



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Master**

**ETUDE DESCRIPTIVE ET ANALYTIQUE DES FRACTURES CHEZ LE CHIEN ET LE  
CHAT**

Présenté par  
**AKNINE Kenza**

**Devant le jury :**

<b>Président(e) :</b>	DJOUDI M.	MCB	ISV-BLIDA
<b>Examineur :</b>	TARZAALI D.	MCB	ISV-BLIDA
<b>Promoteur :</b>	BESBACI M.	MCA	ISV-BLIDA
<b>Co-Promoteur :</b>	YAHIMI A.E.K	MCB	ISV-BLIDA

**Année : 2020/2021**

## REMERCIEMENTS

*Je remercie dieu de m' avoir guidé et donné la force et le courage pour terminer ce travail.*

*Je tiens à remercier mon promoteur monsieur Besbaci Mohamed maitre de conférences A à l' institut des sciences vétérinaires de Blida, et mon Co-promoteur monsieur Yahimi Abed-el-Karim, maitre de conférences B à l' institut des sciences vétérinaires de Blida, pour leurs soutien et leurs encouragements.*

*Je tiens à remercier les membres du jury d' avoir accepté d' examiner et de juger ce modeste travail.*

*Président du jury monsieur Djoudi Mustapha, maitre de conférences B à l' institut des sciences vétérinaires de Blida.*

*A madame Terzali Dalila, l' examinatrice de mon projet et maitre de conférences B à l' institut des sciences vétérinaires de Blida.*

*Au docteur Mimouni, vétérinaire spécialiste en chirurgie, installé à Kouba, pour avoir mis son cabinet à ma disposition, et pour tous ces conseils et son aide.*

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma super maman chérie, mon héroïne, ma source d'inspiration. Tu as toujours été là pour moi, et à aucun moment tu n'as cessé de me couvrir de ta tendresse. Tout ce que je pourrais écrire ne pourra jamais suffire à exprimer tout ce que je te dois, et si je suis arrivée là aujourd'hui c'est grâce à toi. Merci pour ton soutien de tous les instants, qui m'a encouragé à poursuivre mon chemin.*

*A mes frères Bilal et Karoune, je suis tellement chanceuse d'avoir des frères biens veillant comme vous, vous êtes ma source de joie et de bonheur je vous aime beaucoup.*

*A toutes la famille Kaciane, merci pour votre amour, présence, soutien et bienveillance.*

*A Salah et toute la famille Mestoui.*

*A monsieur Yahimi, pour sa patience, sa disponibilité et son aide précieuse.*

*Je remercie particulièrement le docteur Mimouni, pour le temps qu'il m'a consacré, le savoir et l'amour du métier qu'il m'a transmis.*

*A ma très chère Baya, à part le chocolat tu es ma préférée.*

*A mes amis Hanna, Sarah, Inés, Sarah gigi, Yasmine, Assala, Anis, Kamel, merci pour tous nos bons souvenirs.*

## Résumé

Une fracture est une rupture du tissu osseux qui provoque une douleur aiguë, nécessitant l'intervention du vétérinaire.

En effet, les petits carnivores sont souvent exposés à des accidents, qui provoquent des fractures (Les accidents de la voie publique, bagarre avec un autre animal, chute d'une fenêtre ou d'un balcon...). D'autres causes pathologiques peuvent également être responsables de fracture telle qu'une tumeur osseuse ou une ostéoporose.

Nous allons d'abord aborder les caractéristiques et propriétés physiologiques du tissu osseux, avant d'envisager, dans une deuxième étape, les types des fractures, leurs classifications. Ensuite nous détaillons les méthodes thérapeutiques : traitement orthopédique, remplacement prothétique, les possibilités d'ostéosynthèse sont nombreuses : broches, plaques, fixateurs externes. Ainsi que les différentes techniques d'imagerie qui nous servent à nous orienter vers une des méthodes thérapeutiques.

Pour finir nous allons présenter l'étude descriptive et analytique que nous avons menée sur le terrain qui nous a permis de mieux comprendre la prise en charge des fractures ainsi que leurs fréquences d'apparition. Nos résultats montraient des valeurs plus ou moins proches de la bibliographie. La fracture la plus observée est au niveau du fémur chez le chat (47.1 %) et le tibia chez le chien (31.25 %), suivi par l'humérus et le radius ulna respectivement (18.75 %) et (11.8 %). Tandis qu'aucun cas des fractures du bassin et métatarse n'a été signalé chez le chien, contrairement au chat où nous avons observé des taux plus de 2 pourcent.

**Mot clés:** Fracture, chien, chat, traitement, radiologie

## **Abstract**

A fracture is a break in bone tissue that causes severe pain, requiring veterinarian intervention.

Indeed, small carnivores are often exposed to accidents, which cause fractures (road accidents, fighting with another animal, falling from a window or a balcony, etc.). Other pathological causes can also be responsible for a fracture such as a bone tumor or osteoporosis.

We will first discuss the characteristics and physiological properties of bone tissue, before considering, in a second step, the types of fractures and their classifications. Then we detail the therapeutic methods: orthopedic treatment, prosthetic replacement, the possibilities of osteosynthesis are numerous: pins, plates, external fixators. As well as the various imaging techniques which serve to guide us towards one of the therapeutic methods.

Finally, we will present the descriptive and analytical study that we carried out in the field which allowed us to better understand the management of fractures as well as their frequency of occurrence. Our results showed values more or less close to the bibliography. The most observed fractures are in the femur in cats (47.1%) and the tibia in dogs (31.25%), followed by the humerus and the radius ulna respectively (18.75%) and (11.8%). While no cases of pelvic and metatarsal fractures have been reported in dogs, unlike cats where we have observed rates over 2 percent.

**Keywords:** Fracture, dog, cat, treatment, radiology

## ملخص

الكسر هو تفكك في أنسجة العظام بسبب ألمًا شديدًا يتطلب تدخلًا بيطريًا.

في الواقع ، غالبًا ما تتعرض الحيوانات آكلة اللحوم الصغيرة للحوادث التي تسبب الكسور (حوادث الطرق ، القتال مع حيوان آخر ، السقوط من النافذة أو الشرفة ، إلخ). يمكن أن تكون الأسباب المرضية الأخرى مسؤولة أيضًا عن كسر مثل ورم العظام أو هشاشة العظام.

سنناقش أولاً الخصائص والخصائص الفسيولوجية لأنسجة العظام ، قبل النظر ، في الخطوة الثانية ، في أنواع الكسور وتصنيفاتها. ثم نوضح بالتفصيل الطرق العلاجية: علاج العظام ، واستبدال الأطراف الاصطناعية ، وإمكانيات تركيب العظم عديدة: دبابيس ، لوحات ، مثبتات خارجية. بالإضافة إلى تقنيات التصوير المختلفة التي تعمل على إرشادنا نحو إحدى الطرق العلاجية.

أخيرًا ، سوف نقدم الدراسة الوصفية والتحليلية التي أجريناها في هذا المجال والتي سمحت لنا بفهم أفضل لإدارة الكسور بالإضافة إلى تكرار حدوثها. أظهرت نتائجنا قيمًا قريبة أو أقل من البليوغرافيا. أكثر الكسور التي لوحظت في عظم الفخذ في القطط (47.1%) والساق في الكلاب (31.25%) ، يليها عظم العضد والزند على التوالي (18.75%) و (11.8%). بينما لم يتم الإبلاغ عن أي حالات من كسور الحوض والمشط في الكلاب ، على عكس القطط حيث لاحظنا معدلات تزيد عن 2 في المائة.

الكلمات الرئيسية: الكسر ، الكلب ، القط ، العلاج ، الأشعة

## Table de matières :

Introduction.....	1
Partie bibliographique.....	2
Chapitre 01 : .....	2
Généralités sur les fractures.....	2
1. La structure de l'os .....	2
2. L'os au microscope .....	3
3. Définition des fractures.....	4
4. Classification des fractures.....	5
4.1. Types de fractures .....	6
4.2. L'orientation du trait de la fracture.....	6
4.3. Classification des fractures de l'épiphyse .....	6
5. Le remodelage osseux .....	7
Chapitre 02 : .....	9
Chirurgie orthopédique.....	9
1. L'asepsie en chirurgie orthopédique.....	9
1.1. La Préparation des matériels.....	10
1.2. La préparation du patient.....	12
1.3. La préparation du chirurgien.....	13
2. Traitements chirurgicaux.....	14
2.1. Réduction fermée.....	14
2.2 Réduction ouverte .....	16
2.3 Fixation externe.....	16
Chapitre 03 : .....	18
Techniques d'imagerie médicale.....	18
1. La radiographie.....	18
1.1 La radiographie conventionnelle : Technologie argentique.....	18
1.1.1. Le faisceau de rayons X .....	18
1.1.2. La cassette radiographique .....	20
1.1.3. Le développement.....	20
1.2 La radiographie numérique .....	21
1.2.1. La radiographie informatisée ou système CR.....	21
1.2.2 La radiographie numérisée ou système DR.....	22
1.2.3. Avantages et inconvénients de la radiographie numérique .....	23
2. Tomodensitométrie (Scanner) .....	25

2.1. Fonctionnement du scanner .....	25
2.1.1. L'appareil et ses réglages .....	25
2.1.2. Éléments de la chaîne scanographique .....	26
2.1.3. Indications d'utilisation .....	26
3. Imagerie par résonance magnétique (IRM) .....	27
Partie expérimentale .....	28
1. Matériel et méthode : .....	28
1.1. Données générales : .....	28
1.2. Critère et données récoltés : .....	29
1.3. Interprétation des clichés radiographies.....	29
2. Démarche thérapeutique .....	30
2.1. Préparation du matériel utilisé : .....	30
2.2. L'intervention chirurgicale.....	31
2.2.1. Préopératoire : .....	31
2.2.2. Opératoire : .....	32
2.2.3. Postopératoire : .....	36
3. Résultats : .....	36
4. Discussion : .....	39
Conclusion et recommandations : .....	41
Références bibliographiques : .....	43

### Liste des Tableaux :

Tableau 1 : Classification des fractures selon l'AO/ASIF. (Unger et al., 1990).....	5
Tableau 2: Les avantages inhérents aux deux systèmes de radiographie numériques. (Conchou, 2010) .....	24
Tableau 3 : Avantages et inconvénients de la radiographie numérique (Baudhuin, et al., 2004).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 4 : Fréquences des fractures chez les chats et les chiens (N= 50) .....	36
Tableau 5 : Analyse de la variance entre le type de fracture et l'espèce .....	37

## Liste des Figures :

Figure 1 : Schéma représentant la constitution de l'os (A.M.A.R, 2019) .....	3
Figure 2: Types de fractures (Docteurcllic, 2021) .....	7
Figure 3 : Les étapes du Remodelage osseux (kinesitherapie24, 2020) .....	8
Figure 4 : Réalisation d'une fixation externe de type JAM constituée d'un cadre simple. (Vet-Orthopédie, 2015) .....	17
Figure 5 : Tube à rayons X (CultureSciences-Chimie, 2007).....	19
Figure 6 : Absorption des rayons X par la matière (CultureSciences-Chimie, 2007) .....	19
Figure 7: Schéma d'une développeuse de radiographies argentiques ( Dillenserger & Moerschel, 2009).....	20
Figure 8 : Système de fonctionnement (ERLM) (Pdf-Prof, 2015).....	22
Figure 9 : La différence ente le système CR et le système DR (player, 2021).....	23
Figure 10 : cliché radiographique ventro-dorsale vue de face : fracture au niveau de la diaphyse fémorale.....	30
Figure 11 : Outils chirurgicales utilisés pour l'embrochage intra médullaire réalisé : A : pinces à champs Bckhaus / B : ciseau mouse droit /C : pince /D: Pinces hémostatiques droites / E : ciseaux pointu courbe/F Pince dissection Semkin : /G : Lame bistouri .....	31
Figure 12 : Emplacement de l'incision latérale en vue de la réduction ouverte de la fracture du milieu de la diaphyse du fémur.....	32
Figure 13 : La peau est incisée depuis le niveau du trochanter jusqu'à celui du grasset puis la fascia Lata été incisé le long du bord antérieur du biceps fémoral. ....	33
Figure 14 : La diaphyse du fémur est mise à nu en réclinant le muscle vaste externe vers l'avant.....	33
Figure 15 : Réduction ouverte et fixation au moyen d'une unique broche en 'V' de Kuentscher, intra médullaire qui avant que sa pointe soit émoussée, a été introduite en sens rétrograde dans le canal médullaire. ....	34
Figure 16 : Réalisation d'un surjet simple continu sur paroi musculaire plan verticale, pour fermer la plaie avec du fil résorbable et des Points simples séparés verticale, sur le plan cutané avec du fil non résorbable .....	34
Figure 17 : Après avoir nettoyé et désinfecté la plaie, on utilise un aérosol antibiotique coloré à usage local à base d'Oxytetracycline.....	35

Figure 18 : Recouvrir les plaies avec un pansement stérile avant de poser le bandage. ....	35
Figure 19 : Graphe représentant le pourcentage des types de fractures par espèce .....	37
Figure 20 : Graphe repprésentant le pourcentage des chats et des chiens ayant subit une réductio ouverte et une réduction fermée. ....	38

### **Liste des abréviations :**

AO Vet (Association d'ostéosynthèse vétérinaire).

Accidents de la voie publique (AVP)

Différence de potentiel (DDP)

Ecran radio luminescent à mémoire (ERLM)

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

La radiographie computerisée, CR « computed radiography ».

La radiographie numérisée, DR « digital radiography ».

## Introduction

Les fractures sont des urgences traumatiques fréquentes en médecine vétérinaire, souvent causées par des accidents de la voie publique, des chutes de certaines hauteurs, la chasse, des bagarres entre animaux, et dans certains cas des maltraitances.

Ces traumatismes sont l'une des principales menaces pour la survie des animaux domestiques et sauvages. Ils sont aussi une cause majeure des incapacités et des séquelles fonctionnelles graves qui peuvent avoir des répercussions à court ou à long terme.

Le type de fracture est déterminé par l'accident en cause et l'animal lui-même, son état de santé, son âge, sa race et la partie de l'os atteint. Ainsi il existe plusieurs types de fractures.

Le plus souvent le traitement est chirurgical, dépend d'une bonne connaissance des bases anatomiques et biomécaniques, des clichés radiologiques pour le suivi de l'évolution du traitement.

Nombreuses sont les méthodes et encore plus nombreux sont les matériels qui permettent d'aider à la réparation d'une fracture. Le chirurgien est évidemment fort aise d'avoir à sa disposition autant de moyens et de ressources, il ne doit jamais perdre de vue ni les principes fondamentaux de la réparation de l'os ni la notion que son travail s'accomplit sur une matière vivante.

L'approche d'une fracture est basée sur trois principes : confort du patient, simplicité des procédés et efficacité des moyens mis en œuvre.

L'asepsie chirurgicale joue un rôle prépondérant dans la lutte contre l'infection du site opératoire en chirurgie vétérinaire. Elle comprend quatre volets : l'air et les locaux, le patient, le matériel et le chirurgien.

L'intérêt de cette étude est de mettre en évidence l'importance des fractures chez les petits animaux de compagnie, leurs détections et d'acquérir les notions favorisant la compréhension de ce phénomène et les différentes options médicales et chirurgicales pour les traiter.

## **Partie bibliographique**

### **Chapitre 01 :**

#### **Généralités sur les fractures**

Ce premier chapitre est destiné à citer brièvement les caractéristiques et propriétés physiologiques du tissu osseux, avant d'envisager, dans une deuxième étape, les causes et les types des problèmes osseux notamment les fractures survenant au cours de la vie des animaux. Les os sont des éléments durs et résistants, constituent la charpente du corps de l'animal et l'homme, ont pour plusieurs rôles à savoir ; servent comme un support mécanique, permettent la locomotion en transmettant les forces issues de la contraction musculaire et également protègent les organes internes.

Les os interviennent dans de nombreuses fonctions d'échange avec l'organisme, participant à la formation des cellules sanguines, au stockage de minéraux et au métabolisme du calcium. Dans cette première partie, nous intéressons aux aspects cellulaires et morphologiques du tissu osseux chez les carnivores domestiques.

#### **1. La structure de l'os**

Tous les os sont creux. La cavité qui se trouve au centre de chaque os s'appelle la cavité médullaire. Elle est remplie de moelle osseuse. L'os en lui-même est formé de travées (c'est le cas des os longs et plats) ou de cellules (c'est le cas des vertèbres dont le corps est fait d'os spongieux, donc comme une éponge). La constitution en travées ou en os spongieux est définie pour résister aux forces qui s'exercent sur l'os. Ainsi, au niveau de la diaphyse, les travées sont parallèles à l'os de façon à conserver une rigidité, et de pouvoir résister aux contraintes de flexion ou de torsion. Par contre au niveau des vertèbres, la constitution en os spongieux permet de résister aux forces de compression énormes exercées sur la colonne vertébrale. Les os sont parcourus par des vaisseaux et des nerfs, exactement comme les gaines qui acheminent l'eau et l'électricité dans les murs et les planchers des maisons. Chaque os est entouré d'une enveloppe richement vascularisée et innervée, qu'on appelle le périoste (Docteurcllic, 2021).

## 2. L'os au microscope

La trame de l'os est constituée de protéines organisées en fibres : les fibres de collagène sur lesquelles sont fixés des cristaux d'hydroxyapatite, riches en calcium. Tout cet ensemble est organisé en travées (travées de Havers) qui donnent sa rigidité à l'os. Les fibres de collagène et leur minéralisation par le calcium sont sous la dépendance de cellules constructrices qu'on appelle les ostéoblastes quand ils sont jeunes et les ostéocytes quand ils sont vieux. Mais le tissu osseux, indépendamment de tout traumatisme est en profond remaniement perpétuel, grâce à un travail incessant de destruction assuré par les ostéoclastes (Docteurcllic, 2021).

Les ostéoclastes sont stimulés par la parathormone, tandis que les ostéoblastes sont stimulés par la calcitonine. La vitamine D enfin aide à la croissance de l'os et à sa reconstruction. Ces remaniements perpétuels ont pour but de mobiliser le calcium ou au contraire de le stocker, car le calcium a un rôle fondamental dans le fonctionnement de toutes les cellules du corps, en particulier les cellules des muscles et des nerfs. Cette fonction osseuse fait partie du métabolisme du calcium (Docteurcllic, 2021). (Figure01).

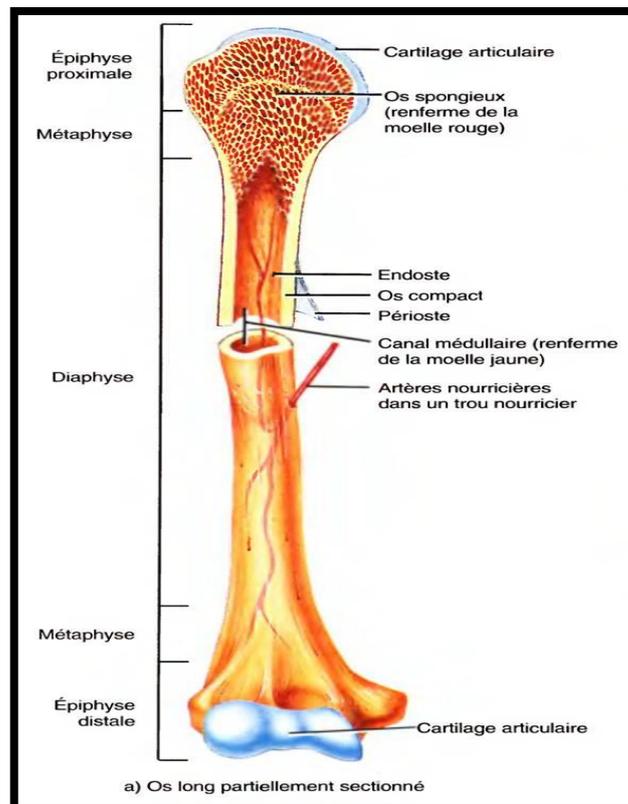


Figure 1 : Schéma représentant la constitution de l'os (A.M.A.R, 2019)

### 3. Définition des fractures

Une fracture se définit comme une rupture d'un élément squelettique osseux ou cartilagineux.

En radiologie, une fracture se traduit par l'apparition d'un trait noir qui interrompt la corticale osseuse : c'est le trait de fracture.

Quand on parle de « fracture », sans qualificatif, il s'agit d'une fracture traumatique. Quand on parle de « fracture spontanée ou pathologique », cela sous-entend qu'elle survient sans participation d'un traumatisme, ou alors d'un trauma minime sur un os déjà fragilisé par un autre processus à savoir ; pathologique (tumeur, ostéoporose...) ou autre (fatigue).

Lors de fracture, il existe aussi des lésions des tissus mous qui conditionnent les possibilités de récupération. (Genevois, 2004)

Selon (Brinker et *al.*, 1994) , Les différentes causes des fractures sont :

- traumatisme atteignant directement l'os : les statistiques indiquent qu'au moins 75 à 80 % des fractures sont provoqués par des automobiles ou d'autres engins motorisés.
- traumatisme indirect : les forces sont transmises à travers l'os ou les muscles jusqu'en un point éloigné où se produit la fracture.
- 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 (par exemple, métacarpes ou métatarses chez le lévrier de course).

## 4. Classification des fractures

La nomenclature utilisée par l'AO Vet : (Localisation, morphologie et gravité des fractures)

Le système utilisé pour la localisation, la morphologie et la gravité des fractures des os longs chez les animaux de compagnie se base sur la classification adoptée par l'AO Vet (Association d'ostéosynthèse vétérinaire). Ce modèle de classification a été décrit par (Unger et *al.*, 1990).

Cette classification reprend le système utilisé par l'AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese / Association for the Study of Internal Fixation) pour décrire les fractures chez l'homme. Ce système permet de classer par ordre de gravité les fractures selon la complexité de leur configuration et leur stabilité après réduction, ce qui donne des éléments quant au traitement le plus adapté et au pronostic (Brinker et *al.*, 1994).

Un code alphanumérique permet de situer l'os concerné et de décrire à la fois la localisation anatomique et le degré de complexité de la fracture observée dans le tableau 1 :

**Tableau 1 : Classification des fractures selon l'AO/ASIF. (Unger et *al.*, 1990)**

Os atteint	Segment osseux	Morphologie de la fracture	
		Type	Etendue
1 : Humérus	1 : Proximale	A : Simple	1 : Spiroïde
2 : Radius / Ulna	2 : Diaphysaire	B : Aile de papillon	2 : Oblique
3: Fémur	3 : Distale	C : complexe	3 : Transverse
4 : Tibia / Fibula	A : Extra-articulaire B : articulaire partielle C : Articulaire complexe		

#### **4.1. Types de fractures**

Selon la présence ou non d'une plaie externe communiquant avec le foyer de fracture, on distingue deux types de fracture :

- fracture fermée : le foyer de fracture ne communique pas avec l'extérieur.
- fracture ouverte : le foyer de fracture communique avec l'extérieur. Ces fractures sont contaminées ou infectées et leur cicatrisation peut être, au mieux, retardée ou accompagnées de complications (Brinker et *al.*, 1994).

#### **4.2. L'orientation du trait de la fracture**

Cinq types de fractures sont décrits selon l'orientation du trait de fracture, selon (Piermattei et *al.*, 2009) :

- les fractures transverses : le trait de fracture traverse l'os selon un angle inférieur à 30° par rapport au grand axe de l'os.
- les fractures obliques : le trait de fracture forme un angle supérieur à 30° par rapport au grand axe de l'os.
- les fractures spiroïdes : c'est une fracture oblique dont le trait de fracture forme une courbe autour de la diaphyse.
- les fractures esquilleuses.
- les fractures comminutives : elles se caractérisent par la présence d'un ou de plusieurs fragments de taille moyenne totalement séparés les uns des autres (Figure02).

#### **4.3. Classification des fractures de l'épiphyse**

Les fractures de l'épiphyse sont classifiées par le système de classification de Salter-Harris qui décrit l'emplacement de la fracture par rapport à la plaque de croissance (Johnson et *al.*, 2005).

- I : décollement épiphysaire pur.
- II : décollement épiphysaire associé à arrachement d'un coin métaphysaire.
- III : décollement épiphysaire associé à une fracture épiphysaire articulaire.
- IV : décollement épiphysaire associé à une fracture métaphysaire et épiphysaire.
- V : écrasement du cartilage de croissance.

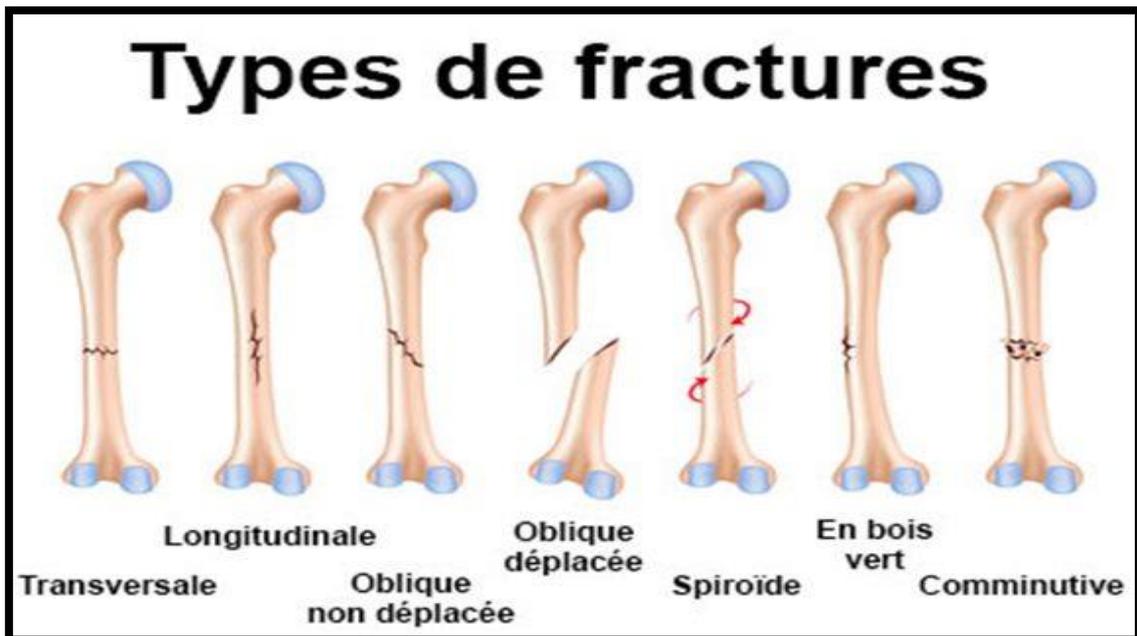


Figure 2: Types de fractures (Docteurlic, 2021)

## 5. Le remodelage osseux

- Phase 1 : Formation d'un hématome (hémorragie, rupture des différentes structures)

Diminution de la vascularisation provoquant la mort de cellules osseuses. Les tissus au site de la fracture enflent, deviennent douloureux et il y a alors présence d'inflammation. (PhysioAtlas, 2021)

- Phase 2 : Formation du cal fibro-cartilagineux (augmentation de la circulation sanguine)

En quelques jours seulement, il y aura augmentation de l'apport sanguin, nettoyage des débris de l'inflammation et début de la reconstruction osseuse. Il y a alors production de collagène et formation d'os spongieux (os plus poreux). (PhysioAtlas, 2021)

- Phase 3 : Formation du cal osseux

En moins d'une semaine, il y a progressivement la formation de nouvelles travées osseuses. La formation de cal osseux se poursuit jusqu'à ce que l'os soit fermement soudé, deux mois environ après l'accident. (PhysioAtlas, 2021)

- Phase 4 : Remaniement osseux

Pendant plusieurs mois, le cal-osseux subit des transformations pour former un os plus compact. À la fin de cette phase, on peut remarquer que la région remodelée est semblable à l'os initial, car ils sont soumis aux mêmes sollicitations mécaniques (Figure03). (PhysioAtlas, 2021).

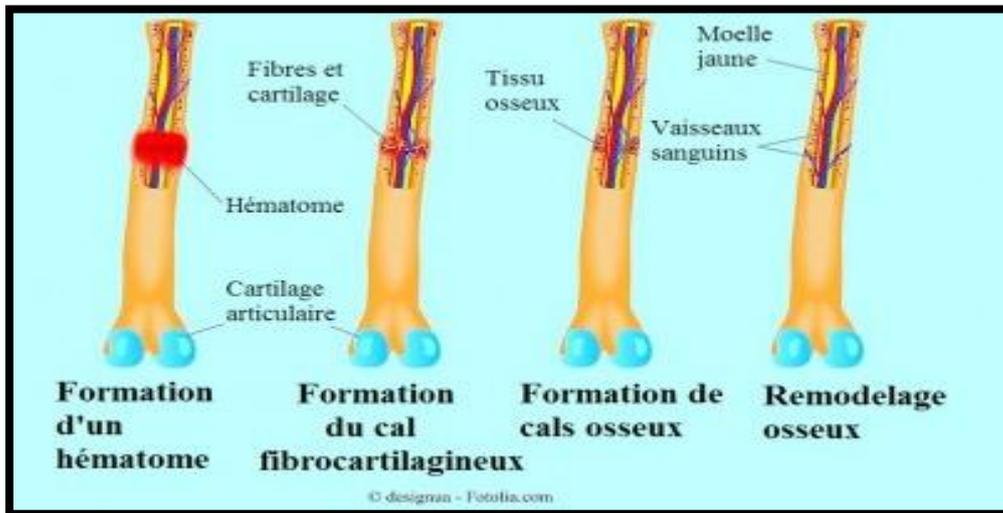


Figure 3 : Les étapes du Remodelage osseux (kinesithérapie24, 2020)

## **Chapitre 02 :**

### **Chirurgie orthopédique**

L'Orthopédie vétérinaire recouvre l'ensemble des connaissances, des démarches diagnostiques, des examens complémentaires et des traitements, curatifs ou préventifs, chirurgicaux ou non qui concernent les anomalies de la fonction locomotrice d'origine squelettique à la suite d'une pathologie ou d'un accident. Les boiteries, et en particulier les boiteries d'origine articulaire chez le chien sont particulièrement concernées.

La Traumatologie concerne plus directement les lésions générées par des accidents. En médecine vétérinaire du chien et du chat ces incidents sont principalement des accidents de la voie publique (AVP) ou accidents de la rue. Les chats qui fuguent ou qui tombent de plusieurs étages (chat « parachutiste », défenestration) sont aussi concernés. Les lésions en traumatologie canine et féline comprennent, des fractures, des luxations, des contusions myo-squelettiques sans négliger les lésions des tissus mous en ce compris les organes vitaux.

#### **1. L'asepsie en chirurgie orthopédique**

Que l'acte chirurgical vise à réparer l'os, le ligament, l'articulation ou le cartilage, la nécessité de l'asepsie est toujours aussi essentielle. Par malheur la médecine vétérinaire n'est pas encore tout à fait sortie de l'ère de l'antiseptie chirurgicale, et il serait à souhaiter que tous les fervents de cette antique méthode confient à leurs confrères mieux équipés et mieux entraînés tous ceux de leurs malades dont l'état exige un traitement de chirurgie orthopédique (Armistead, 1957).

Beaucoup de traitements orthopédiques se sont soldés par des échecs déplorables qui sont sans doute imputables soit à une tentative d'asepsie qui a avorté à mi-chemin, soit à un mépris complet de l'asepsie. Au contraire si le chirurgien tient à une asepsie chirurgicale rigoureuse, il faut absolument qu'il se plie à un système raisonné et à une routine sans faille, et loin de répondre aux besoins d'une approche aseptique, le seul port du masque et de gants est un exemple de ces demi-mesures qui ne sont pas admissibles si l'on veut entreprendre un acte chirurgical digne de ce nom (Leonard, 1968).

C'est en dehors de la salle d'opérations que doivent se dérouler tous les préparatifs d'intervention destinés à n'y laisser pénétrer qu'un malade vraiment propre et un chirurgien vraiment propre (Riser, 1957).

La salle elle-même doit être immaculée, et sa propreté doit s'étendre à ses fenêtres, à son plafond, à son plancher et à son système d'éclairage. Si elle doit s'ouvrir à des assistants, ceux-ci doivent eux aussi être impeccablement propres, et en même temps avertis de la menace des germes qui guettent n'importe quel acte chirurgical. Quant à l'aération de la salle d'opérations, elle comporte certains dangers indiscutables qui doivent être minimisés par tous les moyens (Walter & Arlein, 1943).

Les préparatifs d'un acte chirurgical ascétique peuvent être répartis en trois séries principales de mesures :

- Préparation des matériels tels que champs, vêtements, gants et instruments.
- Préparation du patient.
- Préparation du chirurgien.

### **1.1. La Préparation des matériels**

Les champs à utiliser constituent la première série des matériels à considérer. Trop souvent on ne leur accorde qu'une attention distraite alors qu'ils sont le principal des boucliers contre les contaminations au cours de l'opération. Depuis la matière plastique jusqu'aux serviettes de toile, beaucoup de matériels de type divers sont utilisés pour recouvrir le patient, mais les champs les plus satisfaisants sont ceux qui sont faits de forte mousseline écru; facile à trouver dans le commerce, relativement peu coûteux et facile à manipuler, ce matériel peut être découpé à la dimension voulue à condition que ses bords soient ensuite ourlés, et il est bon de le "teindre ensuite en vert, en bleu ou en gris afin qu'il diminue la réflexion de la lumière autour du champ opératoire pour le plus grand bien de la précision des yeux de l'opérateur.

La dimension des champs doit être suffisante (en principe 1,55 sur 1 mètre) pour qu'ils puissent complètement recouvrir le patient ainsi que la table d'opérations, alors que des champs trop petits sont toujours dangereux car ils laissent à découvert une trop grande partie des zones par définition contaminées de l'animal. (Riser, 1957)

Il est très important de nettoyer à fond les instruments avant qu'ils ne passent à la stérilisation. Le bain en solution détersive est très utile pour en faire disparaître le sang ou tous autres débris d'origine chirurgicale. (Leonard, 1968)

Bien que l'appareil de nettoyage électronique soit assez coûteux, il est très utile pour les instruments de chirurgie qu'il nettoie très efficacement et beaucoup mieux que la main de l'homme, au moyen de ses ondes à haute fréquence combinées avec un système de séchage ou avec un détergent à faible tension superficielle. Son effet de nettoyage est probablement dû à trois facteurs : pression, température et accélération. (Walter & Arlein, 1943)

Ses oscillations donnent naissance à une basse pression qui détruit tous les éléments cellulaires, le passage de ses ondes à travers la solution entraîne une très forte élévation de la température, et son accélération est permise par l'impact d'une grande quantité de minuscules gouttelettes de cavitation. Tout porte à croire que non seulement la méthode électronique nettoie, mais encore qu'elle comporte un effet bactéricide en raison de sa destruction des éléments cellulaires. (Riser, 1957)

Tous les instruments d'usage courant dans les opérations d'orthopédie peuvent être placés dans une boîte métallique, après avoir été enveloppés dans une grande poche à double épaisseur de mousseline dont les dimensions soient telles qu'elle recouvre correctement la table à instruments au moment où la boîte est ouverte. Quant aux instruments plus spéciaux, ils sont plutôt placés dans des enveloppes individuelles de stérilisation et traités séparément sans qu'ils aient besoin d'être étiquetés puisque leurs enveloppes sont transparentes.

Les instruments à bords tranchants risquent fort de s'émousser si on les stérilise par la chaleur, et c'est donc la stérilisation chimique qui doit être préférée pour tous les instruments du type bistouri ou du type ciseaux. (Armistead, 1957).

Ils doivent être nettoyés à fond avant immersion puisque tous les débris collés contre le métal réduisent évidemment l'efficacité de la substance germicide. Il est également important qu'ils baignent dans la solution pendant un temps suffisant pour qu'elle détruise tous les micro-organismes qui peuvent y être exposés. (Leonard, 1968)

Bien que cette méthode permette de stériliser les instruments métalliques beaucoup plus facilement que la peau ou toute autre surface rugueuse, elle n'est pas absolument sûre puisqu'il ne faut pas oublier que les solutions germicides actuelles ne détruisent pas les spores,

il est donc très important de recourir à un type de stérilisation infiniment plus énergique des instruments de chirurgie. (Riser, 1957)

En ce qui concerne la tenue d'opération, elle doit être pliée sur sa longueur comme une blouse ordinaire avec quelques plis supplémentaires, puis en accordéon commençant par l'ourlet inférieur et en remontant vers l'encolure après avoir été glissée dans son étui et avant qu'on ferme ce dernier, on étale sur la tenue repliée une serviette en papier à jeter qui servira par la suite à sécher les mains de l'opérateur après qu'il les aura brossées. (Walter & Arlein, 1943)

Les paquets de matériel chirurgical doivent être passés à l'autoclave pendant 30 minutes sous une pression de 20 livres, après quoi ils se dessèchent parfaitement et sans danger de contamination si l'on entrebâille légèrement la porte de l'autoclave en retenant la vapeur dans sa double paroi. (Walter & Arlein, 1943)

## **1.2. La préparation du patient**

C'est seulement après que le patient a été anesthésié que peut commencer la véritable préparation du champ opératoire. On peut certes le laver et le raser d'avance, mais la préparation proprement dite de sa peau doit attendre que tout mouvement soit dûment contrôlé et qu'il n'y ait plus aucun danger de contamination nouvelle. (Walter, 1948)

Dans un même but, le patient est préparé dans une salle différente de la salle d'opérations, de façon à réduire tout danger de contamination par des poils ou par des débris provenant de la peau, cette précaution étant spécialement importante pendant les stades préliminaires où le patient est rasé et brossé. (Armistead, 1957)

Après que la zone à opérer a été largement rasée au moyen du rasoir, la première étape de la préparation consiste à nettoyer méticuleusement la peau à l'eau et au savon ou avec un détergent germicide tel que (l'hexachlorofène, pHisoHex). (Leonard, 1968)

Le savonnage doit être exécuté à la main ou à l'éponge car la brosse provoque des érythèmes et, de ce fait, un retard à la cicatrisation des téguments. (Walter & Arlein, 1943)

Après que la peau a été savonnée puis rincée à l'eau, elle est séchée avec une serviette propre.

Ensuite on imbibe d'éther plusieurs compresses de coton, dont on frotte la peau en partant de la ligne de l'incision prévue et en s'éloignant parallèlement à elle, chaque passage de la compresse se rapprochant donc de la périphérie du champ opératoire; quand la périphérie

est atteinte, la compresse est jetée et remplacée par une autre compresse avec laquelle on recommence l'opération. En procédant ainsi, on travaille constamment de la zone la plus propre à la zone plus contaminée qui l'encercle, et on n'effleure jamais la future ligne d'incision avec une compresse qui aurait touché les alentours du point d'élection décidé. (Riser , 1957)

L'étape finale consiste à appliquer sur le champ opératoire un désinfectant de la peau (mélange alcool-éther)

Une fois que le patient a été mis en position sur la table d'opérations.

Le patient est installé en décubitus latéral complet avec le membre à opérer au-dessus. (Armistead, 1957)

Un aide se saisit de l'extrémité du membre et maintient celui-ci verticalement pendant qu'un premier champ est amené le long de l'autre membre pour le recouvrir entièrement. Sans qu'on le déplie, le second champ sert à saisir l'extrémité distale du membre que l'aide avait relevé, puis il est drapé autour du pied et de la partie inférieure du membre jusqu'au bord du champ opératoire, contre lequel on le fixe avec quelques pinces à champ. (Leonard, 1968)

### **1.3. La préparation du chirurgien**

Le chirurgien commence sa propre préparation en échangeant ses vêtements de ville contre une tenue d'opération qui lui permet en particulier de plier facilement les coudes. Il revêt aussi une calotte et un masque dont il suffit qu'ils soient Propres sans être stériles. Contrairement à la calotte dont l'importance est essentielle, le masque est d'une utilité contestable, mais il est généralement recommandé de le revêtir puisqu'il ne fait sûrement pas de mal et qu'il peut éventuellement présenter quelques avantages. (Leonard, 1968)

Le chirurgien se savonne ensuite les mains et les bras en les débarrassant de tout ce qui peut les souiller. (Riser , 1957)

Il prend une brosse stérilisée et nettoie scrupuleusement ses doigts puis ses mains et finalement ses bras, l'ordre de ce brossage étant de importants puisque s'il se déroulait en sens inverse, ce seraient évidemment que les mains qui seraient le moins bien nettoyées. La brosse ne doit jamais revenir aux mains après qu'elle a touché les bras, il faut que chaque doigt reçoive dix coups de brosse sur chacune de ses faces, ce qui fait un total de 40 coups de brosse par doigt, et les ongles ainsi que les deux faces de la main doivent encore recevoir 20

coups de brosse, le nombre de ces coups de brosse ayant infiniment plus d'importance que le temps à y consacrer. (Walter, 1948)

Quand ce brossage est achevé, les mains et les bras sont rincés à l'eau chaude, celle-ci devant s'en écouler par la pointe des coudes alors que les mains risqueraient de se contaminer si elle devait ruisseler vers elles en descendant le long des bras et des avant-bras. (Riser, 1957)

Le nettoyage peut être fait avec un bon détergent ou avec un bon savon. (Walter, 1948)

Après avoir savonné ses bras, l'opérateur peut aussi les plonger dans l'alcool. (Walter & Arlein, 1943)

Il sèche ses mains avec la serviette en papier stérilisé qui avait été glissée dans l'étui de la tenue d'opération, puis il revêt celle-ci et enfile ses gants ensuite seulement. (Leonard, 1968)

La tenue d'opération et les gants sont revêtus sans l'aide d'une tierce personne et sans avoir cessé pourtant d'être stériles. (Walter & Arlein, 1943)

## **2. Traitements chirurgicaux**

Il existe diverses méthodes possibles de réduction et d'immobilisation des fractures ainsi que différents matériels susceptibles d'aboutir à un alignement correct et durable des abouts fracturés, on distingue d'une part la réduction fermée et la réduction ouverte, et d'autre part la fixation externe et la fixation interne des fractures.

### **2.1. Réduction fermée**

On parle de réduction fermée chaque fois qu'on réduit une fracture sans inciser la peau du patient ni mettre à découvert l'os fracturé. Cette règle comporte toutefois quelques exceptions, entre autres dans le cas de la mise en place de fixateurs externes, de broches transfixantes avec traction externe et de certaines broches intramédullaires : dans les trois cas, la peau a été incisée pour qu'on puisse mettre l'appareil en place, mais l'os n'a pas été mis à découvert et la réduction a été exécutée grâce à une manipulation pratiquée extérieurement. De la même façon, les fractures comminutives comportent fréquemment une mise à nu des fragments osseux qui ont transpercé la peau par ses dilacérations, et en ce cas il y a réduction fermée si les segments de l'os fracturé sont remis en apposition grâce à une manipulation pratiquée extérieurement au corps du patient. (Stader, 1939)

La réduction fermée est le procédé habituel quand il est possible de palper facilement la région du corps où l'os a été fragmenté (radius et cubitus), et dans ce cas la fixation qui y succède est en principe de type externe. Sans doute la coaptation est-elle alors le mode d'appareillage le plus courant, mais nous verrons un peu plus bas qu'à la suite d'une réduction fermée, on peut également recourir à d'autres formes d'appareillage externe où l'on procède par traction exercée soit sur les rayons osseux soit sur la peau. Autrefois, la plupart des premiers essais de broches intramédullaires ont été exécutés sous le couvert d'une réduction fermée, mais aujourd'hui et en raison de l'intérêt de réductions plus précises, c'est sous le couvert d'une réduction ouverte qu'on met en place presque tous les moyens de fixation de ce genre. (Coleman, 1956)

Les réductions fermées doivent toujours être exécutées avec le souci de traumatiser aussi peu que possible les tissus mous qui avoisinent la fracture. En conséquence, si l'on connaît l'angularité du trait de fracture et si l'on tient un juste compte de la position des segments de l'os fracturé, on doit toujours s'efforcer de réduire la fracture en recourant à des moyens mécaniques simples plutôt qu'en appliquant des mesures de force brutale. (Lambotte, 1950)

Souvent qualifiée de méthode « d'angulation » ou du « toggling », la réduction fermée s'opère dans les conditions les meilleures possibles quand on peut facilement palper les segments de la fracture, mais elle peut également être exécutée chaque fois qu'il est possible de manipuler ces segments. Par contre il est deux types de fractures où une traction exercée parallèlement à l'axe longitudinal du rayon osseux est impuissante pour permettre de réussir la réduction : le premier cas est celui des fractures transverses avec chevauchement des abouts par contracture musculaire, et le second est celui des très courtes fractures obliques avec chevauchement de leurs côtés longs, dont l'extension est toujours insuffisante en raison de la longueur additionnelle que l'os subit du fait de l'obliquité de ses deux extrémités accidentelles. (Anderson, 1936)

Dans les deux cas, il faut s'ingénier à plier avec précaution le membre au niveau de l'emplacement de la fracture jusqu'à ce que les deux segments forment un angle suffisamment ouvert l'un par rapport à l'autre, puis il faut presser doucement sur le sommet de l'angle qu'ils dessinent : si l'on procède ainsi, les deux surfaces de la fracture retrouveront le contact dont elles ont besoin pour se réparer. Une fois que les deux segments ont été « raboutés », le membre se prête à une lente extension qui garantit la réduction. Au moment

où l'on force les segments à adopter une disposition transitoirement angulaire, il faut bien entendu manœuvrer dans le sens de la moindre résistance et ne pas perdre de vue qu'il faut le moins possible endommager les tissus mous qui les entourent. (Stader , 1939)

## **2.2 Réduction ouverte**

La réduction ouverte peut être définie comme la reconstitution de l'alignement normal d'un os fracturé, à la faveur d'une incision qui met ce dernier à découvert. Cette méthode est principalement utilisée pour les procédés de fixation interne de l'os, mais il est également des cas où elle se prête aux procédés de fixation externe. Un excellent exemple de cette méthode est fourni par les cas de non-réunion d'une fracture du radius, où l'on met en place des fixateurs externes après avoir exécuté la réduction ouverte de la fracture. (Stader , 1939)

## **2.3 Fixation externe**

L'immobilisation d'une fracture peut être réalisée par fixation externe en recourant à trois moyens employés isolément ou en combinaison: coaptation, attelle de Thomas modifiée avec traction exercée soit sur la peau soit sur les rayons osseux, broches transfixantes. (Lambotte, 1950)

Le choix des méthodes possibles est donc très étendu, mais celle qui doit être mise en œuvre dans chaque cas doit toujours être la plus simple de celles qui permettent d'obtenir une fixation sans trop de gêne pour le Patient, (Figure04) (Stader, 1939).

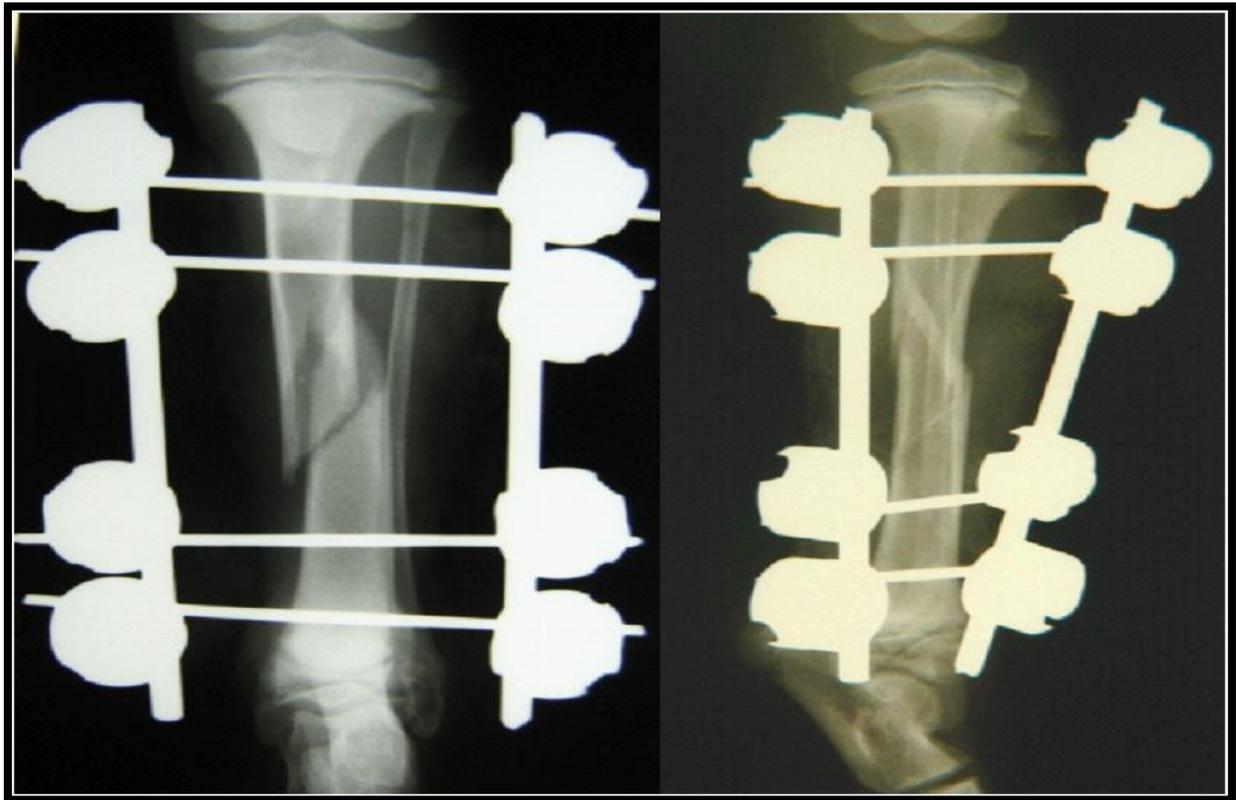


Figure 4 : Réalisation d'une fixation externe de type JAM constituée d'un cadre simple.  
*(Vet-Orthopédie, 2015)*

## Chapitre 03 :

### Techniques d'imagerie médicale

L'imagerie médicale est un élément essentiel à la recherche clinique, l'étude des fractures et la mise au point des traitements. L'imagerie recouvre à une grande variété de technologies développées grâce à l'exploitation des grandes découvertes de la physique du 20<sup>e</sup> siècle.

Il existe aujourd'hui de nombreuses techniques d'imagerie complémentaires, L'utilisation vétérinaire n'a pas reculé devant ce progrès, au contraire les vétérinaires font appel à ces méthodes pour donner un bon diagnostic.

#### 1. La radiographie

La radiographie est une technique permettant d'obtenir une représentation en 2 dimensions d'un objet à partir d'un faisceau de rayon X ayant traversé cet objet. La première image radiographique a été obtenue en 1895 par ROENTGEN.

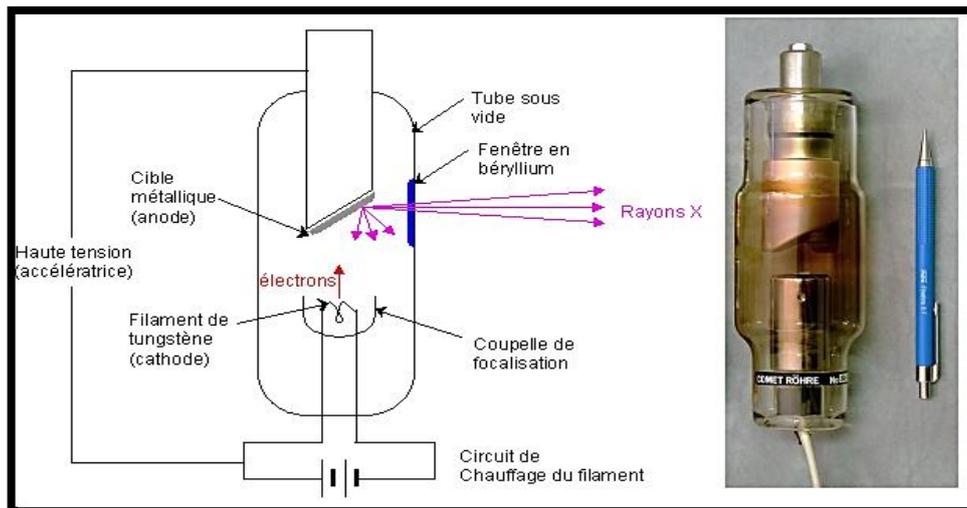
Aujourd'hui la radiographie est un outil très utilisé en médecine vétérinaire et la technologie numérique tend à se développer rapidement.

##### 1.1 La radiographie conventionnelle : Technologie argentique

Le système de radiographie conventionnelle est composé essentiellement d'un récepteur (cassettes radiographiques) comprenant un écran scintillateur et un film radiologique argentique. Lorsque les rayons X frappent l'écran scintillateur, celui-ci les absorbe, puis émet un rayonnement lumineux qui permet la formation d'une image latente sur le film radiologique. Ce film est ensuite développé pour obtenir les images radiologiques définitives (Baudhuin, et al., 2010)

##### 1.1.1. Le faisceau de rayons X

Le faisceau est produit par un tube à rayons X, composé d'une cathode et d'une anode. Un nuage d'électrons se forme au niveau de la cathode, lorsque le filament de tungstène, qui la compose, est traversé par un courant électrique. Ces électrons sont accélérés lorsqu'une différence de potentiel (DDP) est créée entre l'anode et la cathode. Les rayons X sont créés lorsque ces électrons heurtent l'anode à grande vitesse, l'énergie libérée l'est majoritairement sous forme de chaleur et 5 à 10% de cette énergie produit des rayons X (Figure 5). (Begon & Ruel, 1999)



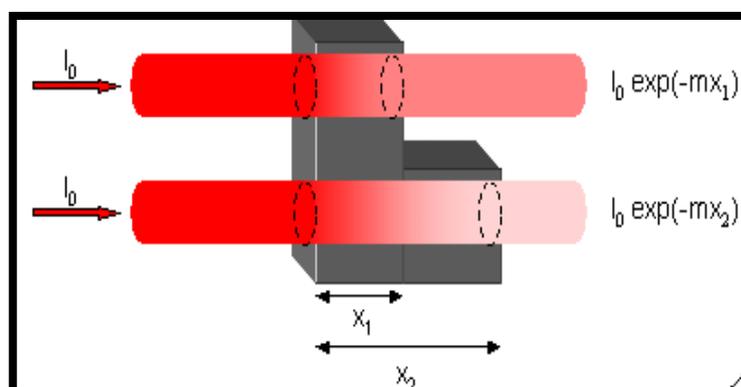
«

**Figure 5 : Tube à rayons X (CultureSciences-Chimie, 2007)**

Ce tube à rayons X nécessite un courant de faible intensité et de très haute tension, fournit par des générateurs de haute tension. (Begon & Ruel, 1999)

Ce faisceau de rayons X traverse ensuite l'objet placé dans le champ et peut y subir deux effets. Il peut être absorbé, c'est l'effet photo-électrique qui permet l'obtention du contraste entre les tissus. Il peut aussi être absorbé avec la production d'un rayon X diffracté de forte énergie, c'est l'effet Compton à l'origine du rayonnement diffusé (Figure6), (Dillenseger & Moerschel, 2009).

Cette interaction avec l'objet produit une image de rayonnement. C'est cette image qui sera enregistrée sur un support matériel visible pour permettre son interprétation. En radiographie conventionnelle, ce support est un film radiographique placé dans une cassette radiographique, aussi appelé « couple écran-film ». (Begon & Ruel, 1999)



**Figure 6 : Absorption des rayons X par la matière (CultureSciences-Chimie, 2007)**

### 1.1.2. La cassette radiographique

Les films radiographiques étant peu sensibles à l'action des rayons X, ceux-ci doivent être transformés en rayonnements lumineux. C'est le rôle des deux écrans renforçateurs présents, autour du film, dans la cassette radiographique. A l'heure actuelle, ces écrans sont composés de terres rares qui absorbent les rayons X et émettent une lumière verte. Cette dernière permet la formation d'une image latente sur le film radiographique. (Begon & Ruel, 1999)

Le film est recouvert d'une émulsion contenant des cristaux d'iodo-bromure d'argent. L'énergie transmise par la lumière sur ces cristaux provoque la libération d'un électron par les ions bromure et la formation d'un atome d'argent. Ces réactions mènent à la formation de l'image latente sur le film. Afin d'obtenir l'image radiographique finale, le film doit être développé. (Dillenseger & Moerschel, 2009)

### 1.1.3. Le développement

Le développement des films radiographiques conventionnels se réalise en trois étapes :

Le développement, le fixage et le rinçage.

Cette étape se fait par une développeuse qui réalise les trois étapes (Figure 7), ou manuellement. Lors du développement le film est plongé dans un révélateur. Celui-ci est un réducteur qui transforme les ions argent en atome d'argent métallique, noir et visible sur le film. (Begon & Ruel, 1999)

Le fixage sert à dissoudre les cristaux d'iodo-bromure qui n'ont pas été réduits en argent métallique par les deux étapes précédentes. (Doyon, 2000)

Enfin le film est lavé pour retirer le surplus de fixateur, avant d'être séché. Une fois le développement terminé, nous obtenons une image radiographique visible et interprétable sur le film, qui peut être conservée pendant plusieurs années, (Figure07) (Begon & Ruel, 1999).

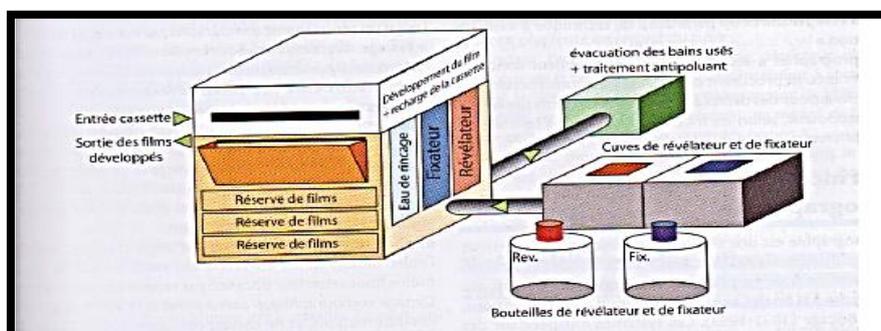


Figure 7: Schéma d'une développeuse de radiographies argentiques ( Dillenseger & Moerschel, 2009)

## 1.2 La radiographie numérique

La technologie argentique est en voie de remplacement par les technologies numériques (Laney, et al., 2010)

En effet, durant les trois dernières décennies, de nombreux centres médicaux de par le monde ont adopté différentes formes de radiographies numériques dans leur pratique clinique (Sen, et al., 2010)

La technologie numérique repose sur le même système d'obtention de l'image. Le matériel pour créer le faisceau de rayons X est le même que pour une radiographie conventionnelle. Après passage du faisceau au travers de l'objet à radiographier, l'image de rayonnement créée sera détectée par un récepteur qui transformera ce signal analogique en un signal numérique. (Tran-dac , 2010)

Il existe deux types de système permettant cette numérisation :

- La radiographie computérisée, CR « computed radiography »
- La radiographie numérisée, DR « digital radiography »

### 1.2.1. La radiographie computérisée ou système CR

Il nécessite de posséder un générateur de rayons X, des cassettes (ou plaques stimulables) contenant un écran à scintillateur photo stimuable à mémoire, un lecteur pour ces écrans, une station informatique avec des moniteurs de visualisation des images ainsi qu'un logiciel de traitement des images. Il est aussi possible d'imprimer les radiographies obtenues à l'aide d'un reprographe. (Begon & Ruel, 1999)

C'est une méthode indirecte d'obtention de l'image. Dans un premier temps, une image latente (virtuelle) qui est enregistrée sur la plaque stimuable avant d'être lue par un laser dans le lecteur et enregistrée sur l'ordinateur. Par ce procédé, nous passons donc d'un signal analogique (l'image de rayonnement) à un signal numérique. (Belvédère, 2018)

- Formation de l'image latente :

L'image latente se forme sur l'écran à scintillateur photo stimuable à mémoire, aussi appelé écran radio luminescent à mémoire (ERLM) ou plaque photo stimuable (Figure 8).

- Lecture de l'image latente :

La cassette est insérée dans le lecteur afin de révéler l'image sous forme de fluorescence, en forçant les cristaux à revenir à leur état de stabilité (Widmer, , 2008).

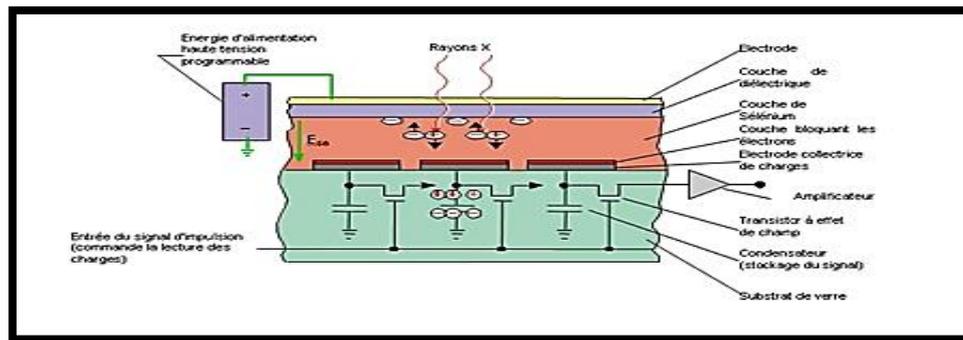


Figure 8 : Système de fonctionnement (ERLM) (Pdf-Prof, 2015)

### 1.2.2 La radiographie numérisée ou système DR

Ce système a été développé au début des années 1990. Il permet d'obtenir une image numérique directement sur l'écran d'ordinateur sans avoir à manipuler de cassette et ne nécessite donc pas de posséder un lecteur. Ce système comporte un générateur de rayons X, un détecteur à numérisation directe et une station informatique avec des moniteurs de visualisation des images ainsi qu'un logiciel de traitement des images. Il est aussi possible d'imprimer les radiographies obtenues à l'aide d'un reprographe. (Dlenseger & Moerschel, 2009)

Les détecteurs à numérisation directe, plus connus sous le nom de capteurs plans, ressemblent aux cassettes utilisées en radiographie conventionnelle mais sont directement reliés à l'ordinateur. (journal & Stearns, 2004)

Il en existe deux types : les capteurs plans à conversion directe et les capteurs plans à conversion indirecte.

Il en existe aussi associés à des caméras CCD, mais ils sont généralement considérés comme appartenant aux capteurs plans à conversion indirecte (Figure9) (Conchou, 2010).

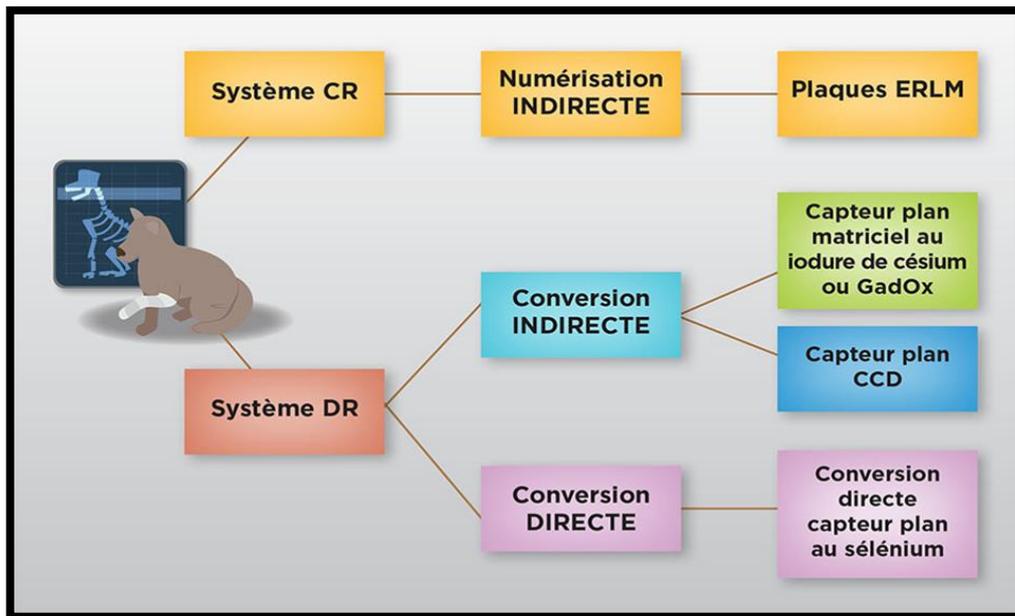


Figure 9 : La différence entre le système CR et le système DR (player, 2021)

### 1.2.3. Avantages et inconvénients de la radiographie numérique

La radiographie numérique, comme toute innovation, apporte un certain nombre d'avantages et d'améliorations dans l'obtention et le travail des images. Associées à cela, de nouvelles contraintes ont aussi fait leur apparition. Ces avantages et inconvénients (Tableau 2) sont à étudier et à prendre en compte par tout praticien avant de s'équiper.

**Tableau 2:** Les avantages inhérents aux deux systèmes de radiographie numériques.  
(Conchou, 2010)

	Système DR	Système CR		
Détecteurs utilisés	Plaques ERLM	Capteurs à conversion directe	à conversion indirecte	Capteurs
Obtention de l'image	Différée, nécessité d'une lecture	Instantanée	Instantanée	
Avantages	Réalisation possible de toutes les incidences réalisables en technologie argentique Meilleure résolution en général (plus de pixels par mm)	Pas de manipulation de cassettes. Rapidité d'obtention des images.		

**Tableau 3 :** Avantages et inconvénients de la radiographie numérique (Baudhuin , et al., 2004)

Avantages	Inconvénients
<p>Meilleure qualité des images.</p> <p>Post-traitements possibles.</p> <p>Annotations et mesures.</p> <p>Rapidité d'obtention des images.</p> <p>Economie financière au long terme.</p> <p>Archivage et stockage plus aisés.</p>	<p>Le coût d'installation.</p> <p>Apparition de nouveaux artéfacts.</p>

## **2. Tomodensitométrie (Scanner)**

Le scanner, quant à lui, a été inventé en 1972. Il s'agit d'une technique plus complexe, le principe étant de résoudre le problème des images 2D. Avec la radiologie conventionnelle, il arrive parfois que les ombres des organes les uns derrière les autres puissent engendrer des erreurs de diagnostic ou un manque de précision. Le scanner résout ce problème en effectuant des prises de vue du corps en coupe : le tube à rayons X balaye l'ensemble de la zone à étudier, quand le détecteur suit le même chemin de l'autre côté du patient. Cela permet de prendre des images du corps en différentes « couches ». Les images sont ensuite transmises sur un ordinateur, qui grâce à des calculs et des algorithmes spécifiques, va assembler les différentes vues pour constituer une image 3D précise. Bien que cet examen produise une exposition aux rayons X, il permet d'étudier des parties complexes du corps, comme le cerveau. (Belvédère, 2018).

### **2.1. Fonctionnement du scanner**

Apparue depuis près de 40 ans, la tomodensitométrie, appelée communément scanner, se pose en alternative aux techniques d'imagerie classiques pour la prise en charge de pathologies nécessitant un diagnostic plus précis. Rapide et facile à mettre œuvre, elle est couramment pratiquée de nos jours.

#### **2.1.1. L'appareil et ses réglages**

Le patient est placé sur une table qui se déplace dans le sens longitudinal à l'intérieur d'un court anneau. Celui-ci contient un tube à rayons X qui génère un faisceau d'une épaisseur de 1 à 10 millimètres et qui va tourner autour du patient. En face du tube sont disposés des milliers de détecteurs qui vont mesurer l'intensité résiduelle du faisceau qui a traversé le corps du patient. L'appareil multiplie les mesures sur un angle de 360 degrés afin d'obtenir des coupes axiales les plus précises possibles. (Ruel, 2004)

Dans l'arceau, un premier détecteur électronique mesure l'intensité de rayons X émis par le tube radiogène avant qu'il ne balaie point par point la tranche du corps à examiner. (Doyon, 2000)

Pour explorer cette coupe, le tube effectue une rotation complète degré par degré. Une partie du rayonnement incident est absorbé par les tissus traversés. Le rayonnement émergent est capté par un détecteur électronique qui tourne de façon synchrone avec le tube. Au cours de la rotation, rayons X incidents et rayons X émergents captés sont comparés et convertis en signaux électriques. (Jacquet, 2009)

L'ordinateur permet de calculer l'absorption du rayonnement en chaque point de la coupe. Le scanner utilise l'absorption des rayons X en relation directe avec la densité des tissus que les rayons ont rencontrés. Les résultats sont alors mis en mémoire. (Keravel & Cnivet, 2011)

Un traitement informatique complexe permet ensuite de faire apparaître sur l'écran l'image reconstituée d'une coupe axiale de 1 à 10 millimètres d'épaisseur. Cette image traduit les variations d'absorption des tissus traversés auxquelles sont associées des variations de nuances (noir, gris, blanc) ou des couleurs conventionnelles. (Devaux, et al., 1996)

### **2.1.2. Éléments de la chaîne scanographique**

La chaîne comprend quatre éléments:

Un système d'acquisition comportant lui-même différentes composantes: une source de rayons X, un générateur, des détecteurs, et un statif. (Jacquet, 2009)

Un système de traitement des données comprenant des systèmes rapides de reconstruction, des filtres de reconstruction, une matrice, ... (Fages, 2007)

Un système de restitution et de visualisation des données grâce à une console et à une méthode de fenêtrage de l'image. (Hathcock, 1993)

Un système d'archivage donc d'enregistrements des données sur différents supports de gestion et stockage. (Le Scanner X, 2010)

### **2.1.3 Indications d'utilisation**

- recherche de fractures occultes (c'est-à-dire non visibles sur les radiographies standards)
- bilan de fracture (extension, trait de fracture intra-articulaire, position des fragments intra-articulaires)
- évaluation de la corticale de l'os, recherche d'érosions osseuses, etc.....

- recherche de calcifications dans les tissus mous (Radiologie, 2009)

### **3. Imagerie par résonance magnétique (IRM)**

L'IRM est elle aussi une révolution dans l'imagerie médicale. Inventée en 1952, elle utilise la résonance magnétique nucléaire. Elle permet d'obtenir des images particulièrement nettes des tissus mous du corps. Selon l'examen, le technicien peut avoir recours à une injection de produit de contraste, qui va donner une image encore plus nette. (IRBMS, 2021)

L'IRM montre d'une part, l'œdème de la spongieuse sous forme d'un hypersignal en T2 et le trait de fracture lui-même visible sous forme d'une bande en hyposignal au sein de cet hypersignal. L'IRM au tout début peut ne montrer que l'œdème de la spongieuse sans identifier le trait de fracture lui-même. (IRBMS, 2021)

## **Partie expérimentale**

### **Introduction**

Les fractures diaphysaires comminutives sont très fréquentes en traumatologie vétérinaire canine et féline. Ainsi, le fémur est affecté dans 39 à 45% des cas de fractures des os longs et le tibia dans 15 à 26%. (Unger, 1990).

25 à 35% des fractures fémorales et 23% des fractures tibiales sont comminutives. Elles sont souvent causées par des accidents de la voie publique. (Harasen, 2003).

Ce travail consiste à étudier 50 cas de fractures chez les carnivores (16 chiens et 34 chats) présentés dans un cabinet vétérinaire, situé au niveau de la région de la capitale (kouba) (Algérie), durant la période du mois d'Octobre 2020 au mois du Juin 2021.

Cette étude s'est basée particulièrement sur l'interprétation des clichés radiographiques (examen complémentaire de référence) effectués après un examen général des différents animaux présentés en consultation.

### **1. Matériel et méthode :**

#### **1.1. Données générales :**

Un nombre de 50 sujets (chiens et chats) de différent âge ont été admis à la clinique vétérinaire pour consultation, suite à des causes traumatiques (accidents de voiture, chute...).

Ces animaux ont subi dans un premier temps, un examen général et spécial, après orientés un examen complémentaire basé sur l'imagerie médicale (radiologie) après avoir diagnostiqué des fractures appendiculaires dans un deuxième temps et enfin dans une étape troisième étapes ; le traitement.

Le nombre total (N= 50) de fractures appendiculaires et leur prévalence pour chaque os long ont été recherchées, tant chez le chien que chez le chat.

Les examens généraux et orthopédiques permettent d'orienter le diagnostic vers une fracture. Après un examen minutieux ; plusieurs signes ont été observés :

Une boiterie marquée, une enflure importante, une instabilité, des crépitements et une douleur marquée lors de la palpation.

## 1.2. Critère et données récoltés :

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés par deux critères importants à savoir :

- **L'espèce** : deux espèces animales ont été présentés à la clinique (chats et des chiens).
- **Les différents types de fractures** : cette partie est basée sur la localisation et type de fracture, diagnostiqué par la radiographie.

Remarque : notre étude s'est basée surtout sur l'interprétation des différents clichés réalisés sur les animaux (La radiographie consiste en la méthode de choix pour diagnostiquer ce type de lésion). Ainsi que les méthodes de traitement utilisées dans les cas des fractures appendiculaires.

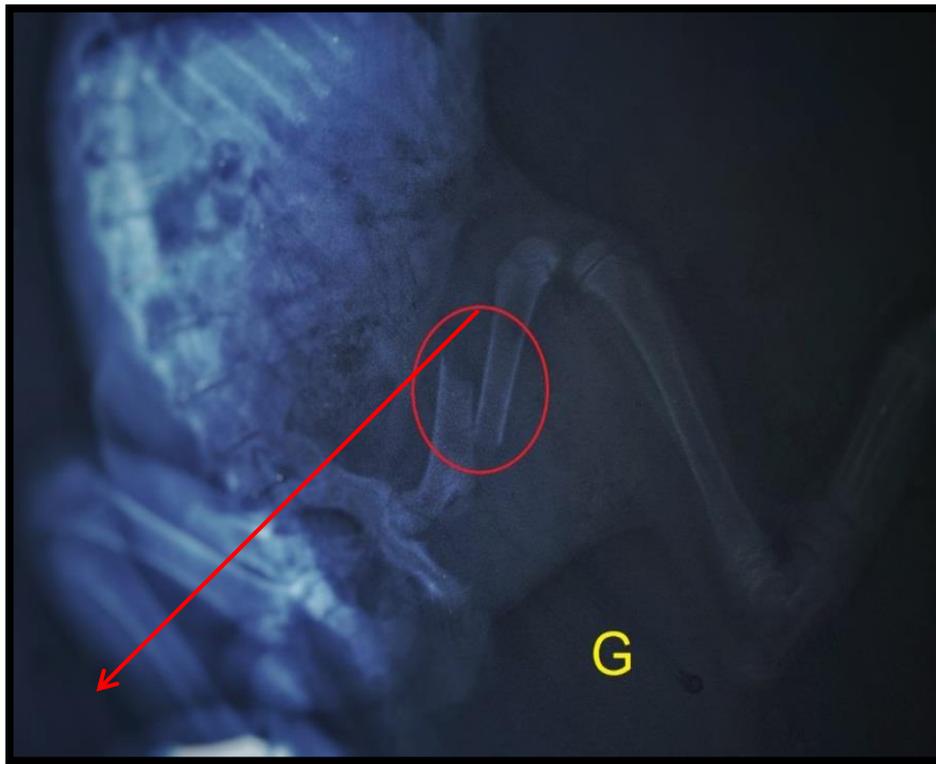
Plus au nombre et catégorie d'animaux utilisés pour l'étude, plusieurs types de matériels et techniques ont été utilisés pour interpréter les clichés et effectués les différents traitements : (Réduction ouverte, Réduction fermée, fixation externe).

## 1.3. Interprétation des clichés radiographies :

Pour bien lire et localiser la lésion au niveau d'un cliché, plusieurs éléments doivent être respectés à savoir :

- Vérification de l'identité.
- Age et antécédents du patient
- Techniques de réalisation du cliché.

Pour illustrer l'étude nous allons détailler un cas d'un chat qui s'est présenté au cabinet pour une fracture (Figure10).



**Figure 10 : cliché radiographique ventro-dorsale vue de face : fracture au niveau de la diaphyse fémorale.**

Une discontinuité au niveau de la partie moyenne de la diaphyse du fémur gauche sur le cliché obtenu, nous permet de poser un diagnostic de fracture oblique du fémur gauche avec déplacement.

## **2. Démarche thérapeutique**

Pour bien réaliser et réussir les différentes étapes de l'intervention chirurgicale, certaines conditions doivent se respecter : La préparation du matériel, la préparation du patient, et enfin la préparation du chirurgien.

### **2.1. Préparation du matériel utilisé :**

Table chirurgical, gants chirurgicaux ,calot et blouse chirurgical, Champ opératoire, Lame bistouri, Porte lame bistouri Wintex, Cathéter, Solution saline isotonique (NaCl) pour la perfusion, Broche , Pince coupe broche, ciseau mouse droit , ciseaux pointu courbe , Pincés Bckhaus (à champs), Pince dissection Semkin, Porte aiguille Masson, Marteau à crochet

Pinces hémostatiques droites, Aiguille, compresses, coton, Bétadine(dilué), Alcool chirurgical, anesthésiants et antiseptiques (Figure11).

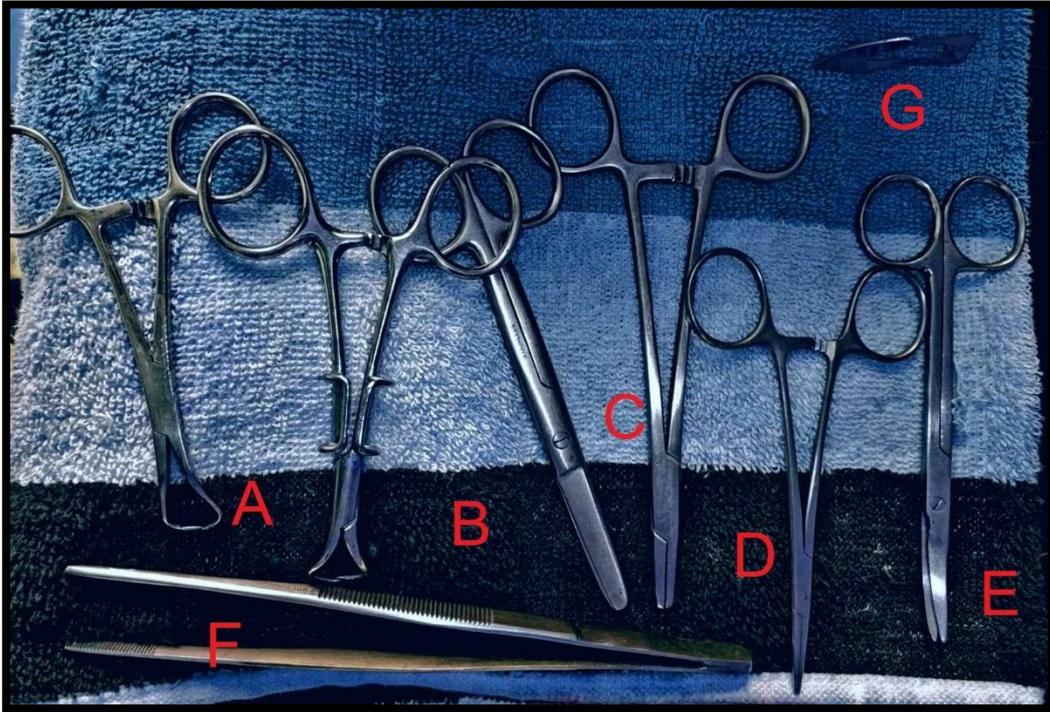


Figure 11 : Outils chirurgicales utilisés pour l'embrochage intra médullaire réalisé : A : pince à champs Bckhaus / B : ciseau mouse droit /C : pince /D: Pince hémostatiques droites / E : ciseaux pointu courbe/F Pince dissection Semkin : /G : Lame bistouri

## 2.2. L'intervention chirurgicale :

Cette étape est réalisée en trois temps :

### 2.2.1. Préopératoire :

- Le jour de l'opération, l'animal doit être à jeun environ 12 heures avant l'intervention.
- Administration d'un pré-anesthésique, adapté selon le poids et l'état de l'animal. Administration par voie intramusculaire d'Acépromazine à raison de 0,01 à 0,05 mg/kg.
- Pose d'un cathéter veineux pour administrer l'anesthésie générale, et pour la perfusion de solutés ou de médicaments intraveineux durant l'intervention (Administration intraveineuse 5 à 8 mg de Kétamine par kg, soit 0,5 à 0,8 mL de solution pour 10 kg de poids corporel).
- La tonte de la zone opératoire.
- L'assistant vétérinaire prépare le bloc opératoire parallèlement, avec le matériel nécessaire stérilisé.

- L'animal passe ensuite au bloc opératoire, Il sera installé en décubitus latéral gauche.
- La zone opératoire est nettoyée et désinfectée d'une manière scrupuleuse, (solution moussante désinfectante, Alcool, Eau oxygénée et Bétadine.....).
- Le chirurgien vétérinaire s'habille d'une combinaison stérile, de gants stériles, d'une charlotte pour éviter que des cheveux tombent sur la zone opératoire et enfin d'un masque chirurgical.
- Une fois habillé, le chirurgien met en place le champ opératoire afin de délimiter la zone stérile. Il est donc important à ce moment qu'il ne touche aucune partie de l'animal qui n'a pas été nettoyée.

### **2.2.2. Opératoire :**

Cette phase est bien sur dépend du cas présenté (Chaque ostéosynthèse est différente d'une autre est cela dépend de la gravité du cas).

Selon le cas précédant l'animal est placé en décubitus latéral droit, puis une l'incision est réalisée au milieu de la diaphyse du fémur, (Figures 12,13,14,15,16,17,18).



**Figure 12 : Emplacement de l'incision latérale en vue de la réduction ouverte de la fracture du milieu de la diaphyse du fémur.**

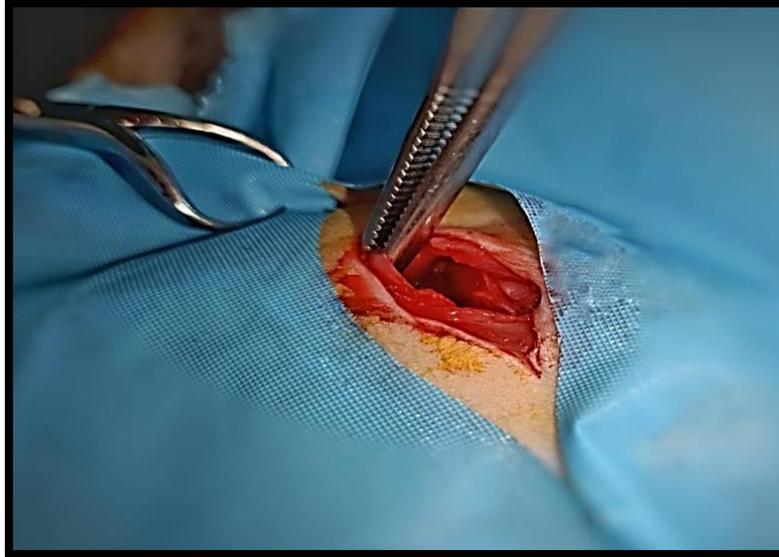


Figure 13 : La peau est incisée depuis le niveau du trochanter jusqu'à celui du grasset puis la fascia Lata été incisé le long du bord antérieur du biceps fémoral.

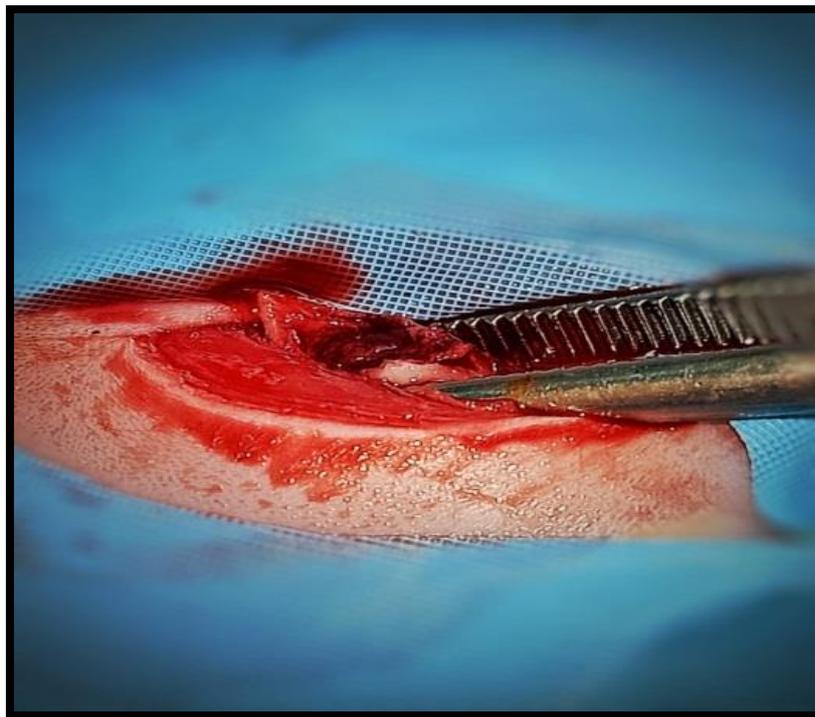


Figure 14 : La diaphyse du fémur est mise à nu en réclinant le muscle vaste externe vers l'avant.

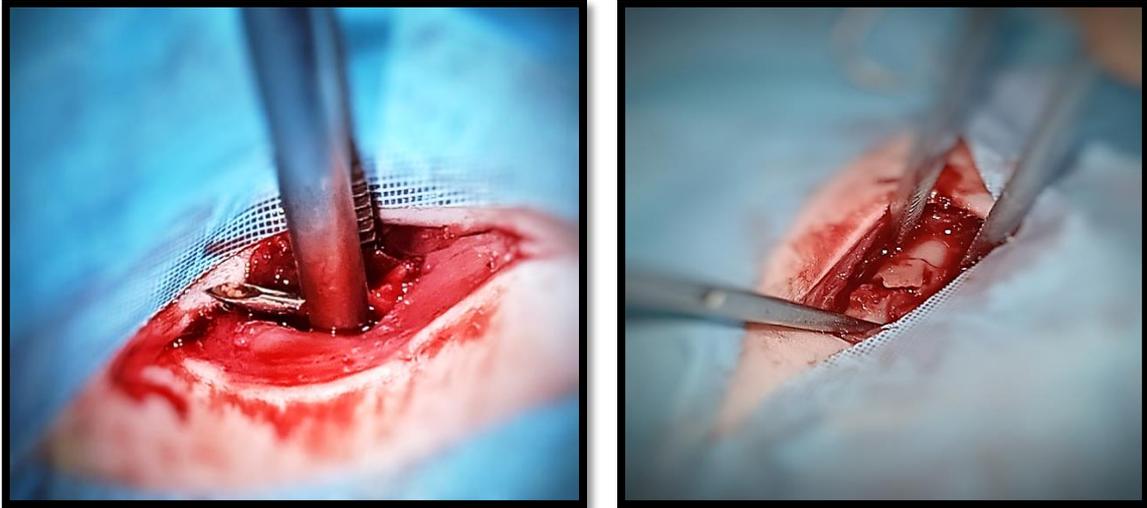


Figure 15 : Réduction ouverte et fixation au moyen d'une unique broche en 'V' de Kuntzschner, centro-médullaire qui avant que sa pointe soit émoussée, a été introduite en sens rétrograde dans le canal médullaire.



Figure 16 : Réalisation d'un surjet simple continu sur paroi musculaire plan verticale, pour fermer la plaie avec du fil résorbable et des points simples séparés verticale, sur le plan cutané avec du fil non résorbable

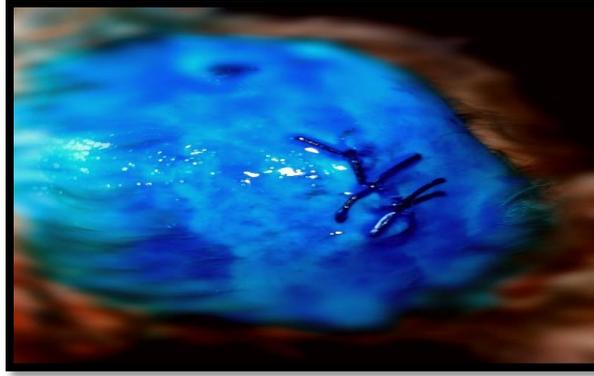


Figure 17 : Après avoir nettoyé et désinfecté la plaie, on utilise un aérosol antibiotique coloré à usage local à base d'Oxytétracycline.



**Figure 18 : Recouvrir les plaies avec un pansement stérile avant de poser le bandage.**

Enrouler le pansement autour du membre, une bande adhésive (bande de sparadrap) est ensuite posée de bas en haut, en dépassant d'au moins 1 à 2 cm de part et d'autre de la bande crêpe.

Il est très important de ne pas serrer le pansement, sous peine qu'il fasse un effet de garrot : lorsque l'on met les bandes autour du membre, elles sont simplement posées mais pas tendues, (éviter les phénomènes de garrot).

Mettre une collerette pour éviter les contacts avec la plaie.

### 2.2.3. Postopératoire :

Après son réveil, l'animal sera hospitalisé dans sa cage au calme. Pour récupérer au plus vite de son anesthésie, il est perfusé jusqu'à son départ à la maison.

La surveillance se poursuit tout au long de l'hospitalisation : les contrôles cliniques de ses paramètres vitaux, la prise en charge de la douleur et soins post-opératoires sont effectués.

Réalisation d'une antibiothérapie (5,3 à 10,6 mg de Benzylpénicilline et 6,7 à 13,1 mg de Dihydrostreptomycine par kg de poids corporel par voie intramusculaire ou sous cutanée, une à deux fois à 72 heures d'intervalle, correspondant à 1 à 2 mL de suspension pour 25 kg de poids corporel en une administration unique à renouveler si nécessaire 72 heures plus tard).

### 3. Résultats :

Les résultats de notre étude sont exprimés de plusieurs manières :

Les variables quantitatives (comme le nombre d'animaux), ont été utilisées afin de calculer le pourcentage des cas par espèce (analyse descriptive). Les variables qualitatives (nombre et type de fractures ouvertes et fermées), étaient utilisées afin de calculer un pourcentage associé à un effectif.

Une analyse de la variance a été réalisée pour montrer l'effet de l'espèce (chien et chat) et le type de fracture (seuil de signification est de 0.05).

- Les résultats de l'interprétation des différents clichés chez le chat et le chien :

Analyse descriptive des fractures diagnostiquées après un examen complémentaires réalisée par radio pour tous les animaux (chats et chiens), (Tableau 04).

**Tableau 3 : Fréquences des fractures chez les chats et les chiens (N= 50)**

Type f	% CN	% CT
fémur	25	47,1
tibia	31,2	5,9
humérus	18,7	11,8
Radius/ulna	18,7	11,8
Bassin	0	5,9
Métatarse	0	2,9
Fractures C	6,2	14,7

D'après nos résultats (tableau 04) nous avons constaté que le type de fracture le plus observé est au niveau du fémur chez le chat (47.1 %) et le tibia chez le chien (31.25 %), suivi par l'humérus et le radius ulna respectivement (18.75 %) et (11.8 %). Tandis qu'aucun cas des

fractures du bassin et métatarse n'a été signalé chez le chien, contrairement au chat ou nous avons observé des taux plus de 2 pourcent. Enfin concernant les fractures complexes, un taux est largement supérieur observé chez le chat par rapport au chien a été noté (14.7 vs 6.25 %).

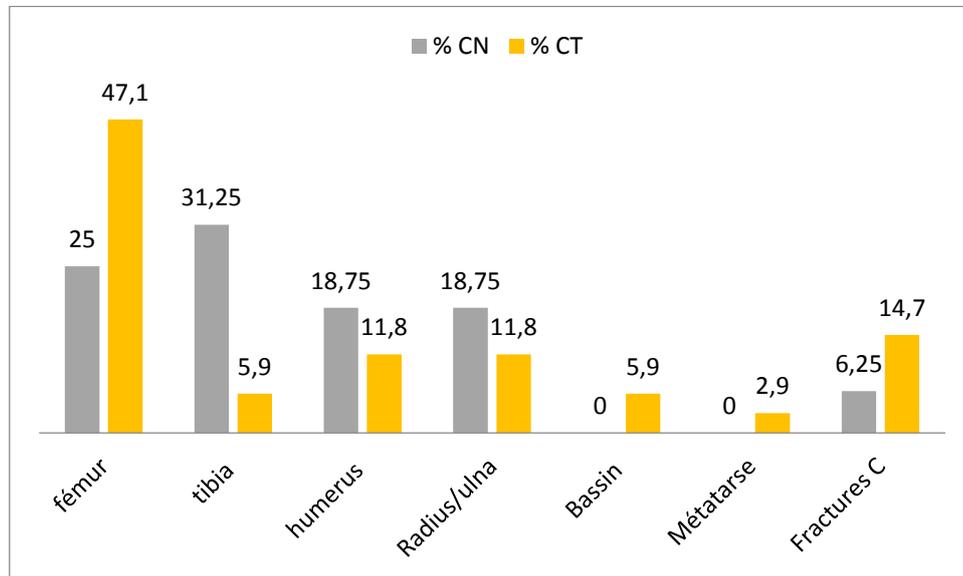


Figure 19 : Graphique représentant le pourcentage des types de fractures par espèce

Une analyse de la variance a été réalisée entre le type de fracture et l'espèce, nous a montré les résultats suivants (tableau 05).

Tableau 4 : Analyse de la variance entre le type de fracture et l'espèce

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	3,500	2,507	1,396	0,205	-2,428	9,428
Espèce-Bassin	-2,500	3,546	-0,705	0,504	-10,884	5,884
Espèce-Fractures complexes	-0,500	3,546	-0,141	0,892	-8,884	7,884
Espèce-Fémur	6,500	3,546	1,833	0,109	-1,884	14,884
Espèce-Humérus	0,000	3,546	0,000	1,000	-8,384	8,384
Espèce-Métatarse	-3,000	3,546	-0,846	0,425	-11,384	5,384
Espèce-Radius-Ulna	0,000	3,546	0,000	1,000	-8,384	8,384
Espèce-Tibia	0,000	0,000				

L'analyse de la variance réalisée nous a permis de constater aucun effet significatif est observé dans notre étude entre l'espèce (chien et chat) et le type de fracture. Seulement un Leger indice a été observé entre l'espèce et les fracture du fémur ( $p > 0.1$ ) (tableau 02).

Les paramètres du modèle nous montrent que les intervalles de confiance de toutes les fractures avec l'espèce contiennent des valeurs de 0. Ce qui explique que l'espèce n'a pas d'effet significatif sur le type de fracture.

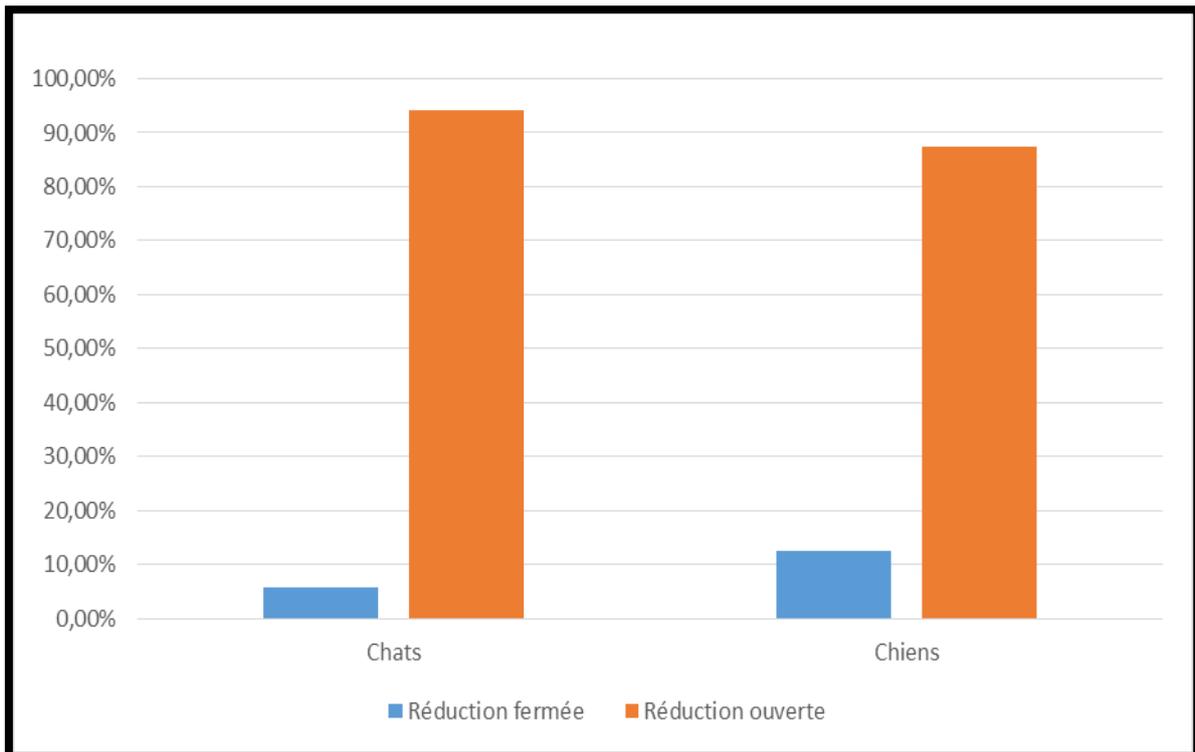


Figure 20 : Graphique représentant le pourcentage des chats et des chiens ayant subi une réduction ouverte et une réduction fermée.

#### 4. Discussion :

Les fractures sont l'une des urgences traumatologiques les plus fréquentes en médecine vétérinaire, particulièrement chez les petits animaux de compagnie (chiens et chats) (Unger, 1990).

Notre étude descriptive des cas de fractures chez les carnivores, nous a permis de rapporter les fréquences et l'importance de cette pathologie en médecine vétérinaire, la radiologie représente l'examen complémentaire de référence.

Nos résultats en premier lieu, nous ont montré des fréquences variables des fractures selon l'espèce et la localisation anatomique.

Nos résultats démontraient que la majorité des fractures touchent les os longs chez le chat et le chien. Pour ce qui est du chat nous observons que ces dernières concernent le Fémur à hauteur de 47.1% et Tibia à hauteur de 5.9%.

Pour les chiens les fractures concernent surtout le fémur à hauteur de 25% et le tibia 31.2%

Nos résultats sont en adéquation avec ceux de (Unger, 1990)

Les os longs sont les plus exposés aux fractures selon les résultats obtenus au cours de notre étude ce qui correspond à ce qui a été rapporté dans la littérature par (Harasen, 2003) et (Unger, 1990).

Sur le plan structural, les os longs (humérus), de l'avant-bras (radius), de la cuisse (fémur) et de la jambe (tibia) ressemblent à de longs cylindres creux, à paroi épaisse, qui agissent tels des leviers ou des colonnes d'appui. (d'Orthopédie., 2020)

Tandis qu'aucun cas des fractures du bassin et du métatarse n'a été signalé chez le chien, contrairement au chat ou nous avons observé des taux de plus de 2%.

Concernant les fractures complexes qui sont peu fréquentes et surviennent suite à des traumatismes très violents dans différentes localisations, nous avons observé que leurs taux chez le chat est largement supérieur par rapport à celui observé chez le chien (14.7 vs 6.25 %). L'analyse de la variance réalisée nous a permis de constater aucun effet significatif est observé dans notre étude entre l'espèce (chien et chat) et le type de fracture. Seulement un Leger indice a été observé entre l'espèce et les fracture du fémur ( $p > 0.1$ ).

Les paramètres du modèle nous montrent que les intervalles de confiance de toutes les fractures avec l'espèce contiennent des valeurs nulles. Ce qui explique que l'espèce n'a pas d'effet significatif sur le type de fracture mais c'est plutôt la nature du traumatisme (facteurs extrinsèques), sa gravité et sa localisation qui détermine le type de cette dernière.

Pour ce qui est du traitement deux méthodes ont été utilisées pour les deux espèces ; réduction ouverte (chats 94.11% et 87.5% pour les chiens), et la réduction fermée (chats : 5.88% et chiens 5.88%).

Les techniques de réductions (ouverte et fermée) utilisées par le vétérinaire correspondent aux recommandations de (Stader , 1939).

Souvent les fractures transversales de la partie moyenne du fémur sont corrigés et immobilisés avec les broches intramédullaires du type kirschner, comme il a été recommandé par (Vincent, 1952).

La lecture des clichés radiologiques a été réalisée en prenant en compte les recommandations des auteurs, que ça soit le fait de prendre en compte l'anatomie, le bon paramétrage de l'appareil de radiologie et le respect des mesures de sécurité pour obtenir le meilleur cliché possible.

Toutes les interventions ont été réalisées avec le respect des règles d'asepsie citées par : (Stader, 1939 ; Walter et Arlein, 1943 ; Riser, 1957 ; Walter, 1948 ; Leonard, 1968).

## **Conclusion et recommandations :**

Les fractures sont des traumatismes à haute énergie qui affectent souvent les carnivores domestiques, en raison de leurs fréquences, de leurs complexités. Leur gestion doit se faire selon un protocole bien défini.

La radiographie joue un rôle très important dans le diagnostic des fractures, sa maîtrise est un prérequis indispensable.

Chaque praticien doit connaître les paramètres de son appareil, ses réglages et son fonctionnement.

La dangerosité des rayons X implique que les employés soient efficacement protégés contre une exposition excessive à ce rayonnement pendant qu'ils travaillent.

La prévention doit être orientée vers la meilleure maîtrise possible des niveaux d'expositions par la mise en œuvre de la radioprotection qui est l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants sur les personnes et l'environnement.

Malgré la diversité de leurs formes, les os partagent les mêmes caractéristiques anatomiques internes. Cependant les os longs sont souvent les plus disposés aux fractures chez les petits animaux de compagnie ; cela est dû au plan structural car les derniers ressemblent à de longs cylindres creux, à paroi épaisse, qui agissent tels des leviers ou des colonnes d'appui.

Le choix du traitement idéal reste difficile pour le chirurgien puisqu'il se doit d'obtenir une restauration osseuse et articulaire anatomique. Cependant le système de gradation des fractures à un réel intérêt pronostique.

La chirurgie peut être nécessaire dans les fractures déplacées : selon les cas, une réparation de la fracture (ostéosynthèse) par clou, plaque, vis sera effectuée.

En cas de fracture non ou peu déplacée, le traitement sera orthopédique

Pour prévenir les fractures il faut adapter une bonne hygiène de vie avec une alimentation équilibrée, une activité physique régulière mais non intense, supplémentation calcique si besoin.

L'imagerie médicale reste au cœur du diagnostic, les vétérinaires doivent se tourner vers cette dernière afin d'établir le diagnostic le plus précis pour pouvoir choisir le meilleur traitement possible de plus nous avons remarqué pour ce qui des fractures des chiens sont due principalement à un défaut de dressage en effet les propriétaires ont rapporté que c'était parce que leurs chiens ne les écouter pas que les accidents se produisent donc les vétérinaires

doivent sensibiliser les propriétaires et leurs donner des conseils en terme d'éducation ou leurs recommander un éducateur canin.

Instaurer la sécurité routière pour diminuer les risques d'accidents.

## Références bibliographiques :

Dillenserger, J. & Moerschel, E., 2009. Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie, ed. MASSON, Issy les Moulineaux, 2009 : 416 p. s.l.:s.n.

A.M.A.R, 2019. A.M.A.R. [En ligne]

Available at: <http://amar-constantine.e-monsite.com/pages/cours-pour-autres-specialites/anatomie-physiologie/osteologie.html>

[Accès le 21 08 2021].

Anderson, R., 1936. The Anderson splint. Surg. Gynec Obstet.,62 : 865, 1936. s.l.:s.n.

Armistead, W., 1957. Aseptic veterinary surgery : Fact and fancy. Vet. Med., 52 : 79, 1957.. s.l.:s.n.

Baudhuin, P., Nuzzo, V. & Zimmermann, N., 2004. Radiologie numérique, J Radiol, 2004 ; 85 : 1037-1045.. s.l.:s.n.

Baudhuin, P., Nuzzo, V. & Zimmermann, N., 2010. Portail de la radiologie. [En ligne]

Available at: [http://www.sfrnet.org/sfr/professionnels/2-infos-professionnelles/10-rsna/2003/aspect-](http://www.sfrnet.org/sfr/professionnels/2-infos-professionnelles/10-rsna/2003/aspect-technologique/article.phtml?id=rc%2Forg%2Fsfrnet%2Fhtm%2FArticle%2F2004%2Fmie-20040223-000000-07586)

[technologique/article.phtml?id=rc%2Forg%2Fsfrnet%2Fhtm%2FArticle%2F2004%2Fmie-20040223-000000-07586](http://www.sfrnet.org/sfr/professionnels/2-infos-professionnelles/10-rsna/2003/aspect-technologique/article.phtml?id=rc%2Forg%2Fsfrnet%2Fhtm%2FArticle%2F2004%2Fmie-20040223-000000-07586)

[Accès le 21 05 2021].

Begon, D. & Ruel, Y., 1999. Technique radiographique, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Unité fonctionnelle de Radiologie, 1999 : 34 p.. s.l.:s.n.

Belvédère, C. d. M. L., 2018. Centre d'Imagerie Médicale Le Belvédère. [En ligne]

Available at: <https://radiologie-echographie-paris19.fr/fonctionnement-radiographie/>

[Accès le 19 09 2021].

Coleman, D., 1956. Bone transplant of fémur in dog J.A.V.M.A. , 129: 143, 1956. s.l.:s.n.

Conchou, F., 2010. Radiographie numérique, Dossiers techniques Centravet, 2010 : 17 p. s.l.:s.n.

CultureSciences-Chimie, 2007. Imagerie médicale. CultureSciences-Chimie.

d'Orthopédie., L. F. C., 2020. La Fondation Canadienne d'Orthopédie.. [En ligne]

Available at: <https://whenithurtstomove.org/fr/about-orthopaedics/conditions-and-ailments/long-bone-fractures/>

[Accès le 24 09 2021].

Devaux, T., Druesne, J. & Langevin, F., 1996. Choix d'une radiologie conventionnelle Numérisée RBM-News, 1996, 18, 32–35.. s.l.:s.n.

Dillenseger, J. & Moerschel, E., 2009. Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie, ed. MASSON, Issy les Moulineaux, 2009 : 416 p.. s.l.:s.n.

Dlenseger , J.-P. & Moerschel, E., 2009. Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie, ed. MASSON, Issy les Moulineaux, 2009 : 416 p.. s.l.:s.n.

Docteurcllic, 2021. Docteurcllic. [En ligne]

Available at: <https://www.docteurcllic.com/maladie/fracture-generalites.aspx>

[Accès le 22 09 2021].

Docteurcllic, 2021. Docteurcllic. [En ligne]

Available at: <https://www.docteurcllic.com/encyclopedie/os.aspx#p2>

[Accès le 22 09 2021].

Doyon, D., 2000. Scanner à rayons X: tomodensitométrie. 402 pages, Masson, 2000.. s.l.:s.n.

Fages, C., 2007. Examen tomodensitométrique du coude chez le chien: étude de 164 cas.

186Pages, 2007 13. - FANUEL, B., D. BARRET, J.C. LENIHOUANNEN: Scanner: réalités et perspectives. In: pratmé Chir Anim Comp. 1987, 237-246.. s.l.:s.n.

Harasen, G., 2003. Common long bone fracture in small animal practice -- Part 2, Can. Vet. J. 44-- Part 1, Can. Vet. J.44 -2003 / 333-334. s.l.:s.n.

Hathcock, J., 1993. STICKLE R.L.: Principles and concepts of computed tomography. Vet.Clin. North Am. Small Anim. Pract., 1993, 23, 399-415.. s.l.:s.n.

IRBMS, 2021. IRBMS. [En ligne]

Available at: <https://www.irbms.com/quels-examens-pour-les-blessures-courantes/>

[Accès le 21 09 2021].

Jacquet, F., 2009. Le scanner est plus polyvalent et moins onéreux que la résonance Magnétique. Sem. Vétérinaire, 2009, 22. s.l.:s.n.

journal, T. N. & Stearns, E., 2004. Computed radiography in perspective, The NAVTA Journal, summer 2004. The NAVTA journal.

Keravel , O. & Cnivet, S., 2011. Guide pratique du scanner en médecine et chirurgie vétérinaire canine et féline. ED. Med'com,Paris,2011. s.l.:s.n.

Keravel, O., 2007. CT scan for brain and spine imaging in dogs and cats. Bull Acad Vét Fr.,2007,. s.l.:s.n.

kinesitherapie24, 2020. kinesitherapie24. [En ligne]

Available at: <https://www.kinesitherapie24.com/reduction-traitement-de-la-fracture-du-radius/3/>

[Accès le 22 09 2021].

Lambotte, A., 1950. Evaluation of fracture.Brit. Med.J.,2 : 1530,1950. s.l.:s.n.

Laney, A., Petsonk, E., Wolfe, A. & Attfield, M., 2010. Comparaison of storage phosphor computed radiography with conventionel film-screen radiography in the pneumoconiosis Eur Respir J2010; 36:122-7. s.l.:s.n.

Lauder, J., s.d. Fracture repair by bone pinning. Brit. Vet. REC., 61. 866, 1949. s.l.:s.n.

- Le Scanner X, 2010. Scanner X. [En ligne]  
Available at: [http://perkins.free.fr/la\\_chaine\\_de\\_scanographie\\_050.htm](http://perkins.free.fr/la_chaine_de_scanographie_050.htm)  
[Accès le 11 05 2021].
- Leonard, E., 1968. Fundamentals of Small Animal Surgery. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1968. s.l.:s.n.
- Lisona, A., 2002. Le scanner, principes, technologies, applications. 2002. s.l.:s.n.
- Ohlerth, S. & Scharf, G., 1997. Computed tomography in small animals--basic principles and state of the art applications. Vet. J. Lond. Engl. 1997, 2007, 173, 254-271. s.l.:s.n.
- Pdf-Prof, 2015. Pdf-Prof. [En ligne]  
Available at: [https://www.pdfprof.com/PDF\\_Image.php?id=7597&t=5](https://www.pdfprof.com/PDF_Image.php?id=7597&t=5)  
[Accès le 2 09 2021].
- PhysioAtlas, 2021. PhysioAtlas. [En ligne]  
Available at: <https://www.physioatlas.com/fracture-definition-processus-de-guerison-et-prise-en-charge/>  
[Accès le 21 09 2021].
- player, S., 2021. Slide-Player. [En ligne]  
Available at: <https://slideplayer.fr/slide/16326304/>  
[Accès le 20 09 2021].
- Radiologie, S. F. d., 2009. Guide pratique à l'usage des médecins radiologues - Publié par la Société Française de Radiologie - 20, avenue Rapp - 75007 Paris (France) - juin 2009.. [En ligne].
- Riser , A., 1957. Canine Surgery. dth ed. Evanston, Ill, American Veterinary Publications, 1957.. s.l.:s.n.
- Ruel, Y., 2004. ntérêts du scanner et de l'IRM. Point Vétérinaire, 2004. s.l.:s.n.
- Sen, A. et al., 2010. Comparing film ans digital radiographs for reability of pneumoconiosis classifications A modeling approach. Acad Radiol 2010; 17:511-9. s.l.:s.n.
- Stader , O., 1939. Treating fractures of long bone, part 2 .N. Am. Vet 20 :54, 1939. s.l.:s.n.
- Stader, O., 1939. Treating fractures of long bone, part 3 .N. Am. Vet 20 :62, 1939. s.l.:s.n.
- Tran-dac , E., 2010. Atlas tomodensitométrique avec injection de produit de contraste du grasset du chien : application à la rupture du ligament croisé crânial et comparaison aux autres techniques d'imagerie. 2010,. s.l.:s.n.
- Unger, M., 1990. Montavon P.M. and Heim U.F.A., Classification of Fractures of Long Bones in the Dog and Cat: Introduction and Clinical Application., Vet Comp Orthop Traumatol. (1990) 5–14. s.l.:s.n.
- Vet-Orthopédie, 2015. Vet-Orthopedie. [En ligne]  
Available at: <https://www.vet-orthopedie.com/a-propos-dune-fracture-medio-diaphysaire->

tibiale-chez-un-tervuren-de-4-mois/

[Accès le 22 09 2021].

Vincent, Z., 1952. The repair of tibial fractures by intramedullary pinning 64/ 1952. s.l.:s.n.

Walter , C. & Arlein, M., 1943. Aseptic technique in veterinary surgery. J.A.V.M.A., 102 : 4, 1943. s.l.:s.n.

Walter, C., 1948. The Aseptic Treatment of Wounds. New York, The Macmillan Co., 1948.. s.l.:s.n.

Widmer, , W., 2008. Acquisition hardware for digital imaging, Vet. Radiol., 2008 ; 49, N°1, supplement 1 : 2-8.. s.l.:s.n.

