fractures épiphysaires, les troubles de la croissance de l'épiphyse distale sont rares (PIERMATTEI et al., 2009). Les fractures distales du tibia sont illustrées sur la figure N° 07.

2.3.1. Fracture de type 4-3-A ; tibiale et extra-articulaire :

On trouve plusieurs types qui sont : type A1 ; simple, type A2, en aile de papillon et type A3 complexe.

- **Type A1, simple :**

Cette fracture s'observe principalement chez les animaux n'ayant pas fini leur croissance et représente une fracture épiphysaire de Salter-Harris de type I ou II (PIERMATTEI et al., 2009) (Fig. 07- A1).

- **Type A2, en aile de papillon :**

C'est une fracture complexe avec 2 fragments et une esquille centrale de forme triangulaire (Fig. 07- A2).

- **Type A3 complexe :**

Fracture comminutive, la partie distale du tibia est divisée en plusieurs petits fragments de différentes dimensions (Fig. 07-A3). La surface articulaire reste cependant intacte.

Les fractures de type A3 sont des lésions très rares chez le chien et le chat (PIERMATTEI et al., 2009).

2.3.2. Fracture de type 4-3-B ; distale articulaire partielle :

C'est une fracture qui touche une ou les deux malléoles. Elle est subdivisée en :

- **Type B1, de la malléole latérale :**

C'est une fracture oblique à biseau court, qui touche la malléole latérale (Fig. 07-B1).

- **Type B2, de la malléole médiale :**

Un trait fracturaire sur la malléole médiale du tibia (Fig. 07-B2).

- **Type B3, des deux malléoles :**

C'est une association des deux types de fracture B1 de la malléole latérale et B2, de la malléole médiale (Fig. 07-B3).

2.3.3. Fracture de type 4-3-C ; distales, articulaires complexes :

Les lésions articulaires complexes sont les fractures les moins courantes. Les fractures de types C2 et C3 sont souvent le résultat de lésions par arme à feu (PIERMATTEI et al., 2009). Elle est subdivisée en C1, simple, métaphysaire simple ; C2, simple, métaphysaire comminutive et la C3, comminutive (Fig.07-C).

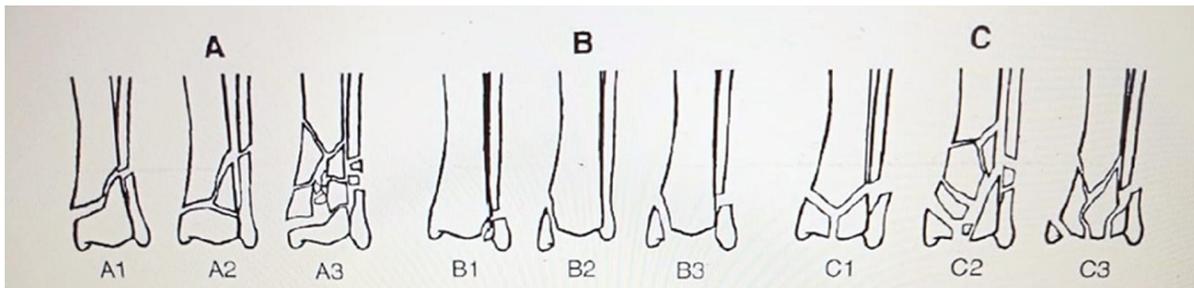


Figure 07 : Fractures distales du tibia. A : A1, simple ; A2, en aile de papillon ; A3, complexe. B : B1, de la malléole latérale ; B2, de la malléole médiale ; B3, des deux malléoles. C : C1, simple, métaphysaire simple ; C2, simple, métaphysaire comminutive ; C3, comminutive (UNGER et al., 1990).

2.4. Classification de Salter Harris :

Les fractures Salter Harris du jeune en croissance, sont illustrées dans la figure 08. Elles sont subdivisées en cinq types sui sont :

- **Salter Harris I :** Décollement épiphysaire isolé, sans fracture, d'amplitude variable, affectant la totalité du cartilage conjugal (Fig.08).
- **Salter Harris II :** Décollement épiphysaire associé à une fracture métaphysaire (Fig.08).
- **Salter Harris III :** Fracture articulaire détachant un fragment épiphysaire et s'arrêtant au cartilage de croissance (décollement épiphysaire partiel s'arrêtant au trait de fracture épiphysaire) (Fig. 08).

- **Salter Harris IV** : Fracture articulaire traversant le cartilage conjugal et se prolongeant jusqu'à la métaphyse, séparant un fragment épiphysaire et métaphysaire (Fig.08).
- **Salter Harris V** : Ecrasement du cartilage de conjugaison (suite à un mécanisme de compression) (Fig. 08) (LEROUX, 2010).

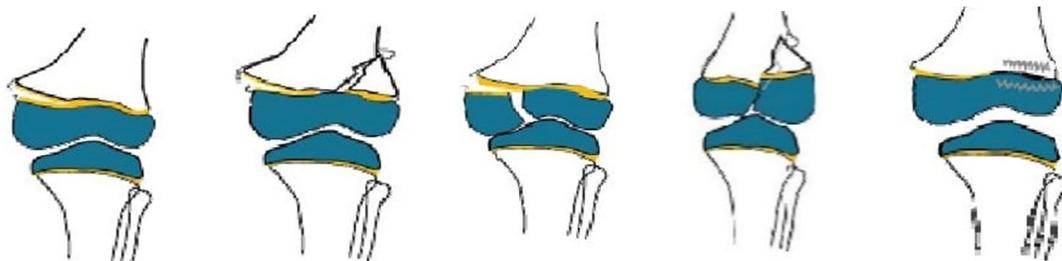


Figure 08 : classification Salter Harris de I à V (de gauche vers l'adroite) (LEROUX, 2010).

2.5. Classification des fractures ouvertes :

La classification des fractures selon GUSTILO et ANDERSON repose sur l'estimation du degré de lésions des tissus mous et caractérise donc les fractures ouvertes. :

- **Type I** : Ouverture cutanée inférieure à 1 cm. En général, l'ouverture se fait de dedans en dehors. Il existe une petite lésion des parties molles sur une fracture transversale ou oblique courte.
- **Type II** : Ouverture supérieure à 1 cm sans délabrement important des parties molles ni perte de substance, ni avulsion. Contamination modérée.
- **Type III** : Ouverture majeure avec délabrement cutané-musculaire, lésions vasculonerveuses. Contamination élevée.
 - **Sous type IIIA** : la couverture du foyer fracturaire par les parties molles est convenable malgré la dilacération extensive. Il existe une comminution importante, sans tenir compte de la taille de la plaie.
 - **Sous type IIIB** : la fracture ouverte est associée à une lésion extensive ou à une perte de substance des parties molles avec « épluchage » du périoste et exposition de l'os avec contamination massive et comminution très importante due au traumatisme à haute énergie. Après parage et lavage, l'os reste exposé et il est nécessaire de recourir à un lambeau de voisinage ou à un lambeau libre pour le recouvrir.

- **Sous type III C** : mis à part le degré important de dégâts des parties molles, la fracture ouverte est associée à une lésion artérielle qui nécessite une réparation (BOISSIER, 2001)

IV. TRAITEMENT DES FRACTURES DU TIBIA CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES :

Le traitement des fractures doit respecter, d'une façon stricte, trois facteurs principaux : préservation de la vascularisation des bouts et des tissus périphériques, immobilisation exacte du foyer de fracture et absence de souillure de celui-ci. Dans cette optique, l'AO reprend ces recommandations en proposant des principes clairs (MEYNARD et GOUDICHAUD, 1971). Ils font que la réduction et la fixation de la fracture doivent restaurer les rapports anatomiques : la stabilité par fixation ou attelle doit prendre en compte l'aspect de la fracture et de la blessure, la préservation de l'apport en sang des tissus mous et de l'os doit se faire par une manipulation soigneuse et des techniques douces de réduction et enfin, une mobilisation active non douloureuse des muscles et des articulations adjacents à la fracture doit être précoce afin d'éviter le développement d'une maladie fracturaire (JOHNSON et al., 2005).

1. TRAITEMENT CONSERVATEUR :

▪ Indications :

Lors de fractures non déplacées, de certaines fractures complètes réductibles, de fêlure sou encore en attente d'une ostéosynthèse, il convient d'immobiliser la partie du membre concerné en utilisant soit un plâtre, soit une résine, soit un pansement qui contient une attelle (DUPRE R., 2005). Les fractures diaphysaires transverses simples du tibia, peuvent être traitées, après réduction à foyer fermé, par une contention externe par plâtre ou attelle. Cette méthode doit être réservée aux fractures médio-diaphysaires ou situées en dessous de la zone médio-diaphysaire car il est difficile d'obtenir une stabilité correcte du fragment proximal si celui-ci est trop court. Les chiens à membres courts ou très musclés posent également problème de ce point de vue (PIERMATTEI et al., 2009). Les fractures en bois vert et certaines fractures stables et les fractures chez les très jeunes animaux peuvent être traitées au moyen d'attelles de THOMAS, d'un pansement contentif externe ou de l'association des deux (BRINKER et al., 1986). Avant la mise en place du pansement

contentif, il convient de réduire la fracture par **extension-contre extension** : les fragments proximal et distal sont distendus par application d'une force axiale sur chaque fragment, dans des directions opposées. Le membre postérieur peut également être suspendu, jusqu'à décoller le corps de l'animal de la table (GUGUEN, 2015).

Les plâtres, attelles et bandages sont considérés comme des « dispositifs d'immobilisation par coaptation » (PIERMATTEI et al., 2009). Le pansement contentif sur une fracture du tibia est toujours appliqué à partir de l'extrémité libre du membre (DUPRE, 2005).

Il est presque toujours indiqué de mettre l'animal sous anesthésie générale avant de mettre en place ces dispositifs de contention externe (PIERMATTEI et al., 2009).

Les plâtres sont utilisés sur des fractures ayant un score compris entre 8 et 10. Un plâtre à cylindre complet ou bivalve immobilise le grasset et le jarret, en légère extension et angulation en varus (fig. 09).

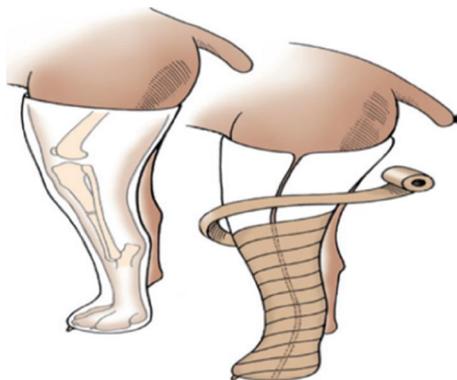


Figure09 : plâtres à cylindre complet pour une fracture du tibia diaphysaire transverse et un plâtre bivalve (FOSSUM, 2012).

1.1.Le plâtre (plâtre de Paris) :

Longtemps seul matériel modelable disponible, il est généralement considéré comme une structure tubulaire moulée qui, si elle est retirée, forme un moule qui permet d'obtenir un moulage du membre. Les dispositifs moulés ont comme avantage qu'ils s'adaptent parfaitement à l'animal (PIERMATTEI et al., 2009).

1.2.Les matériaux en fibre de verre :

Sont constitués de résine imprégnée sur une bande de fibre de verre tricotée, présentée sous forme de rouleaux. Ils sont populaires car ils sont faciles à appliquer et entraînent relativement peu de complications. La résine est activée par immersion pendant 10 à 15

secondes dans l'eau à température ambiante, après le matériel se reforme et durcit en quelques minutes à température ambiante. La fibre de verre est très intéressante pour le moulage de plâtres circulaires complets, mais elle peut être aussi utilisée pour la confection d'attelles (PIERMATTEI et al., 2009).

1.3. Les attelles :

Il existe deux types d'attelles : les attelles préformées (en aluminium, en PVC, en plastique doublé de mousse) et les attelles conformables (thermoformables, thermoplastiques, auto polymérisables) (FÉRAUDET, 2004). Les attelles sont appliquées aux faces crâniale et caudale du membre pour immobiliser le jarret et sur les faces latérale et médiale du membre pour stabiliser une fracture un peu plus sévère du tibia ou de la fibula (BOJRAB, 1990). L'attelle de Thomas représente un cas particulier. Elle est formée d'un cadre métallique à l'intérieur duquel le membre est distendu par l'intermédiaire de bandages (PIERMATTEI et al., 2009).

1.4. Bandage de Robert Jones :

Le Bandage de Robert Jones est un bandage compressif volumineux qui va permettre de répartir la pression de manière uniforme sur le membre afin de limiter les saignements, œdèmes tissulaires, et hémorragies. Il est décrit comme un bandage composé d'une couche abondante de coton maintenue en place par une bande de protection externe dénommée « pressure crêpe bandage over copious wool dressing » (PIEN et al., 2021).

2. TRAITEMENT CHIRURGICAL :

Le traitement chirurgical standard consiste en une reconstruction anatomique de la colonne osseuse, associée à une fixation rigide procurant une stabilité maximale au foyer fracturaire, afin d'obtenir idéalement une cicatrisation par première intention (VERSET, 2013). Lorsque le chirurgien opte pour un traitement chirurgical, il pourra choisir parmi plusieurs types de montages. Les temps préopératoires, sont identiques quel que soit la technique choisie, à l'exception du positionnement de l'animal qui peut varier pour offrir le meilleur accès possible.

2.1. Temps pré opératoires :

2.1.1. Anesthésie :

L'animal est anesthésié selon divers protocoles possibles. Citons pour exemple une prémédication avec de la dexmedetomidine et de la morphine par voie intra musculaire, puis une induction d'anesthésie au moyen de kétamine (1mg/kg) et propofol 1 à 4 mg/kg) par voie intraveineuse. Après intubation, l'animal est placé sous entretien anesthésique volatil avec un mélange d'oxygène et d'isoflurane (SLUSAREK, 2020).

L'analgésie préopératoire augmente la stabilité intra-opératoire et le confort post-opératoire. Elle minimise les effets indésirables causés par la douleur, diminue le temps de récupération et améliore celle-ci. L'analgésie favorise donc la cicatrisation. Une analgésie multimodale associant morphine et lidocaïne par exemple est indiquée car aucun produit pris individuellement ne supprime toutes les phases de la douleur.

https://depecheveterinaire.com/gerer-la-douleur-post-operatoire-en-10-points_679F5588407DBE.html

2.1.2. Tonte et positionnement :

Le membre est tondu de son extrémité jusqu'en haut de la cuisse (POLLET, 2018). L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre atteint suspendu pour le drapage (Fig. 10). La patte sera ensuite relâchée par le chirurgien en début d'intervention pour la positionner à plat pour une voie d'abord médiale ou le maintenir en suspension (JOHNSON KENNETH, 2015).



Figure 10 : réalisation d'une préparation jambe suspendue, et placer les champs opératoires (FOSSUM, 2012).

2.1.3. Asepsie :

L'asepsie chirurgicale joue un rôle prépondérant dans la lutte contre l'infection du site opératoire en chirurgie vétérinaire (TREDEZ, 2006). La méthode de désinfection cutanée consiste en un lavage anté-opératoire constitué par exemple de 5 séries de savonnage à l'aide de chlorhexidine à 4 % appliquée grâce à des compresses stériles. Chaque savonnage est réalisé de manière circulaire étagée, du haut vers le bas, suivi systématiquement d'un rinçage au soluté isotonique de chlorure de sodium 0,9 %. Le lavage se termine par un badigeonnage à l'aide de gluconate de chlorhexidine à 0,5 % en solution alcoolique (POLLET, 2018).

2.1.4. L'antibioprophylaxie :

Les antibiotiques doivent être administrés par voie intraveineuse 30 à 60 minutes avant de faire l'incision. L'administration est répétée toutes les 2 à 4 heures et interrompu directement à la fin de la chirurgie, ou bien 24 heures après. Le protocole de choix utilisé par la plupart des chirurgiens orthopédiques est la Céfazoline, 22 mg/kg IV (FOSSUM, 2012).

2.2. Voies d'abord

2.2.1. Voie d'abord médiale :

Voie d'abord la plus utilisée, elle est indiquée pour les fractures proximales et surtout de la diaphyse tibiale, à l'exception de certaines fractures articulaires distales.

L'incision cutanée s'étend de la crête tibiale à la malléole médiale du tibia distalement. L'artère saphène, la veine saphène médiale et le nerf saphène sont disséqués afin de pouvoir les récliner. Après incision du fascia jambier (fig. 11), la diaphyse tibiale est visible sur toute sa longueur (COSSU et al., 2005).

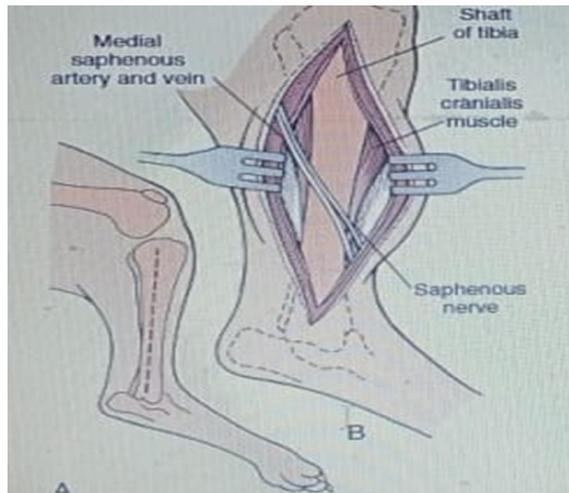


Figure11 : voie d'abord médiale (FOSSUM, 2012).

2.2.2. Voie d'abord des malléoles distales :

Elles sont préconisées pour les réductions à ciel ouvert des fractures de la malléole externe ou interne du tibia. Pour accéder à la malléole médiale, l'incision de la peau s'étend de la malléole à la base du métatarsien II. Sous le plan sous cutané, le ligament collatéral médial et le tendon du muscle tibial crânial apparaissent. La malléole médiale est recouverte par

l'insertion du ligament collatéral (Fig.12) (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).



Figure12 : Voie d'abord à malléole médiale. (1) Ligament collatéral médial, (2) tendon du muscle fléchisseur médial des doigts, (3) tendon du muscle tibial antérieur, (4) capsule articulaire, (5) talus, (6) malléole médiale (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).

Pour accéder à la face externe de l'articulation, il suffit d'inciser la peau suivant un tracé courbe qui commence au niveau de la veine saphène externe et qui descend jusqu'au niveau

de l'articulation séparant les deux rangées des os du tarse puis d'inciser la bride de l'aponévrose tarsienne (Fig. 13) (PIERMATTEI et al., 1971).

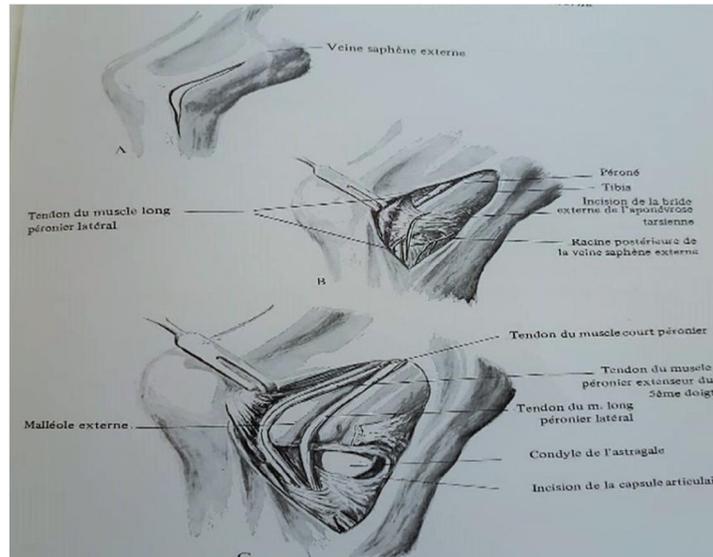


Figure13 : Voie d'accès à l'extrémité distale du tibia et du péroné et à l'articulation tarsienne par incision de leur face externe (PIERMATTEI et al., 1971).

2.2.3. Abord mini-invasif de la diaphyse tibiale :

Actuellement, dans l'optique de préserver la vascularisation du site fracturaire, certains montages sont mis en place par chirurgie mini-invasive. Elle repose sur la réalisation de deux incisions médiales de 2 à 4 cm chacune à l'extrémité proximale et distale du tibia. Un tunnel, qui relie les incisions proximales et distales est disséqué en prenant soin de passer en dessous de l'artère et de la veine saphènes médiales (Fig.14) (JOHNSON KENNETH, 2015).



Figure14 : abord médial minimal invasif à la diaphyse tibiale (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).

2.3.Types de montages :

Plusieurs types de montages s'offrent au chirurgien pour réparer une fracture tibiale.

2.3.1. Plaques :

Les plaques vissées sont des implants qui répondent idéalement au concept de l'ORIF « Open Reduction Internal Fixation ». Correctement mises en place, elles assurent une stabilité élevée au sein du foyer de fracture reconstruit (CARRAUD, 2011).

Les plaques peuvent être utilisées dans la plupart des fractures de la diaphyse du tibia. Elles sont la méthode de choix dans les fractures multiples et complexes, et elles sont particulièrement utiles chez les grands chiens et chez les animaux à demi-domestiques. Elles sont généralement appliquées en face médiale de l'os (BRINKER et al.,1999).

Il existe actuellement plusieurs types de plaques. Nous n'en présenterons que quelques-unes : les plaques DCP® (dynamic compression plate), les LCP® (locking compression plate) et les plaques en « T ».

2.3.1.1.Plaque de compression DCP® :

Tige métallique en 1/5^{ème} de tube, munie de trous. La partie centrale, dépourvue d'orifices est positionnée en regard du trait de fracture. Elle nécessite un contact étroit avec l'os, donc une dévascularisation. Elle peut être utilisée de différentes façons, ce qui régit ses indications thérapeutiques (Fig.15).

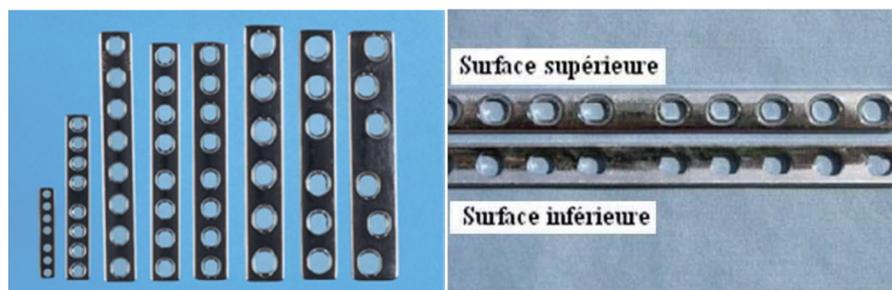


Figure 15 : Types de plaques osseuses. De gauche à droite, 2 DCP, 2,7 DCP, 3,5 LC-DCP, 3,5 DCP étroit, 3,5 DCP large, 4,5 LC-DCP, 4,5 DCP étroit et 4,5 DCP large/ Une plaque DCP surface supérieure et inférieure (FOSSUM, 2012 ; CARRAUD, 2011).

▪ Utilisation comme plaque de compression :

Le profil ovale et la pente des trous de la plaque entraînent, lors de leur serrage, les têtes des vis en direction du foyer de fracture (de 1 mm) après un forage excentré du trou. On

obtient alors une compression du foyer de fracture (fig.16). Elle est utilisée dans les fractures simples et transverses de la diaphyse tibiale, stables de type A (LEROUX, 2010).

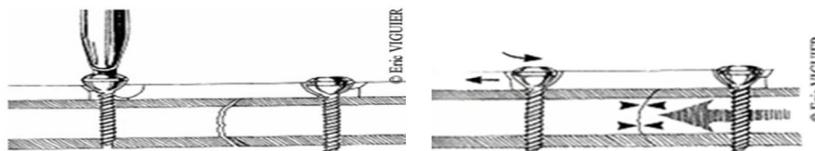


Figure 16 : Photo avant et après vissage de la plaque DCP (VIGUIER, 2005).

▪ **Utilisation comme plaque de neutralisation :**

Dans ce cas la plaque joue le rôle de tuteur (CARRAUD, 2011). Elle permet de neutraliser toutes les forces en place s'exerçant sur les vis de compression, les cerclages ou les sutures osseuses préalablement posées pour l'apposition d'esquilles : Elle est donc utilisée dans les fractures complexes réductibles anatomiquement par des vis de compression, des cerclages ou des sutures osseuses (LEROUX, 2010).

▪ **Utilisation comme Plaque de soutien :**

Elle permet l'alignement des bouts fracturaires lorsqu'il y a perte de substance. Tous les orifices de la plaque ne sont pas occupés par une vis. Cette plaque doit donc supporter toutes les sollicitations subies par le foyer de fracture. Elle est utilisée dans les fractures hautement comminutives ou avec perte de substance (LEROUX, 2010).

2.3.1.2. La plaque LCP® (Locking Compression Plate) :

La plaque développée par l'AO est une plaque de compression avec des vis verrouillées (fig.17). En chirurgie orthopédique vétérinaire, la plaque LCP® devrait progressivement se substituer à la plaque DCP® (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).

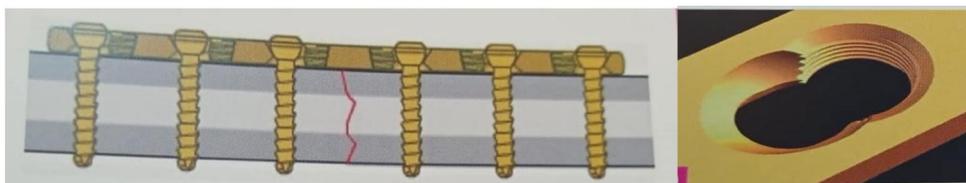


Figure 17 : LCP® utilisée comme plaque de soutien / trou de la plaque, les vis sont placées dans la partie lisse (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).

Elle permet d'utiliser l'implant de trois manières différentes ; en tant que « fixateur interne » utilisant des vis à tête verrouillée, en tant que plaque de compression conventionnelle utilisant des vis de compression ou en tant qu'hybride des deux (HAALAND et al., 2009). Ce système, conçu pour l'os ostéoporotique de l'homme, semble

s'adapter remarquablement aux cortex souvent inégaux des métaphyses canines et félines (fig. 17) (BARON, 2010).

Cette plaque présente l'avantage d'être parfaitement adaptée à l'ostéosynthèse biologique (voir ci-dessous) car elle ne nécessite pas d'être contournée pour s'adapter à la forme de l'os. Elle respecte donc la vascularisation car le contact avec l'os est limité (CARRAUD, 2011).

Remarque : L'ostéosynthèse biologique : Cette méthode permet de respecter au maximum l'hématome fracturaire (fig.18-19), dont le rôle est prépondérant dans la cicatrisation de l'os (GRUNDNES et REIKERÅS, 1993).



Figure 18 : technique d'ostéosynthèse : Choix de la plaque par apposition sur le membre / Implantation sous-cutanée de la plaque par tunnelisation/Mise en place des vis par les fenêtres cutanées/Aspect des plaies en post-opératoire (LIBERMANN, 2011).



Figure 19 : Clichés radiographiques d'une fracture de tibia chez un chat, réduite par ostéosynthèse biologique avec une LCP®, à gauche, vue de profil, à droite, vue de face (BARON, 2010).

Chez l'animal en croissance, on appelle le montage par LCP® en soutien « **ostéosynthèse élastique** », car son but est en plus de préserver les corticales fragiles et le périoste. Chez le jeune, les **fractures** du tibia sont généralement peu déplacées, avec un périoste intact. Après des manœuvres minimales de réalignement, la plaque est donc fixée par-dessus le périoste (Fig. 20) (PUIFF, 2003).

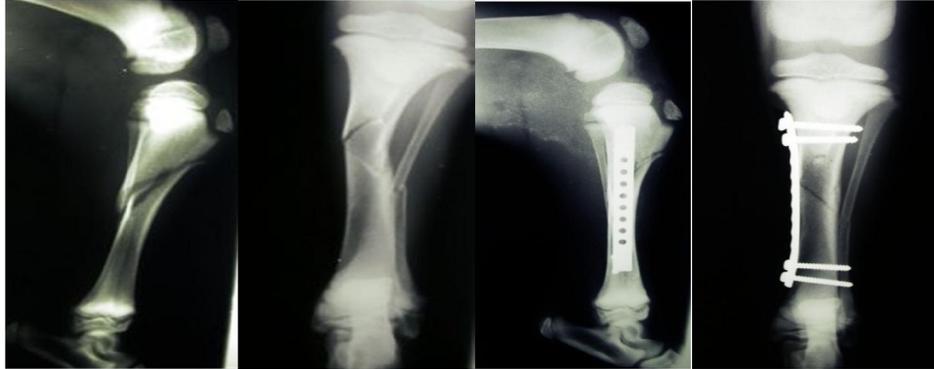


Figure 20 : Fracture spiroïde du tibia sur un chiot de 2mois : radiographie de face et de profil de la fracture et après ostéosynthèse élastique (PUIFF,2003).

3.2.1.3.La plaque en T :

Elle est préconisée pour les fractures proximales du tibia. La fixation des fractures proximales de Type A3 comminutive ou la fracture proximale de type A2 (fig.21) par une plaque en T représente la méthode la plus pratique de fixation, à cause de l'instabilité de la fracture (PONSAILLÉ, 2005). Les deux vis épiphysaires doivent être dirigées avec soin pour éviter leur pénétration de la surface articulaire (PIERMATTEI et al. ,2009).

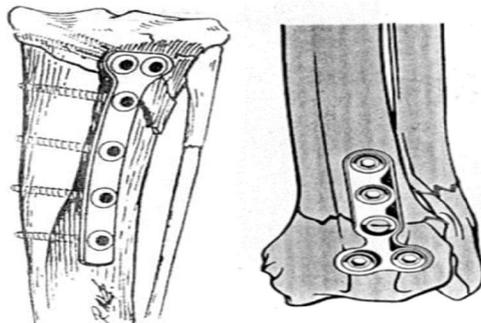


Figure21 : Fixation d'une fracture proximale de type A2 avec une plaque en T /Fracture distale du tibia (type A1) fixée avec une plaque en T (PONSAILLÉ, 2005).

Les plaques en T s'utilisent également lors de fractures distales de type A1 (fig.21). La plaque a alors un rôle de soutien, les différentes esquilles étant rattachées par des vis de traction. L'utilisation dans les fractures de type C est aussi possible quand la fracture touche également la métaphyse (PONSAILLÉ, 2005).

2.3.2. Broches centromédullaire/ clou centromédullaire :

Il s'agit de tiges en acier inoxydables (Broches de Kirschner ou de Steinmann), (fig.22) qui sont placées dans le fut osseux de façon directe uniquement. En effet, un enclouage rétrograde, commençant par le foyer de fracture endommage invariablement l'articulation du genou. Le clou est inséré par l'extrémité proximale du tibia, à foyer fermé ou ouvert (GLYDE et ARNETT, 2006).

L'enclouage centromédullaire direct à foyer fermé peut être utilisé dans le traitement de certaines fractures diaphysaires transverses et obliques courtes (DURVILLE, 2008).

Il peut aussi être utilisé lors de fracture stable après réduction n'ayant pas de tendance à la compression ou à la rotation axiale. Il peut être aussi envisagé chez les jeunes animaux pour lesquels la formation du cal fracturaire est plus rapide. Il est souvent utilisé en association avec d'autres montages (cerclages ou vis), en particulier lors de fracture oblique longue ou spiroïde, ou de l'associer à une plaque lors d'une fracture comminutive.

Le principal défaut des clous utilisés seuls est de permettre la rotation au niveau du foyer de fracture.

Le clou est enfoncé le long du bord médial du ligament patellaire pour pénétrer dans l'extrémité proximale du tibia à 5mm environ en arrière de la face crâniale de la tubérosité tibiale L'introduction du clou trop loin vers l'arrière empêche une extension complète du grasset (GLYDE et ARNETT, 2006).

Après pénétration dans la cavité médullaire, le clou est inséré dans l'épiphyse distale, puis tiré en arrière de 5 mm (fig. 22, d') et enfin coupé (fig. 22, d''). Au moyen d'un chasse clou et d'un maillet, le clou est ensuite remis en place de façon à ce que son extrémité proximale ne gêne pas les mouvements de l'articulation du grasset.

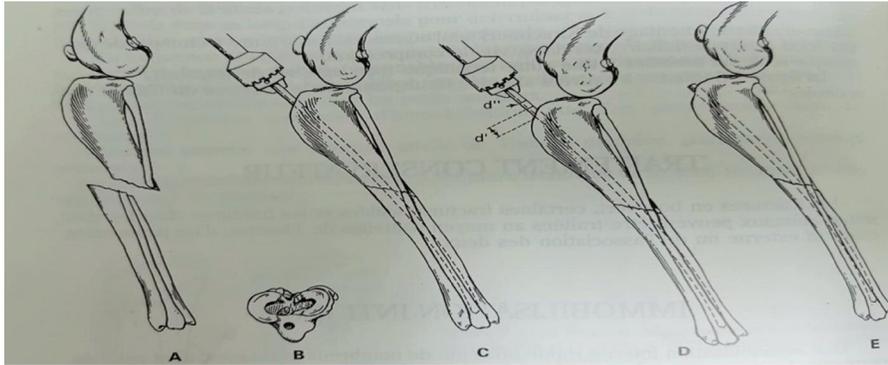


Figure 22 : technique de l'enclouage centromédullaire du tibia (BRINKER et al., 1986).

Remarque : L'enclouage centromédullaire peut être verrouillé (fig.23) c'est-à-dire solidarisé à l'os par des vis qui le traversent, insérées au moyen d'un matériel ancillaire dédié (WASHABAU, 2005).

Ceci permet de l'utiliser dans de nombreux types de fractures diaphysaires du tibia, dont les fractures hautement comminutives, car il neutralise les forces de rotation, de traction et de compression axiales. Il nécessite toutefois que les extrémités proximales et distales soient intactes afin de permettre la pose des vis (LEROUX, 2010).

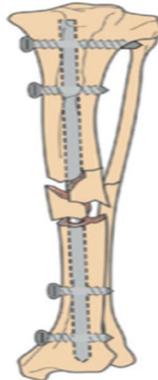


Figure 23 : Traitement de la fracture du tibia diaphysaires avec un clou verrouillé (JOHNSON et al., 2005).

2.3.3. Montage mixte Clou-plaque

Il se compose de l'association d'un clou centromédullaire et d'une plaque de soutien. (Fig.24). Il est utilisé dans le cas de fracture diaphysaire, fermée, réductible en 3 éléments et non réductible comminutive du tibia chez le chat adulte et dans le cas de fracture diaphysaire, fermée, non réductible, en ostéosynthèse biologique chez le chien adulte (Mini Invasive Plate Ostéosynthesis MIPO) (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017). Elle est également possible en montage élastique chez le jeune.

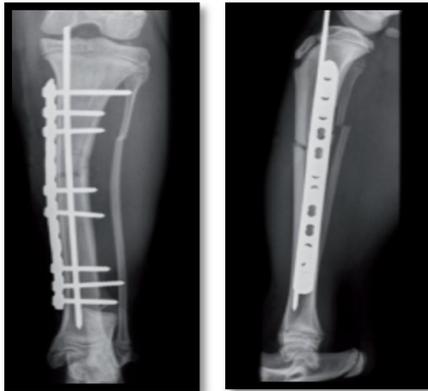


Figure 24 : Radiographie du tibia de face et de profil après ostéosynthèse par clou-plaque (LIBERMANN, 2011).

2.3.4. Les Broches en croix ou Broches transfixantes :

L'insertion de deux petites broches de Kirschner, en croix, insérées à partir des malléoles latérale et médiale (fig.25) est souvent la seule méthode de fixation pratique lors de fractures distales de type A1, à cause de la taille réduite du fragment (BRINKER et al., 1986). Les fractures déplacées de la physe tibiale proximales également peuvent être traité avec réduction ouverte et placement de broche de Kirschner en croix (Fig.24) (FOSSUM, 2012 ; LEROUX, 2010).

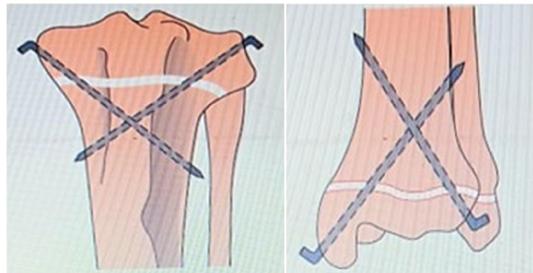


Figure 25 : Les fractures déplacées de la physe tibiale proximale et distale traité avec les broches de Kirschner en croix (FOSSUM, 2012).

2.3.5. Fixateurs externes :

La fixation externe du squelette est utile pour stabiliser divers types de fractures tibiales (BOISSIER J., 2001). Les fixateurs externes sont constitués de broches percutanées qui s'ancrent sur les deux corticales de l'os, placées de part et d'autre du foyer de fracture. Leurs extrémités sont réunies entre elles à l'aide d'une barre de même métal à laquelle elles sont intimement solidarisiées par un coaptateur à flasques s'inspirant du modèle décrit par BENOIT et coll. (1967) (MEYNARD et GOUDICHAUD, 1971).

Il faut au minimum deux broches par fragment ou trois broches dans chaque fragment osseux des extrémités (PIERMATTEI et al., 2009).

▪ **Les types de fixateurs externes et indications :**

Selon la façon dont les broches sont insérées et reliées, plusieurs types de fixateurs externes sont possibles dans le traitement des fractures diaphysaire du tibia. La figure N° :26 répertorie les différents types de gauche à droite : Hémicarde de type IA sur une fracture en aile de papillon ; fixateur de type IIA à broches transfixantes sur une fracture comminutive, le fixateur externe de type IIB avec des broches hémifixantes en position centrale est plus simple à mettre en place que les cadres de type IIA, au prix d'une certaine perte de raideur, les fixateurs externes biplans de type IB sont intéressants lorsqu'il existe un court segment métaphysaire et les fixateurs externes bilatéraux biplans de type III qui sont utilisés lorsque la perte osseuse ou la fragmentation intéresse une zone importante, en particulier lors de fracture par arme à feu et lorsque l'on a besoin d'une raideur maximale et d'une stabilité à long terme (PIERMATTEI et al.,2009).

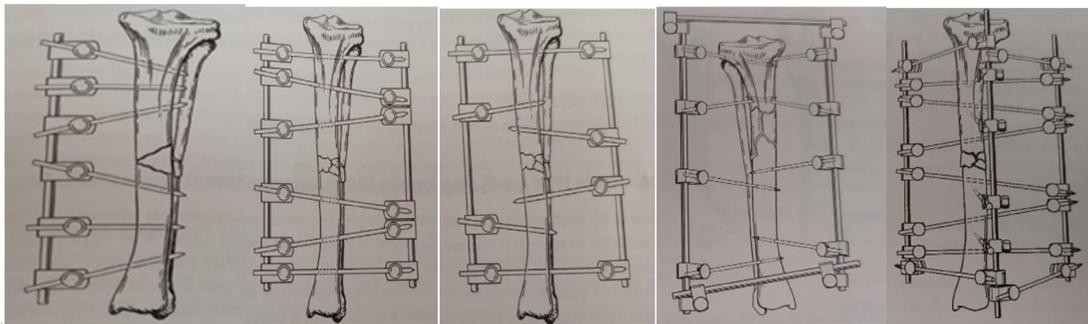


Figure 26 : Fixation externe d'une fracture diaphysaire du tibia (PIERMATTEI et al.,2009).

Les fixateurs externes peuvent être utilisés sur les fractures tibiales fermées, diaphysaires ou métaphysaires distales, simples ou comminutives mais c'est dans le traitement des fractures ouvertes et des ostéomyélites que la fixation externe trouve ses principales indications puisque le matériel d'ostéosynthèse est placé à distance du foyer de fracture (LEROUX, 2010).

Ils peuvent aussi être posé de façon trans-articulaire de manière à bloquer temporairement l'articulation. Ils sont donc souvent utilisés suite à une fracture comminutive de l'articulation distale du tibia ou en présence de fracture malléolaire tibiale (LEROUX, 2010). La réduction fermée et l'application d'un fixateur externe est une méthode efficace de traitement des fractures tibiales gravement comminutives (JOHNSON et al., 1996). Ils

peuvent être utilisés lors de fracture diaphysaire multiple de type C2 (PIERMATTEI et al., 2009).

2.3.6. Haubanage :

Il utilise du fil chirurgical métallique et des broches de Kirchner (Fig.26). Le haubanage est une technique chirurgicale simple permettant la cicatrisation osseuse des fractures-avulsion (YTHIER, 2008). Elle consiste en l'application d'un fil métallique formant une figure en « 8 ». Ce hauban est le plus souvent associé à des broches de soutien. Cette technique permet d'éliminer les forces en traction et de les transformer en force de compression (SCHATZKER et al., 1991). Le hauban est la technique de choix pour la fracture de la malléole médiale et les fractures de la tubérosité tibiale (LEROUX, 2010). Lors de fracture bimalléolaire, 2 haubans sont posés (Fig.27) (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).

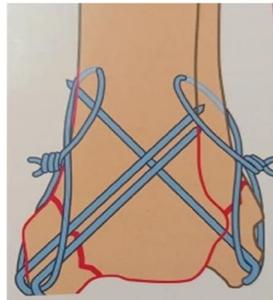


Figure27 : fracture bimalléolaire traitée par 2 haubans (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017).

2.3.7. Moyens complémentaires (vis et cerclage) :

2.3.7.1. Cerclage :

C'est un fil métallique souple, inoxydable qui est « noué » autour de l'os (fig. 28).

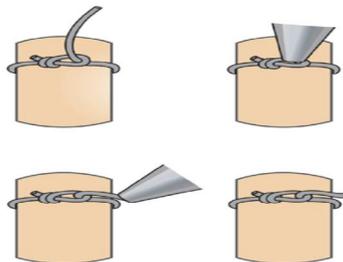


Figure28 : exemple d'un cerclage en boucle (FOSSUM, 2012).

Les cerclages sont fréquemment utilisés comme outils de fixation supplémentaires pour faciliter le repositionnement, améliorer l'alignement et augmenter la stabilité de la fixation (FÖRCH et al.,2021)

2.3.7.2. Le vissage

Il existe deux types de vis, les vis corticales caractérisées par un filet resserré et les vis spongieuses, à filet large (Fig.29).



Figure 29 : Types de vis, de gauche à droite, corticale, spongieux entièrement filetés, spongieux partiellement filetés (vis de traction) (FOSSUM, 2012).

Leur fonction est de stabiliser les fragments osseux (DRAPÉ et DE LA FUENTE, 2017). La vis de traction est l'élément le plus important pour obtenir une compression interfragmentaire statique : Il faut qu'elle glisse dans le fragment situé près de sa tête et qu'elle ait une prise parfaite dans le fragment opposé (PIERMATTEI et al., 2009). Les vis sont utilisées lors de fractures proximales, épiphysaires-unicondylaires, métaphysaires et Salter-Harris de type I ou II (sur des chats en fin de croissance). Lors de fractures distales, elles peuvent être utilisées sur des fractures articulaires complexes. Les vis osseuses sont utilisées comme aide à la réduction et à l'immobilisation lors de fracture oblique longue, spiroïde ou comminutive à fragments réductibles de la diaphyse tibiale, en association avec d'autres montages (LEROUX, 2010). La crête tibiale peut accueillir une vis pour être remise en place après avulsion (STANELEY et al., 2019).

2.4.Aide au choix du montage

Il existe plusieurs possibilités pour traiter une fracture. Deux grands principes sont applicables : Un traitement sans chirurgie, qui conserve le membre en l'état et un traitement chirurgical ou ostéosynthèse, pour lequel un « montage » sera mis en place pour maintenir les abouts fracturaires.

Le choix du traitement chirurgical s'effectue en fonction des caractéristiques de la fracture (localisation, morphologie et éventuelles lésions des tissus mous) et des contraintes qu'elle subit, mais aussi selon les préférences du chirurgien (LEROUX, 2010).

Si le traitement de certaines fractures épiphysaires ou distales est univoque, le choix du traitement des fractures diaphysaires peut sembler plus compliqué, car offrant souvent plusieurs alternatives. L'utilisation d'implants pour les fractures de la diaphyse tibiale selon le score d'évaluation des fractures représentés dans le tableau 2 sont : les **scores de 0 à 3** : on peut utiliser la plaque vissée uniquement, une combinaison plaque vissée et broche centromédullaire, des fixateurs externes de type II et un clou verrouillé. Pour les **scores compris de 4 à 7** : on peut utiliser les fixateurs externes de type IB ou de type II ; une plaque vissée et clou verrouillé. Et en fin pour les **scores de 8 à 10**, ils peuvent être traités par des fixateurs externes de type IA, une broche centromédullaire et fil de cerclage ou bien même par une fixation externe telle qu'un plâtre ou attelle (FOSSUM, 2012).

L'amputation sur les fractures ouvertes de type III est une des complications majeures (18.7% des cas pour Gustilo). En cas de lésion vasculaire (type IIIc), cette amputation est nécessaire dans 40% à 80% des cas (BOISSIER, 2001).

2.5. Traitement post opératoire :

L'application d'un bandage en postopératoire est réalisée dans trois buts : minimiser l'œdème post chirurgical des tissus mous ; protéger l'incision cutanée d'une contamination au cours de la période postopératoire immédiate, et limiter le mouvement et la douleur des tissus mous durant cette même période (FÉRAUDET, 2004). Des analgésiques (meloxicam) sont prescrits pour une durée de 5 à 10 jours. Les antibiotiques ne sont habituellement prescrits que dans le cas de fractures ouvertes. Un rendez-vous de contrôle de la plaie à 1 semaine post chirurgie et un autre rendez-vous pour

retrait des fils de suture à 2 semaines post chirurgie sont habituels (SLUSAREK, 2020).

Les soins post-opératoires du fixateur externe (FE) sont plus spécifiques et contraignants :

Après l'intervention, une compresse stérile sèche est placée autour de chaque tige (COMBE L., 2021). Jusqu'au retrait des fixateurs, les tiges et les orifices sont nettoyés avec une solution antiseptique (type Chlorhexidine), quotidiennement puis de façon

bihebdomadaire, de manière aseptique. La déstabilisation progressive des fixateurs externes commence vers la 8^{ème} semaine, ce qui permet la production d'un cal plus

vigoureux (PIERMATTEI et al.,2009). Les sorties à l'extérieur sont à limiter. Il faut éviter les sauts et les périodes de jeu. Pour les chiens, sortie uniquement en laisse. Porter l'animal dans les escaliers est conseillé (GUGUEN, 2015).

3. Pronostic :

Le pronostic du traitement des fractures du tibia chez le chien et le chat est généralement bon lorsque les procédures appropriées de gestion des fractures sont suivies (FOSSUM, 2012). Les fractures métaphysaires guérissent en général rapidement, en raison de la grande quantité d'os spongieux entourant la fracture, ce qui lui permet une bonne cicatrisation à l'os trabéculaire avec formation minimale de cal osseux (FOSSUM, 2012).

Le pronostic général est bon à excellent pour les fractures ouvertes de type 1, moyen à bon pour les fractures de type 2 et mauvais à moyen pour les fractures de type 3. Le pronostic des fractures de type 2 et de type 3 s'est certainement amélioré depuis les perfectionnements d'application des fixateurs externes (SCHWACH et al.,1979).

4. Les complications post-traitement des fractures :

Une reconstruction anatomique imparfaite, associée à un temps opératoire prolongé et des dégâts tissulaires iatrogènes, sont souvent à l'origine de l'échec du traitement et d'une prévalence élevée des complications majeures (VERSET, 2013).

4.1. Cal vicieux :

La formation d'un cal vicieux, ou mal-union, résulte de la cicatrisation d'une fracture dans une position non anatomique (LEROUX, 2010).

4.2.Retard de cicatrisation :

Les fractures du tibia ouvertes et/ou comminutives sont particulièrement exposées aux retards de consolidation osseuse (LEROUX, 2010).

Les fixateurs externes peuvent être utilisés, sans ouvrir le foyer de fracture, si la réduction est toujours en place (GENEVOIS, 1997).

4.3.Pseudarthrose :

La pseudarthrose est caractérisée radiographiquement par l'absence d'union des fragments osseux plus de 2 mois après le délai jugé normal de cicatrisation (MILOVANCEV et al., 2007).

Le tibia est l'os le plus fréquemment touché (ONI et al.,1988).

Une plaque sert en général après résection des parties osseuses avasculaires (DUTHEUIL, 2003).

4.4.Ostéomyélite post traumatique :

Les facteurs de risque de l'infection osseuse sont une contamination initiale, la présence d'un corps étranger et un environnement favorable à la multiplication bactérienne. Son diagnostic repose sur des examens cliniques, radiologiques et bactériologiques (BERAUD et HUNEAULT, 2006).

Le traitement est à la fois chirurgical (exploration, débridement du site, oblitération des espaces morts, greffe d'os spongieux, ablation du matériel d'ostéosynthèse.) et médical (antibiothérapie systémique et/ou locale). Il permet d'obtenir des taux de guérison de 80 à 90 %, mais reste néanmoins long et coûteux à instaurer (BERAUD et HUNEAULT, 2006).

4.5.Faillite d'implant :

La migration de broches ou d'enclouage centromédullaire, la déformation voire la rupture du matériel d'ostéosynthèse peut engendrer un défaut de stabilité au sein du foyer de fracture et augmente les risques de complication de la cicatrisation (LEROUX, 2010).

V. Conclusion

Le tibia est le troisième os le plus fréquemment touché après le fémur et le radius/ulna. Vingt pourcent (20 %) des fractures des os longs sont situées sur le tibia, avec (7 %) de fractures proximales, (73 %) de fractures diaphysaires et (20 %) de fractures distales (VEDRINE et DELABRE, 2012). Les différentes causes des fractures sont les traumatismes atteignant directement l'os, les traumatismes indirects et les affections osseuses (GUGUEN, 2015).

Le traitement orthopédique est à réserver aux fractures incomplètes ou stables. L'enclouage centromédullaire direct à foyer fermé peut être utilisé dans le traitement de certaines fractures diaphysaires transverses et obliques courtes. Les fixateurs externes sont spécialement adaptés au traitement des fractures ouvertes. Les haubans et les vis de traction permettent le traitement des fractures articulaires, les plaques, celui des fractures métaphysaires ou diaphysaires complexes (DURVILLE, 2008).

Partie pratique : ILLUSTRATION PAR DES CAS CLINIQUES :

Nous illustrons notre étude bibliographique par la description de quelques cas pris en charge et suivis chez quelques praticiens privés, à Tipaza, Alger et Constantine, durant l'année 2020-2021

Nous présentons dans un premier temps le matériel utilisé. (Fig.31-32) Dans un second temps, pour chaque cas, les informations recueillies après interrogatoire et examen clinique seront rapportées, puis les résultats de l'imagerie médicale. Nous décrirons ensuite le traitement chirurgical appliqué et son résultat. Pour finir, les choix et résultats seront analysés et discutés.

I. Matériel

La caractérisation de l'ensemble des fractures a été objectivée par examen radiographique. La figure n° : 30 représente une salle de radiologie avec des parois (murs, porte... etc.) plombé. L'appareil de radiographie : se compose d'un bras articulé muni d'un tube à rayon X, d'une plaque contenant le film et une table de radiologie.



Figure 30 : salle de radiologie (source : Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, 2021)

Le matériel utilisé pour traiter les cas cliniques que nous avons rencontré est un matériel ancillaire classique d'orthopédie pédiatrique, de résine époxy, de plâtre. Les implants se composaient de broches, de plaques, de vis, et de fil de cerclage.



Figure 31 : matériels d'ostéosynthèse (cliché personnel source : cabinet vétérinaire 3cma, kolèa,2021).



Figure 32 : différents matériels utilisé en ostéosynthèse (différentes pinces, coupe-broche, Elévateurs à périoste, tournevis, marteau, perceuse et les fils de sutures.) (Clichés personnel, cabinet vétérinaire 3cma, 2021)

II. Cas cliniques :

▪ Cas N° 01 :

Moka est une chatte angora de 6 mois, pesant 2 kg présentée en consultation en décubitus latéral. Une fenêtre métallique s'était refermée sur ses 2 membres postérieurs la veille. L'état général de Moka est légèrement altéré, sa température rectale de 39.5°C, sa fréquence cardiaque de 120 bat/min. Une plaie de 4 cm était présente en face médio-distale du tibia. L'os fracturé était apparent. Une douleur marquée à la manipulation des deux tibias a été enregistrée.

Une radiographie ventro-dorsale des deux membres (fig.33) a permis de poser le diagnostic suivant : fracture simple, du tiers moyen de la diaphyse, en biseau court du tibia gauche, et fracture ouverte (grade IIIB) distale du tibia droit, métaphysaire, transverse. Le vétérinaire a administré une antibiothérapie à base de Micospectone (lincomycine et spectinomycine), des anti-inflammatoires non stéroïdiens et des analeptiques cardio-respiratoires. La plaie fut laissée ouverte : désinfectée (NaCl 0.9%, Bétadine ND, eau oxygénée 10%) et protégée par des pansements changés quotidiennement pendant quatre jours. Puis, le chirurgien a procédé aux ostéosynthèses en une seule intervention, débutant par la fracture ouverte traitée par fixateurs externes. L'animal est placé en décubitus dorsal puis latéral.



Figure 33 : cliché radiographique ventro-dorsal de Moka représentant une fracture tibiale diaphysaire transverse du membre gauche et une fracture tibiale distale du membre droit (Moka, cas N° :1) (avec l'aimable autorisation du Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).

Après parage des tissus mous, la fracture tibiale ouverte a d'abord été réduite avec 2 broches en croix renforcées par un haubanage (fil de cerclage 0,6mm). Un fixateur externe trans articulaire de soutien a été mis en place. Il comprenait 3 broches de Kirchner proximales (Φ 2mm) à la fracture et 3 broches métatarsiennes. Les broches sont reliées entre elles par deux broches de diamètre 2,5 mm et solidarisées par une pate époxy (en noir). Le montage a été renforcé par une barre frontale de Φ 2,5mm, bloquant le jarret en position semi-fléchie. La figure N° 34 montre les différentes étapes suivies.



Figure 34 : Fracture distale du tibia droit per-opératoire, mise en place de fixateurs externe. (Moka, cas N°01) (Clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil,2020).

La fracture tibiale gauche a été abordée par une incision médiale, en prenant soin de préserver le nerf, la veine et l'artère saphène. Une plaque DCP® vissée (à 7 trous) a été modelée et positionnée en face médiale de l'os : deux vis corticales ont été mises en place de part et d'autre de la fracture (fig.35). Le chirurgien a rincé puis fermé le plan musculaire, puis la peau. A la radiographie de contrôle (fig.36), nous constatons que les vis sont un peu trop longues.



Figure 35 : après la mise en place de la plaque (Moka, cas N° :01) (cliché personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil,2020).



Figure36 : clichés radiographique postopératoire face et de profil de Moka (clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020)

Après l'intervention, la chatte est hospitalisée (cageothérapie), avec poursuite de l'antibiothérapie et soins pour les fixateurs externes. Le troisième jour postopératoire, le praticien a constaté la présence d'une infection au niveau de la fracture diaphysaire, avec présence de pus. Le suivi post opératoire s'est donc compliqué d'une prise en charge lourde pour assurer une cicatrisation par second intention : antibiothérapie associée au nettoyage de la plaie et changement du pansement chaque jour pendant une semaine puis chaque 2 jours pendant un mois. Après un mois d'hospitalisation, la plaie a guéri par seconde intention. La chatte pose les pattes et marche.

Discussion :

Le choix d'un fixateur externe est l'une des seules alternatives possibles pour les fractures ouvertes (LEROUX, 2010).

Une arthrodèse pan-tarsienne par l'application d'une plaque de verrouillage mandibulaire Compact UniLock 2.0 sur la face médiale du tarse aurait également été possible en dernier recours (PENNASILICO et al., 2020). Bien que les broches n'aient pu être réunies avec des coaptateurs classiques, la résine époxy s'est révélée être un matériau de secours convenable pour obtenir une fixation rigide qui a permis d'éviter une ostéomyélite. Les soins préopératoires de la plaie ont également été bénéfiques.

L'infection post opératoire du membre traité avec la plaque d'ostéosynthèse est peut-être due à l'utilisation du même matériel que pour la première intervention, désinfecté mais non stérilisé, mais surtout de la résine époxy manipulée avant. Une bonne asepsie est exigée en

ostéosynthèse pour éviter tout types de contamination (TREDEZ, 2006). Inverser l'ordre des interventions aurait été judicieux.

Il est également possible, vu la guérison obtenue, qu'il ne se soit agi que d'une infection superficielle par désunion de la plaie, vu la dimension de la plaque, la stabilité du montage ayant empêché l'installation d'une réelle ostéomyélite. Pour éviter cette complication, il aurait été possible d'opter pour un montage particulièrement avantageux chez le chat : un enclouage centromédullaire direct (DURVILLE, 2008).

▪ **Cas N°02 :**

Kiwi est un malinois croisé mâle, de 5 mois, pesant 15kg. Il a fait une chute du 1^{er} étage (une dalle) la veille. Il présente une suppression d'appui du membre postérieur gauche. L'état général est légèrement altéré mais sans déshydratation. Sa température est de 38.7°C, la fréquence cardiaque de 100 bat/min et la fréquence respiratoire de 38 mvt/min. Une forte douleur est constatée à la manipulation du membre pelvien gauche, particulièrement au niveau du tibia. Une fracture est palpable, matérialisée par la présence d'une angulation au niveau du tibia gauche. La radiologie de face et de profil a montré une fracture simple médio diaphysaire transverse avec chevauchement du tibia gauche (fig.37) associée à une fracture simple transverse du 1/3 distale de la diaphyse fibulaire (Fig. 37).

L'intervention a été programmée 3 jours après. Une antibioprofylaxie (gentamicine et amoxicilline) a été administrée ainsi que des anti-inflammatoires non stéroïdiens (Mèloxicam) pour soulager le chien. Un montage mixte élastique a été choisi : une broche de Kirchner (Φ 2mm) centromédullaire avec une petite plaque de reconstruction de 6 trous : 3 vis corticales du coté proximal de la fracture et 2 vis du coté distal. Le cliché radiographique postopératoire de face et de profil est illustré dans la figure n° 37. Une antibiothérapie et des AINS ont été administrés à nouveau. Un jour après, Kiwi est en pleine forme (fig.38).



Figure 37 : cliché radiographique de face et de profil pré et postopératoire d'une fracture simple medio diaphysaire transverse du tibia gauche, après mise en place d'une plaque de reconstruction et une broche centromédullaire (Kiwi, cas N : 02) (Clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).



Figure 38 : kiwi à j1 postopératoire (Clichés personnel, Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2020).

La broche centromédullaire a été retirée après 6 semaines, le propriétaire a refusé d'extraire la plaque pour ne pas faire subir une deuxième intervention lourde à kiwi, qui se portait bien.

Discussion :

Bien que deux vis (traversant quatre corticales) de chaque côté du trait de fracture représentent le minimum absolu, trois à quatre vis (traversant six ou huit corticales) sont préférables : elles sont indispensables chez les grandes races. L'intervalle minimum entre les traits de fracture et les vis est de 4-5 mm (PIERMATTEI et al., 2009).

Kiwi est cependant un jeune chiot, donc avec des corticales plus fragiles. Dans ce cas, le faible nombre de vis est moins préjudiciable, voire recommandé et est compensé par la broche centromédullaire.

▪ **Cas N°03 :**

Joé est un chiot croisé male de 6 mois. Le propriétaire a présenté son animal suite à des douleurs au niveau de la patte postérieure droite avec suppression d'appui apparus la veille. La nature du traumatisme est inconnue. Le chien était très agité au moment de la consultation. Le chien était en bon état général, pesant 8 kg. Il présentait une température de 38.5°C, un temps de remplissage capillaire (TRC) < 2 secondes, sans déshydratation mais une très forte douleur au toucher. Un examen radiographique nous a permis d'identifier le type de la fracture : c'est une fracture oblique à biseau court au niveau du 1/3 proximal de la diaphyse du tibia gauche, sans déplacement.

L'intervention a été pratiquée après avoir stabilisé l'état du chien pendant 3 jours et antibiothérapie. Après une diète hydrique de 12 heures, nous avons injecté de l'Atropine et du meloxicam 30 min avant l'intervention. L'anesthésique général utilisé est une association de kétamine et de zolazépam (ZOLETIL100®). Le chien a été positionné en décubitus dorsal. Le traitement chirurgical choisi est une plaque Sherman ® avec 4 vis, 2 de part et d'autre sur le tibia (fig.39). Un examen radiologique postopératoire est illustré dans la figure n° 40. L'antibiothérapie a été poursuivie (gentamicine pendant 10 jours) et des Anti-inflammatoires non stéroïdiens ont été prescrits pendant 3 jours.

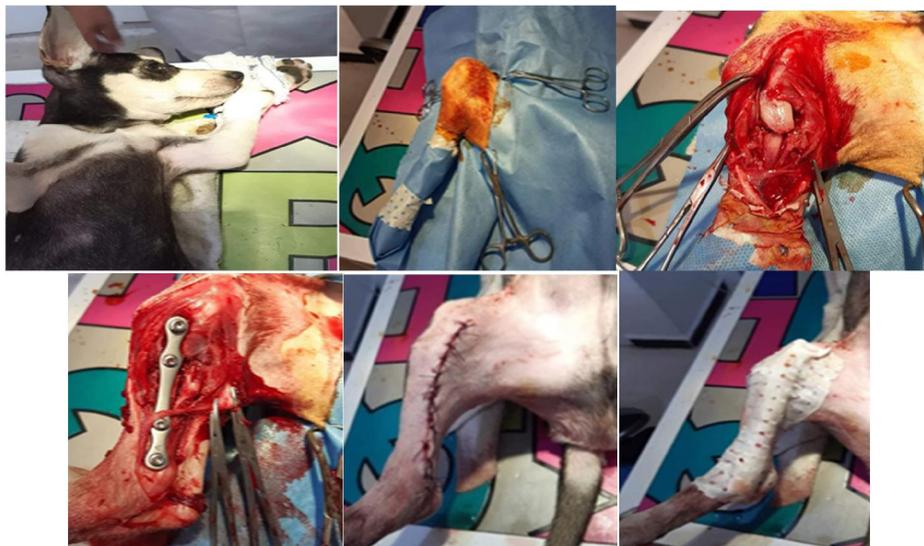


Figure 39 : les étapes de l'intervention de Joé : chien anesthésié, aseptie, mise en place des champs opératoires, la plaque avec quatre vis placées sur le tibia, suture de la plaie et le pansement (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).



Figure 40 : cliché radiographique dorso-ventrale et latéral en postopératoire (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil ,2020).

L'animal a récupéré et récupéré son appui au bout de 2 jours.

Discussion :

Plusieurs options de traitement sont envisageables pour une fracture diaphysaire simple, comme les plaques, un enclouage avec cerclage, des fixateurs externes. Le traitement conservateur également aurait été une possibilité mais l'animal étant de caractère agité, l'utilisation de la plaque semblait être le meilleur choix (BRINKER et al.,1999). L'ostéosynthèse biologique, en plus du montage élastique, aurait été une bonne option car JOE est jeune, et c'est la partie diaphysaire qui est atteinte.. Elle limite le risque d'arrachage de vis par augmentation de l'élasticité de la plaque avec cicatrisation par formation rapide d'un abondant cal périosté grâce aux micromouvements autorisés par la flexibilité de la plaque avec respect des plaques de croissance (PUIFF, 2003). Au contrôle radiographique, les première et troisième vis étaient trop longues, ce qui n'a cependant pas eu de conséquences néfastes. Selon le chirurgien, ceci est dû à la non disponibilité des plaques et vis spécifiques pour les chiens et chats. La particularité du matériel orthopédique vétérinaire est de devoir s'adapter à différentes tailles de chiens (DUTHEUIL, 2003).

▪ Cas N°04 :

Notre patient Nano, est un chat mâle de 8 mois, de race européenne, vacciné et vermifugé. Le propriétaire l'a amené juste après un AVP. L'état du chat est très altéré, il était en état de choc (Hypothermie, tachypnée, tachycardie.) Un traitement classique de soutien lui a été prodigué puis l'animal a été examiné de façon plus précise.

Les signes respiratoires et le décubitus ont conduit au diagnostic clinique suivant : suspicion d'une hernie diaphragmatique associée à une fracture au niveau du tibia gauche. La radiographie thoraco-abdominale a confirmé la hernie diaphragmatique (fig.41).



Figure 41 : radiographie thoraco-abdominale latérale du cas N°4. Présence d'organes abdominaux dans la cage thoracique et interruption de la silhouette diaphragmatique (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil,2020).

La radiographie de profil et de face du tibia gauche a révélé une fracture médio diaphysaire comminutive oblique avec au moins une grande esquille (fig.42).

Le chat a subi deux interventions en une semaine. La réduction chirurgicale de la hernie diaphragmatique étant réalisée en premier.

Le traitement chirurgical choisi pour la fracture est la mise en place d'une plaque vissée de soutien à 10 trous en utilisant 4 vis : 2 vis dans le fragment proximal et 2 vis dans le fragment distal (fig. 43). Le montage est complété par la mise en place d'un cerclage pour fixer les esquilles (fig. 42). Les clichés radiographiques de contrôle sont présentés dans la figure N° : 42 Les soins post opératoires ont consisté en : Cageothérapie, Antibiothérapie pendant 10 jours et des Anti-inflammatoire non stéroïdiens pendant 3 jours. Une photo de Nano en post-opératoire après réveil (fig.43).



Figure 42 : radiographie de profil et de face d'une fracture du tibia gauche diaphysaire comminutive. /clichés radiographiques latéral et dorso-ventral en postopératoire. Cas n°4 (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2020)



Figure 43 : Position de la plaque vissée et du cerclage pour le cas N° :04/ Nano après son réveil de la deuxième intervention (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2020).

Nano a récupéré un appui dès le troisième jour post opératoire.

Discussion :

Dans ce cas, le montage appliqué était valable : un clou est interdit ou du moins difficile, une plaque de compression également. Les fixateurs externes de type IIA à broches transfixantes sur une fracture comminutive aussi auraient pu être appliqués à foyer fermé, ce qui aurait été idéal pour ne pas dévasculariser les esquilles (PIERMATTEI et al., 2009). Dans ce même but, la plaque aurait pu être appliquée par abord mini invasif (GRUNDNES et REIKERAS, 1993).

Le cerclage ne fixe pas une des esquilles, ce qui est mauvais, sauf si elle est toujours vascularisée. Sinon, elle évoluera en séquestre.

Cas N°05 :

Notre patient est un chien errant, non vacciné, non vermifugé percuté par une voiture. L'animal était en état de choc (hypothermie, tachycardie, tachypnée) et non ambulateur. Un traitement de soutien a été instauré pour rétablir l'animal. Un examen clinique spécial suivi de l'examen radiologique a pu déterminer le diagnostic.

Sur un cliché radiographique latéral du tibia droit (fig.45), on constate une fracture oblique médio diaphysaire. L'ulna gauche présentait également une fracture. Le chirurgien a opté pour un cerclage avec une plaque de soutien pour la fracture du tibia, les étapes sont illustrées dans la figure n° 44. Le résultat est observé par un cliché radiographique latéral en post-opératoire dans la figure n°45. Nous ne disposons pas de suivi pour cet animal.



Figure 44 : étapes de l'ostéosynthèse sur le cas N°5 : membre positionné et drapé, nettoyage des abouts fracturaires, mise en place d'un double cerclage, puis de la plaque (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021).

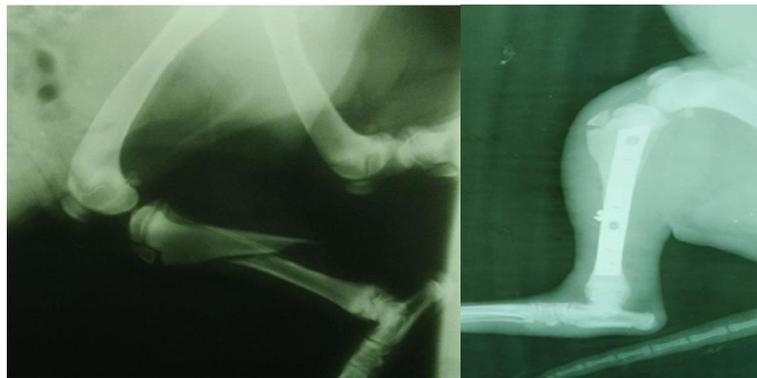


Figure 45 : cliché radiographique de profil pré et post opératoires de la fracture diaphysaire oblique du tibia droit traité par plaque de soutien pour le tibia du cas N° :05 (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021).

Discussion :

L'utilisation d'une broche centromédullaire et un fil de cerclage pour une fracture simple oblique longue fait partie des meilleurs choix (JOHNSON et al., 2005).

La plaque permet de neutraliser toutes les forces en place s'exerçant sur les cerclages posés. Elle est utilisée dans les fractures réductibles anatomiquement par des vis de compression, des cerclages ou des sutures osseuses (LEROUX, 2010). Il vaut mieux, pour ce cas, choisir une fixation par vis de traction et plaque de neutralisation. Il faut ancrer les vis de la plaque dans six corticales dans chacun des fragments distal et proximal. La fixation par cerclage peut remplacer les vis de traction dans certains cas. Un fixateur externe de type I ou II peut être choisi à la place de la plaque (PIERMATTEI et al., 2009).

▪ **Cas N° 06 :**

Notre patiente Imy est une chatte persane âgée de 8 mois, vaccinée et vermifugée. C'est une chatte parachutiste, tombée du 4^{ème} étage. Le propriétaire l'a présentée au cabinet une journée après la chute, pour une boiterie sans appui. L'état général de la chatte est légèrement altéré. Une forte douleur à la palpation du membre pelvien droit est notée. Une radiographie de profil a montré la présence d'une fracture medio diaphysaire oblique à biseau long du tibia droit (fig.46).

Le traitement choisi est une broche de Steinmann centromédullaire avec un double cerclage. Le chirurgien a incisé la peau, le tissu sous-cutané sur la face crânio- médiale du tibia. La réduction des fractures obliques longues est réalisée en écartant les segments osseux à l'aide de daviers réducteurs et en réapposant les surfaces du trait de fracture. La broche a été introduite par la partie antérieure du plateau tibial. Pour assurer la stabilisation, deux cerclages ont été positionnés (Fig. 46). Après fermeture, un plâtre a été appliqué pour renforcer l'immobilisation du membre.



Figure 46 : radiographies de profil pré et post opératoire d'une fracture medio diaphysaire, oblique à biseau long du tibia droit chez une chatte traitée par enclouage centromédullaire de Imy cas n° : 06 (Cliché personnel, Dr TIOURIRINE Ahmed, Cabinet vétérinaire oasis, 2021).

Après un mois et une semaine, le plâtre et la broche ont été retirés. L'animal a repris la marche au bout de 3 jours.

Discussion :

L'utilisation d'une broche centromédullaire et un fil de cerclage pour une fracture oblique longue est un bon choix, bien que techniquement plus difficile que la mise en place d'une plaque. Cependant, il est important d'éviter la pénétration de la broche intra-médullaire ou du clou verrouillé dans les surfaces articulaires. Manipuler le jarret dans toute son amplitude met en évidence, par palpation, une interférence de la broche avec l'articulation (JOHNSON et al., 2005). La broche trop longue qui mord sur le tarse explique peut-être l'adjonction du plâtre, qui ne serait pas là pour renforcer le montage mais pour immobiliser

l'articulation pendant toute la durée de cicatrisation sur broche, donc pour éviter de léser d'avantage l'articulation.

▪ **Cas N°07 :**

Michou, chat mâle de race européenne âgé d'une année. Le propriétaire l'a présenté au cabinet une journée après la chute, pour une douleur et une boiterie sans appui du membre postérieur gauche. L'examen clinique et radiologique ont démontré qu'il s'agissait d'une fracture épiphysaire oblique à biseau court du tibia gauche (Fig. 48). Le traitement chirurgical choisis était une broche centromédullaire sans articulaire de diamètre 2,5 mm et un plâtre pour immobiliser le membre (Fig.47). La broche a été insérée de façon normograde, à partir d'une incision médiale individuelle en regard du plateau tibial.



Figure 47: à gauche, les deux incisions après introduction de la broche centromédullaire. A droite, mise en place d'un plâtre (Michou, cas :07) (Cliché personnel, Dr TIOURIRINE Ahmed, Cabinet vétérinaire oasis, 2021).

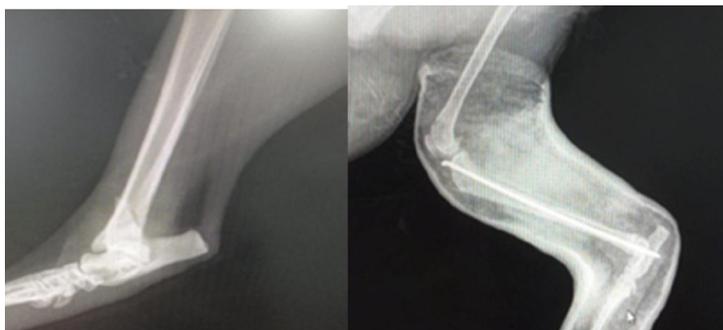


Figure48 : cliché radiographique de profil de la fracture distale du tibia de Michou avant et après enclouage. (Michou, cas N°07) (Cliché personnel, Dr TIOURIRINE Ahmed, Cabinet vétérinaire oasis, 2021).

Après un mois et une semaine, le plâtre et la broche ont été retirés, Michou a repris la marche au bout de 3 jours.

Discussion :

Les broches en croix, normalement préconisées pour les fractures distales ne sont ici pas possible, en raison de l'absence de matière sur un des côtés. Une seule broche oblique ne permettra pas une immobilisation suffisante. Une vis oblique aurait pu être proposée (BRINKER et al., 1986).

On peut également envisager une fixation par plaque en T puisque la partie distale ne permet pas de poser une plaque droite, En règle générale on utilise des implants de taille inférieur ou égal à 2.7 mm. On peut également adjoindre une résine ou un plâtre pour augmenter la stabilité de l'édifice en post-opératoire (PONSAILLÉ, 2005). Ces montages n'étant pas disponibles, l'enclouage centromédullaire a donc été décidé, de manière trans articulaire, associée à un plâtre, même si la lésion du cartilage articulaire n'est jamais souhaitable. Un fixateur externe trans articulaire, si disponible, peut également être proposé (PIERMATTEI et al., 2009).

Le bon résultat obtenu prouve cependant que cette technique reste une option de dernier recours envisageable si les autres possibilités ne sont pas envisageables.

▪ Cas N°08 :

Léo est un chat mâle parachutiste, de race européenne, vacciné et vermifugé, âgé de 10 mois. Il est tombé du 2ème étage. Léo est en état de choc. Les lésions observées sont une fente palatine et une épistaxis bilatérale. Une boiterie sans appui est évoquée par le propriétaire. Un schéma thérapeutique a été lancé, commençant par une perfusion de NaCl 0,9%, des corticoïdes, de l'amoxicilline, et un hémostatique (Dicynone®). Une radiographie a été effectuée trois jours après l'incident, après stabilisation de l'état général. Une fracture transverse engrenée du tiers proximal de la diaphyse du tibia et fibula gauche a été diagnostiquée (Fig. 50). Le Zoletil® est le produit utilisé comme anesthésique général, suivi d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (Mèloxicam) et une antibioprévention (Amoxicilline). Le traitement chirurgical utilisé est une broche centromédullaire de diamètre 1.6 mm, complété d'un fixateur externe en hémicarde latéral, de 2 broches de part et d'autre de la fracture, les étapes d'ostéosynthèse sont illustrées dans la figure N° :49 Et l'examen radiologique en postopératoire est illustré dans les figures N° :50.



Figure49 : ostéosynthèse du tibia du cas N°08 De gauche à droite : le foyer fracturaire. Fixateurs externes latéral. Léo à J3 postopératoire (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2021).



Figure50 : clichés radiographiques de profil et de profil pré et postopératoire du tibia gauche de Léo. Mise d'une broche Centromédullaire avec fixateur externe type IA en hémicarde (Dr. CHOUAH Ibrahim El Khalil, clinique vétérinaire El Khalil, 2021).

L'animal a récupéré un appui dès le troisième jour post opératoire.

Discussion :

Les options de traitement envisageables pour une fracture diaphysaire simple proximale, sont essentiellement les plaques, voire plaque en T. Un enclouage est rarement suffisant pour atteindre une stabilité satisfaisante, puisque le diamètre de l'os sera toujours plus gros que celui de la broche, par contre l'utilisation d'un enclouage associé à un FE en hémicarde un bon choix pour ce cas. Le traitement conservateur également aurait été une possibilité par un plâtre long ou une attelle (PIERMATTEI et al.,2009). Comme appliqué dans ce cas, implanter une broche intramédullaire et un montage de fixateurs externes de type IA sur la face crânio-médiale du tibia pour stabiliser une fracture transverse est une option acceptable (JOHNSON et al.,2005 ; LEROUX, 2010). L'insertion d'une broche de fixation dans la métaphyse de chaque segment et une autre à environ 1 cm de chaque côté du trait de fracture est l'emplacement idéal dans ce cas (JOHNSON et al., 2005).

▪ **Cas N°09 :**

Chat mâle de 4 mois, vacciné et vermifugé. Une chaise est tombée sur ses deux membres pelviens. Lors de l'examen général, son état est légèrement altéré. Il n'est pas déshydraté, TRC < 2sec, température physiologique de 38,5°C. La fréquence cardiaque est de 135 bat/min, légèrement stressé et la fréquence respiratoire est de 40 mvt/min. Il présente une douleur marquée au niveau des membres pelviens. A la palpation, une fracture diaphysaire distale du tibia gauche et un déplacement au niveau de l'articulation tibio-tarsienne droite sont détectés. La radiographie dorso-ventrale et latérale illustrée dans la figure n° : 51 a démontré une fracture oblique à biseau court du 1/3 distal la diaphyse tibiale gauche et une fracture Salter Harris type I à droite (Fig.51).



Figure51 : cliché radiographique du cas N :09 dorso-ventral et une latéral d'une fracture oblique à biseau court de la diaphyse distale gauche et une fracture Salter Harris type I tibia droit. (Cas n° : 09) (source : Dr. CHARIF Toufik, 2021).

Le traitement choisi est chirurgical pour la fracture tibiale gauche, et conservateur pour la fracture Salter Harris type I tibia droit. Le traitement chirurgical choisi est une plaque. La voie d'abord utilisée est médiale, débutant par l'incision de la peau, suivie d'une dissection en écartant la veine, l'artère et le nerf saphène, puis ouverture du plan musculaire. L'os est réduit, la plaque est modelée pour qu'elle épouse la forme de l'os, placée de manière à ce que le trait fracturaire soit au milieu de la plaque DCP 2 mm, avec 2 vis de part et d'autre et on a complété par du cerclage. Puis on a suturé (fig. 52).



Figure 52 : photographie représentant les étapes de l'ostéosynthèse du cas N° :09 de la fracture du tibia diaphysaire distale oblique courte par la voie médiale (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021).

Pour le membre droit, le vétérinaire a opté pour une attelle caudale épousant la forme de la patte, en résine. Elle a été appliquée sur un pansement de Robert Jones, et fixée par de l'élastoplaste (Fig.53).



Figure 53 : étapes du traitement de la fracture Salter Harris type I tibia droit par la résine. (Cas n° :09) (Dr. CHARIF Toufik, Cabinet vétérinaire 3Cma, 2021).

Nous ne disposons pas de suivi pour cet animal, vu que le propriétaire s'est déplacé de loin pour l'intervention et qu'il ne pouvait pas revenir.

Discussion :

Dans le cas de fracture du tibia diaphysaire oblique à biseau court, plusieurs techniques sont possibles pour réduire cette fracture, une broche centromédullaire avec ou sans cerclage, des fixateurs externes transfixant par exemple, une plaque.

L'enclouage centromédullaire direct à foyer fermé peut être utilisé dans le traitement de certaines fractures diaphysaires obliques courtes. (DURVILLE, 2008). La plaque choisie est adéquate, mais la fixation avec du cerclage n'est décrite que pour remplacer les vis de traction par un cerclage (PIERMATTEI et al., 2009) Selon le chirurgien, il n'y avait plus de vis. Pour la fracture Salter Harris type I, un brochage en croix aurait été idéal. Un enclouage centromédullaire à l'aide d'une broche insérée à partir de l'extrémité proximale du tibia, traversant la diaphyse sur toute la longueur et venant s'ancrer dans l'épiphyse distale du tibia présenterait un ancrage faible mais néanmoins approprié, s'il est complété d'une immobilisation externe comme un plâtre en fibre de verre ou une attelle latérale court (PIERMATTEI et al., 2009).

Conclusion générale :

Notre travail est axé sur l'étude des fractures du tibia avec les différentes classifications et leurs traitements. Débutants par des rappels anatomiques, suivie d'une étude clinique, en suite les classes selon le score et l'AO Vet (proximale, diaphysaire et distale).

Pour les traitements, on a deux types : l'orthopédiques et le chirurgicale. L'orthopédique se base sur l'utilisation du plâtre, attelle, pansements ...etc. cependant les plâtres sont de plus en plus évités par les vétérinaires praticien à cause des effets indésirable comme l'amyotrophie, l'anisomélie (inégalité de longueur des membres inférieurs) pour les animaux en croissance.

On a cité quelques montages comme les plaques (DCP, LCP, plaque en T), les broches centro-médullaires, les fixateurs externes, le montage mixte

Comme on a cité aussi des moyens complémentaires qu'on utilise dans l'ostéosynthèse comme les vis et le cerclage. Il est a noté que le cerclage est utilisé comme moyen complémentaire par contre la vis peut être utilisé seul comme vis de traction dans le cas des fractures proximales ou distales tout dépend de l'aspect de la fracture.

Concernant les nouveaux montages on a l'ostéosynthèse biologique (mini-invasif) et l'ostéosynthèse élastique qu'on utilise chez les jeunes.

Afin de renforcer l'étude bibliographique on a illustré neuf cas cliniques de fracture du tibia où on a pu connaître les différents montages utilisés chez trois vétérinaires privées qui pratiquent l'orthopédie chez les carnivores domestiques.

Les techniques employées pour le traitement de la plupart des cas cliniques rencontrés concorde avec la littérature. Cependant, il ressort de notre observation que la non disponibilité de certains éléments ou montages poussent les praticiens à faire preuve d'inventivité pour soigner malgré tout, les animaux qui leur sont présentés, afin que leurs patients puissent reprendre leurs vies quotidiennes et laisser l'amputation comme dernière option.

Liste des références bibliographiques :

1. AGUERRE, H. (2004). Les lambeaux cutanés axiaux chez le chien et le chat : étude bibliographique et clinique rétrospective. Thèse de doctorat, 152p.
2. BARONE, R. (1999). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1 : Ostéologie. Vigot Frères, Paris, 761 p.
3. BARONE, R. (1989). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2 : arthrologie et myologie. Vigot Frères, Paris, 1021p.
4. BARONE, R. (2011). Anatomie comparée des mammifères domestiques : Angiologie. Tome cinquième. Vigot, 904p.
5. BARON, M. (2010). OSTÉOSYNTHÈSE CHEZ LES PETITS ANIMAUX, ÉVOLUTION DES CONCEPTS. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France.
6. BERAUD, R. et HUNEAULT, L. (2006). L'ostéomyélite post-traumatique. Point vétérinaire, no 264, p. 30-35.
7. BRINKER, WO, FLO, GL, et PIERMATTEI, DL (1986). Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux, 560p.
8. BOISSIER, J. (2001). Le traitement des fractures ouvertes : étude bibliographique. Thèse de doctorat. 185p.
9. BOJRAB MJ. (1990). Orthopedic bandaging: principles and application. In: Current techniques in small animal surgery, 3ème Ed. Londres: Lea et Febiger, 911-929.
10. CARRAUD, FX (2011). Ostéosynthèse par plaque vissée sur un modèle de fracture comminutive du tibia ovin : étude biomécanique de l'intérêt du verrouillage des vis en flexion 4 points. Thèse de doctorat, 113p.
11. COMBE, L. (2021). Prise en charge des fractures par fixateur externe : évaluation des pratiques sur un an au Centre Hospitalier de Lens. Thèse de doctorat, 83p.
12. COSSU F., GAUTHIER O., GUINTARD C. (2005). Atlas des voies d'abord en chirurgie ostéo-articulaire chez le chien, Ed. Du Point Vétérinaire, 156p.
13. DONE SH, GOODY PC, STICKLAND NC (2019), Précis d'anatomie du chien et du chat Editeur MED'COM, 527p.
14. DOUART, C., SCOTT, J., et al. (2013). Mémofiches anatomie vétérinaire-Membres. Elsevier Health Sciences, 192p.

15. DRAPÉ J. et DE LA FUENTE J. (2017). RECUEIL DE CAS CLINIQUES FRACTURES CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT, MED'COM, 310p.
16. DUTHEUIL, K. (2003). A propos de la fracture distale radio-ulnaire des chiens de races naines et miniatures. Thèse de doctorat,161p.
17. FAGES, C. (2007). Examen tomodensitométrique du coude chez le chien : étude de 164 cas. Thèse de doctorat.
18. FÉRAUDET, I. (2004). Etude d'un nouveau dispositif de contention en orthopédie des carnivores domestiques. Thèse de doctorat.134p.
19. FOSSUM, TW (2012). Small Animal Surgery 4th Edition Mosby, 1640p.
20. FÖRCH, S., SANDRIESSER, S., MAYR, E., et al. (2021). Comparaison biomécanique de différents types de cerclage en complément d'une ostéosynthèse par plaque à angle stable des fractures tibiales distales. Blessure.
21. GENEVOIS, JP (1997). Retards de consolidation, pseudarthroses, cals vicieux. Manuel de Fixation externe, Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, Paris, p. 171-180.
22. GLYDE, M. et ARNETT, R. (2006). Fractures tibiales chez le chien et le chat : options de prise en charge. Journal vétérinaire irlandais, vol. 59, n° 5, p. 290-295.
23. GUGUEN, MA (2015). Les traitements non chirurgicaux des fractures du squelette appendiculaire des carnivores domestiques : étude rétrospective sur 52 cas. Thèse de doctorat, 143p.
24. GRUNDNES, O. et REIKERÅS, O. (1993). L'importance de l'hématome pour la guérison des fractures chez le rat. Acta orthopaedica Scandinavica, vol. 64, n° 3, p. 340-342.
25. HAALAND, P J, SJÖSTRÖM, L., DEVOR, M., et al. (2009). Appendicular fracture repair in dogs using the locking compression plate system: 47 cases. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, vol. 22, no 04, p. 309-315. ABSTRACT.
26. JOHNSON, JA, AUSTIN, C., et BREUR, GJ (1994). Incidence of canine appendicular musculoskeletal disorders in 16 veterinary teaching hospitals from 1980 through 1989. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 1994, vol. 7, no 02, p. 56-69.

27. JOHNSON, AL et al. (1996). Réduction fermée et fixation externe de type II des fractures comminutives du radius et du tibia chez le chien : 23 cas (1990-1994). *Journal de l'American Veterinary Medical Association*, vol. 209, n° 8, p. 1445-1448.
28. JOHNSON, AL et DUNNING, D. (2005). *Atlas of orthopedic surgical procedures of the dog and cat*. Elsevier Health Sciences, 529 p.
29. JOHNSON KENNETH A. (2015). *Voies d'abord en chirurgie osteo-articulaire du chien et du chat Atlas de Piermattei 5e édition*. Traduction Florence LE SUEUR – ALMOSNI Illustrations F. Dennis Gidding, AMI © les éditions du Point Vétérinaire, 488p.
30. LEROUX, J. (2010). *Les fractures du tibia chez le chat, étude rétrospective portant sur 33 fractures du tibia sur des chats présentés à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort entre Septembre 2003 et Janvier 2009*. Thèse de doctorat, 86p.
31. LIBERMANN, S. (2011). *Fracture tibiale chez un chat doré asiatique*.
32. LOPEZ, T. (2012). *Ostéosynthèse par plaque vissée sur un modèle de fracture comminutive du tibia ovin : étude biomécanique de l'intérêt du verrouillage des vis en torsion*. Thèse de doctorat, 106p.
33. MEYNARD, JA et GOUDICHAUD, JA (1971). *Utilisation des fixateurs externes dans le traitement des fractures des membres (chien—chat—cheval)*. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*.
34. MILOVANCEV, M., MUIR, P., MANLEY, PA, et al. (2007). *Application clinique de la protéine morphogénétique osseuse humaine recombinante-2 chez 4 chiens*. *Chirurgie vétérinaire*, vol. 36, n° 2, p. 132-140.
35. ONI, O., HUI, A., et GREGG, PJ (1988). *La cicatrisation des fractures fermées de la diaphyse tibiale. L'histoire naturelle de l'union avec traitement fermé*. *Le Journal de la chirurgie osseuse et articulaire. Volume britannique*, vol. 70, n° 5, p. 787-790.
36. PENNASILICO, L., BOTTO, R., DI BELLA, C., et al. (2020). *Arthrodèse pantarsienne médiale avec système de plaque de verrouillage Compact UniLock 2.0 chez un chat*. *Journal vétérinaire ouvert*, vol. 10, n° 4, p. 465-470.
37. PERRY, KL et BRUCE, M. (2015). *Impact de la méthode de fixation sur les taux de complications postopératoires après stabilisation chirurgicale des fractures*

diaphysaires du tibia chez le chat. Orthopédie et traumatologie vétérinaire et comparée, vol. 28, n° 02, p. 109-115.

38. PIEN, A., et al. (2021). Le bandage de Robert-Jones : propriétés mécaniques, exploitation en clinique et complications ischémiques chez le chien,36p.
39. PIERMATTEI, DL, FLO, GL, et DECAMP, CE (2009). Manuel d'orthopédie et traitement des fractures des animaux de compagnie. Éd. Med'com, 840p.
40. PIERMATTEI, DL, GREELEY, RG, et BRESSOU, MC (1971). Atlas des voies d'accès dans la chirurgie osseuse du chien et du chat. Paris : Maloine, 135p.
41. POLLET, V. (2018). Efficacité d'un protocole de désinfection cutanée préopératoire en une étape utilisant la friction avec du gel hydro-alcoolique chez le chien. Thèse de doctorat,75p.
42. PONSAILLÉ, H. (2005). L'utilisation des plaques en T chez les carnivores domestiques. Thèse de doctorat,81p.
43. PUIFF A. (2003). FERMER, Menu. L'ostéosynthèse élastique.
44. SCOTT, P. (2018). Développement d'une application interactive en 3D pour l'apprentissage de l'ostéologie canine. Thèse de doctorat,52p.
45. SLUSAREK, A. (2020). Application de la technique de la membrane induite (technique de Masquelet) dans la régénération des grandes pertes de substance osseuse d'origine traumatique chez le chien et le chat. Thèse de doctorat,82p.
46. TREDEZ, N. (2006). L'asepsie chirurgicale en pratique vétérinaire (asepsie du matériel et du chirurgien). Thèse de doctorat. Abstract.
47. UNGER, M., MONTAVON, PM, et HEIM, UFA (1990). Classification des fractures des os longs du chien et du chat : introduction et application clinique. Orthopédie et traumatologie vétérinaire et comparée, vol. 3, n° 02, p. 41-50.
48. VERSET, M. (2013). Ostéosynthèse d'une perte de substance médio-diaphysaire : étude biomécanique et histologique comparative de plaques vissées conventionnelles et verrouillées chez le mouton. Thèse de doctorat. Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier,244p.
49. WASHABAU, RJ (2005). Report From: WSAVA Gastrointestinal Standardization Group World Small Animal Veterinary Association, Actes du Congrès mondial.

Site web:

50. DE NAZELLE A. (2018). Anatomie du membre postérieur du chien face médiale [en ligne], <http://vet4care.com/osteopathie-veterinaire-anatomie-membre-posterieur-du-chien-face-mediale/> [consulté le 10 mai 2021].
51. DE NAZELLE A. (2019), anatomie du membre postérieur du chien face latérale [en ligne], <https://vet4care.com/membre-posterieur-du-chien-face-laterale-anatomie-dessin/> [consulté le 10 mai 2021].
52. DUPRE R. (2005). Attelles, plâtre et résines permettent d'immobiliser le membre lésé d'un chien ou d'un chat ; La Semaine Vétérinaire n° 1197 du 08/10/2005 [en ligne], <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/la-semaine-veterinaire/article/n-1197/attelles-platre-et-resines-permettent-d-immobiliser-le-membre-lese-d-un-chien-ou-d-un-chat.html> [consulté le 18 mai 2021].
53. DURVILLE A. (2008). Fractures du tibia - 23/06/08, [en ligne], <https://www.em-consulte.com/article/174178/resume/fractures-du-tibia> [consulté le 20 mai 2021].
54. Extrait du livret “Les Dossiers Techniques : Orthopédie” édité par CENTRAVET (octobre 2005) et de B|BRAUN. (Juin 2006) [en ligne], <https://www.vet-orthopedie.com/plaque-auto-compressive-dcp-dynamic-compression-plate/> [consulté le 11 septembre 2021]
55. SCHATZKER J. (1991). Screws and plates and their application. In Allgöwer M, editor: Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF group, ed 3, Berlin, 1991, Springer-Verlag, pp 179-199.
[en ligne], <https://www.springer.com/gp/book/9783642080913> [consulté le 12 septembre 2021].
56. VEDRINE B. et DELABRE C., (2012). Les fractures du tibia chez le chien et chez le chat. La Semaine Vétérinaire n° 1513 du 26/10/2012 [en ligne],
<https://www.lepointveterinaire.fr/publications/la-semaine-veterinaire/article/n-1513/les-fractures-du-tibia-chez-le-chien-et-chez-le-chat.html> [consulté le 11 septembre 2021].
57. YTHIER D. (2008). Haubanage 23/06/08 [3700]
Doi : 10.1016/S1283-0828(92)14555-3. [en ligne],
<https://www.em-consulte.com/article/174171/haubanage> [consulté le 05 juillet 2021].

58. https://depecheveterinaire.com/gerer-la-douleur-post-operatoire-en-10points_679F5588407DBE.html (23septembre2020). [Consulté le 18 juillet 2021]