

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية
Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1
University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Radio-anatomie thoracique chez le chat

Présenté par

BOUDEBBOUZ Nedjoua

Présenté devant le jury :

Président :	MOKRANI D.	MCA	ISV/Blida 1
Examineur :	FERROUK M.	MCA	ISV/Blida 1
Promoteur :	HARKAT S.	MCA	ISV/Blida 1

Année universitaire 2022/2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية
Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1
University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Radio-anatomie thoracique chez le chat

Présenté par

BOUDEBBOUZ Nedjoua

Présenté devant le jury :

Président :	MOKRANI D.	MCA	ISV/Blida 1
Examineur :	FERROUK M.	MCA	ISV/Blida 1
Promoteur :	HARKAT S.	MCA	ISV/Blida 1

Année universitaire 2022/2023

REMERCIEMENTS

J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à ALLAH notre DIEU tout puissant, de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

D'abord je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur Dr HARKAT S de m'avoir orienté, aidé, conseillé et de son œil critique qui été très précieux pour la structure de ce travail et pour améliorer la qualité des différentes parties qui constituent mon mémoire.

Je remercie ainsi les membres du jury composés par le président Dr MOKRANI D et l'examineur Dr FERROUK M qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'analyser et d'évaluer mon travail.

J'exprime mes profonds remerciements au docteurs vétérinaires du parc zoologique du « Jardin d'essai » pour leur accueil et le partage de leur expertise au quotidien et pour leur patience et leur confiance qu'il mon accordé tout au long de mon stage pratique. Je tiens également à remercier Docteur HAFIZ N pour son accueille et son aide.

Mes remerciements s'étendent aussi à l'ensemble des enseignants qui ont été à ma disposition et qui, par leur compétences, m'ont soutenu durant mon cursus universitaire et qui ont aussi contribué à ce couronnement.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude à toute ma famille, commençant par mes chers parents, pour leur soutien et prières que sans eux, je ne serai pas là ou je suis. Aussi je remercie infiniment mes frères pour leur soutien et encouragements durant tout mon parcours. Merci également a tous mes collègues et mes chers amis.

Résumé

La radiologie est un examen complémentaire couramment utilisé pour mener au investigations de diagnostic. Il existe deux types de films radiographiques, analogique et numérique (DR ou CR). Pour fournir une bonne qualité radiographique, une bonne contention de l'animal est nécessaire pour deux vues orthogonales minimum, aussi l'appréciation de la densité, le contraste, la netteté et la grille anti diffusante. Cependant la radioprotection est indispensable. Il est donc important de maîtriser les bases techniques et la radio-anatomie du thorax ainsi que les variations par rapport à l'espèce et la race.

Une étude de 30 clichés de chats et chiens sains a été réalisée pour déterminer des paramètres radiographiques de signalement, de position et de taille du cœur et de la trachée du chat et l'influence des facteurs: âge, race, poids et espèce sur ces paramètres. Cette étude a permis de constater que la Lrg-Tr est 3 fois la Lrg 3 côte chez les chiens, chez les chats le rapport est 2,6 . Le cœur d'un chat occupe maximum 2,5 EIC et chez le chien 3,5 EIC. Le VHS obtenu est de $9,5 \pm 0,33$ chez le chien et $7,54 \pm 0,13$ chez le chat. L'ET, Lrg-Tr et Lrg-3 côte d'un chien constitue le double de celle d'un chat. Il a été prouvé par cette étude que le sexe, l'âge et le poids n'ont pas d'effet sur les paramètres de taille chez les chats.

Mots clés : *Radiologie, films radiographiques, radio-anatomie, chat, chien.*

ملخص

الأشعة هو فحص تكميلي يستخدم عادة لإجراء الفحوصات التشخيصية. هناك نوعان من أفلام الأشعة السينية ، التناظرية والرقمية. لتوفير جودة تصوير شعاعي جيدة، من الضروري ضبط جيداً الحيوان من أجل عرضين متعامدين على الأقل، وكذلك تقدير الكثافة والتباين والحدة وشبكة مقاومة التشتت. ومع ذلك، فإن الحماية من الإشعاع ضرورية. لذلك من المهم إتقان القواعد الفنية والتشريح الإشعاعي للمصدر وكذلك الاختلافات المتعلقة بالنوع والسلالة.

ثم إجراء دراسة على 30 لقطة لقطط وكلاب صحية لتحديد المعلمات الإشعاعية للإشارة وموضع وحجم قلب القط والقصبه الهوائية ودراسة تأثير العوامل: العمر والسلالة والوزن والأنواع على هذه المعايير. وجدت هذه الدراسة أن عرض القصبه الهوائية هو 3 أضعاف تصنيف عرض العضل الثالث في الكلاب، أما في القطط تبلغ النسبة 2,6. يشغل قلب القطعة 2,5 مسافة بين العضل كحد أقصى وفي الكلب 3,5. نسبة المجموع العضلي للقلب التي تم الحصول عليها هي $0,33 \pm 9,5$ في الكلاب و $0,13 \pm 7,54$ في القطط. إن عرض بداية الصدر و عرض القصبه الهوائية للكلب هو ضعف النسبة لدى القطط. ثبت من خلال هذه الدراسة أن الجنس والعمر والوزن ليس لها تأثير على معايير حجم القصبه الهوائية و القلب في القطط.

الكلمات المفتاحية : الأشعة، أفلام الأشعة السينية، الإشعاع السيني الرقمي، القط، الكلب.

SUMMARY

Radiology is a complementary examination commonly used to carry out diagnostic investigations. There are two types of X-ray films, analogy and digital (DR or CR). To provide good radiographic quality, a good restraint of the animal is necessary for at least two orthogonal views, also the appreciation of the density, the contrast, the sharpness and the anti-scattering grid. However, radiation protection is essential. It is therefore important to master the technical bases and the radio-anatomy of the thorax as well as the variations in relation to the species and the breed.

A study of 30 shots of healthy cats and dogs was carried out to determine radiographic parameters of signaling, position, heart and trachea size of the cat and the influence of factors: age, breed, weight and species on these parameters. This study found that the width of the trachea is 3 times in dogs, in cats the ratio is 2,6 times. The heart of a cat occupies a maximum of 2,5 intercostals space and in a dog 3,5 intercostals space. The vertebral heart score obtained is $9,5 \pm 0,33$ in dogs and $7,54 \pm 0,13$ in cats. The width of the thorax, the width of the trachea and the width of the 3 rd rib of dogs are twice that of cats. It was proven by this study that sex, age and weight have no effect on size parameters in cats.

Keywords: *Radiology, X-ray films, radio-anatomy, cat, dog.*

Table des matières

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : TECHNIQUES DE BASES EN RADIOLOGIE THORACIQUE	2
1. Indication	2
2. Préparation du patient	2
3. Contention manuelle	3
4. Contention chimique	3
4.1. Sédatation	3
4.2. Anesthésie	3
4.3. Influence de l'anesthésie sur les clichés thoraciques	4
5. Qualité et critères d'évaluation des radiographies thoraciques	4
5.1. Ecrans renforçateurs	4
5.2. Films radiologiques	4
5.2.1. Film radiographique analogique	4
5.2.2. Film radiographique numérique	5
5.2.2.1. Principes de la radiographie digitale à conversion directe (DR)	5
5.2.2.2. Principes de la radiographie informatisée (CR)	6
5.3. Paramètres d'exposition	7
5.4. Centrage, collimation et utilisation de grilles	7
5.4.1. Centrage, collimation	7
5.4.2. Grilles	7
5.5. Phase respiratoire	8
5.6. Netteté	8
5.7. Densité	8
5.8. Contraste	9
6. Vues radiographiques standards	9
6.1. Vues latérales	9
6.2. Vues dorso-ventrale et ventro-dorsale	10
6.3. Vues supplémentaires	11
6.3.1. Vue en décubitus ou vue VD/DV à faisceau horizontal	11
6.3.2. Vue debout sur faisceau horizontal	11
6.3.3. Vue VD/DV oblique ou vue oblique orientée vers la lésion	11
7. Pré requis pour l'évaluation des radiographies thoraciques	12
7.1. Évaluation systématique de la radiographie thoracique	12

7.2. Anatomique	12
7.3. Topographie	12
8. Variations anatomiques.....	12
8.1. Race	13
8.2. Âge, Sexe, l'état corporel	13
9. Principes essentiels d'interprétation	13
9.1. Signe d'oblitération de la frontière.....	13
9.2. « Signe de la silhouette » positif / signe lobaire	14
9.3. Signes de Roentgen.....	14
9.4. Artefacts.....	14
CHAPITRE II : RADIO ANATOMIE DES ORGANES DU MEDIASTIN	15
1. Le cœur et les principaux vaisseaux.....	15
1.1. Aspect radiographique normal du cœur	15
1.2. Différences entre espèces	16
1.3. Facteurs affectant la taille et l'apparence du cœur	17
1.3.1. Race	17
1.3.2. Âge	17
1.3.3. Graisse péricardique.....	18
1.3.4. Position du corps.....	18
1.3.5. Phase respiratoire.....	18
1.3.6. Cycle cardiaque.....	18
2. Vascularisation intra thoracique	19
2.1. Aorte intra-thoracique	19
2.2. Veine cave caudale et la veine cave crânienne	19
2.3. Vaisseaux pulmonaires	19
2.4. Veine azygos.....	20
2.5. Ganglions lymphatiques	20
3. Trachée	21
4. Oesophage	21
CHAPITRE III : RADIO ANATOMIE DE L'ESPACE PLEURAL ET DES POUMONS	22
1. Espace pleural	22
1.1. Anomalies qu'on peut identifier dans une radiographie du thorax.....	23
1.2. Pièges d'interprétation des clichés radiographiques	23
2. Poumons.....	23
2.1. Causes de l'augmentation de l'opacité pulmonaire	24
2.2. Causes de la diminution de l'opacité pulmonaire.....	25
2.3. Causes d'augmentation et de diminution du volume pulmonaire	25

CHAPITRE IV : RADIO ANATOMIE DE LA PAROI THORACIQUE	26
1. Introduction	26
2. Apparence radiographique normale de la cage thoracique	26
2.1. Vertèbres thoraciques	27
2.2. Sternum	27
2.3. Côtes	28
2.4. Diaphragme	29
Partie expérimentale	30
1. Objectif	30
2. Matériel et méthodes	30
2.1. Lieu et période de travail	30
2.2. Matériel	31
2.2.1. Appareillage et matériel de radiographie	31
2.2.2. Animaux	32
2.3. Méthodes	32
3. Résultats	35
3.1. Paramètres de position	35
3.2. Paramètres de taille	36
3.2.1. Paramètres de taille de la trachée	36
3.2.2. Paramètres de taille de la silhouette cardiaque	37
3.3. Paramètres de signalement	38
3.4. Influences des facteurs de signalement sur les paramètres de la taille	39
3.4.1. Influence des facteurs de signalement sur les paramètres de la taille de la trachée	39
3.4.1.1. Effet du sexe sur les paramètres de la taille de la trachée	39
3.4.1.2. Effet de l'âge sur les paramètres de la taille de la trachée	40
3.4.1.3. Effet du poids sur les paramètres de la taille de la trachée	40
3.4.2. Influence des facteurs de signalement sur les paramètres de la taille du cœur	41
3.4.2.1. Effet du sexe sur les paramètres de la taille du cœur	41
3.4.2.2. Effet de l'âge sur les paramètres de la taille du cœur	42
3.4.2.3. Effet du poids sur les paramètres de la taille du cœur	42
4. Discussion	43
5. Conclusion	45
6. Perspectives et recommandations	46
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
Annexes	A

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Méthodes de préparation du patient	2
Figure 2	Contention manuelle d'un chien	3
Figure 3	Radiographies de profil réalisée en 2 jours d'intervalle	4
Figure 4	Chaine de formation d'une image radiographique	5
Figure 5	Configuration d'un système digital	5
Figure 6	Configuration d'un système CR	6
Figure 7	Radiographie de profil gauche d'un thorax canin. Les bords de l'illustration représentent une collimation minimale du faisceau	7
Figure 8	L'orientation correcte de la grille avec la table	8
Figure 9	Radiographie de face: flou cinétique	8
Figure 10	Vue latérale d'un chien. A: Un chien positionné en décubitus latéral droit B: Vue radiographique latérale gauche d'un chien	10
Figure 11	Vue DV. A: Position dorso-ventral, B: Vue radiographique	10
Figure 12	Vue ventro-dorsale	10
Figure 13	Vue DV à faisceau horizontale	11
Figure 14	Positionnement en vue horizontale de profil debout	11
Figure 15	Vue oblique d'un chien	11
Figure 16	Évaluation topographique d'une radiographie thoracique	12
Figure 17	Variations de la cage thoracique chez des chiens de différentes races	13
Figure 18	Clichés radiographies d'une vue latérale gauche; A) artefact à cause d'un corps étranger. B) un voile de lumière blanche	14
Figure 19	Mesure cardiaque à l'aide du score cardiaque vertébral	15
Figure 20	Analogie de l'anatomie cardiaque en forme d'horloge	16
Figure 21	Emplacement des chambres cardiaques sur radiographies d'un chien	16

Figure 22 : Vues VD du thorax d'un épagneul <i>Cavalier King Charles</i> avec une cardiomégalie, obtenue à différentes phases du cycle cardiaque	18
Figure 23 : Radiographies thoraciques illustrant l'aorte intra thoracique chez une chienne	19
Figure 24 : Images schématiques représentant la veine azygos	20
Figure 25 : Topographie des nœuds lymphatiques sur une radiographie latérale et DV....	20
Figure 26 : Aspect normal de la trachée et les vaisseaux pulmonaires sur une radiographie latérale	21
Figure 27 : Représentation schématique du thorax en section transversale, montrant les espaces pleurales et médiastinaux	22
Figure 28 : Vue rapprochée d'une partie de l'hémi thorax gauche d'un chien. Fine fissure pleurale est visible	22
Figure 29 : Fissures interlobaires sous radiographie.....	23
Figure 30 : Artère et veine pulmonaire en coupes longitudinale (bandes) et transversale (nodules) avec la bronche pulmonaire	24
Figure 31 : Radiographie normale. A/ marques interstitielles visibles. B/La conspécuité accrue des bordures	24
Figure 32 : Radiographie montrant une augmentation de la clarté	25
Figure 33 : Radiographies thoraciques ventro-dorsales	25
Figure 34 : Radiographie thoracique DV d'un chat obèse	26
Figure 35 : Radiographies représentant les vertèbres thoraciques chez un chat	27
Figure 36 : Radiographie latérale droite d'un berger allemand d'âge moyen avec une minéralisation étendue du cartilage costal et des sternèbres	28
Figure 37 : Radiographie latérale montrant le sternum	28
Figure 38 : Radiographies montrant les paires de côtes chez un chien adulte.....	28
Figure 39 : Radiographie de la région diaphragmatique d'un chien	29
Figure 40 : Radiographies montrant les angles du diaphragme chez un chien.....	29
Figure 41 : Localisation des cliniques du lieu expérimental.....	31
Figure 42 : Appareil de radiographie « <i>STEPHANIX</i> » utilisé dans le travail expérimental	31
Figure 43 : Radiographie thoracique latérale droite d'un chat	33

Figure 44 : Cliché radiographique thoracique latérale gauche d'un chien présentant les paramètres de position radiographiques	33
Figure 45 : Cliché radiographique droit d'un chat indiquant des paramètres de taille	34
Figure 46 : Radiographie thoracique zoomé avec un logiciel de radiographie	35
Figure 47 : Logiciels utilisés durant le travail expérimental	35

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	: Avantages et inconvénients de la radiologie numérique	6
Tableau 2	: Variation de la silhouette cardiaque entre chat et chien	17
Tableau 3	: Différences entre silhouettes cardiaques de différentes races canines	17
Tableau 4	: Cause de variation du volume pulmonaire	25
Tableau 5	: Valeurs moyenne des paramètres de position pour chats et chiens	36
Tableau 6	: Valeurs moyennes et écart-types des paramètres de position de la trachée ...	36
Tableau 7	: Paramètres de la taille de la trachée	37
Tableau 8	: Moyenne et écart-types des paramètres de taille de la silhouette cardiaque...	37
Tableau 9	: Paramètres de la taille de la silhouette cardiaque	38
Tableau 10	: Moyennes et écart-types des paramètres de signalement de l'échantillon..	38
Tableau 11	: Influence du sexe sur les paramètres de la trachée	39
Tableau 12	: Influence de l'âge sur les paramètres de la trachée	40
Tableau 13	: Influence du poids sur les paramètres de la trachée	40
Tableau 14	: Influence du sexe sur les paramètres de la silhouette cardiaque	41
Tableau 15	: Influence de l'âge sur les paramètres de la silhouette cardiaque	41
Tableau 16	: Influence du poids sur les paramètres de la silhouette cardiaque	42

Liste des abreviations

A: Aorte

AO: Aortic arc (Arc aortique)

AP: Pulmonary artery (Artère pulmonaire)

APG : Artère pulmonaire gauche

BR: Tronc branchocéphalique

CR : Computed radiography (Radiographie informatisé)

CrVc: Veine cave crâniale

CVC : Veine cave caudale

Dcr : Début du cœur

Df : Degré de liberté du test statique

DR : Direct radiography (Radiographie digitale)

DV : Dorso-ventrale

EIC: Espace intercostale

ESP : Espèce

ET : Entée du thorax

Fcr : Fin de cœur

Gaxe1 : Grand axe du cœur mesuré en millimètres

Gaxe2 : Grand axe du cœur mesuré en nombre de vertèbres thoraciques

H: Heart (cœur)

IT: Thoracique Interne

Kg : kilogramme

kV : Kilovoltage

L: Length (longueur)

L : poumon

LA: Left atrium (Auriculaire gauche)

LAA : Auricular left appendix (appendice auriculaire gauche)

LAP: Left pulmonary artery (Artère pulmonaire gauche)

Larg 3 côte : largeur de la 3^{ème} côte

Lrg-Tr : largeur du thorax

LS: Left subclavian artery (Artère sous clavier gauche)

LV : Left ventricle (ventricule gauche)

MAP : Principal pulmonary artery (Artère principale pulmonaire)

mAs : Milliampere seconde

mm : Millimètres

NEIC : Nombre d'espace intercostale

NPC : Nombre de paire de cote

NL: Noeuds lymphatiques

NV : Nombre de sternèbre

P : P.value de la statistique

Paxe1 : Petit axe du cœur mesuré en millimètres

Paxe2 : Petit axe du cœur mesuré en nombre de vertèbres thoraciques

PCnr : Position du Carina

Pds : Poids

PIT : Position de l'incurvation de la trachée

R: Right (Droite)

RA: Right atrium (atrium droit)

RAU : Right auricular appendix (Appendice auriculaire droit)

R Lrg T/3cote : Rapport de la largeur de la trachée sur la largeur de la 3ème cote

RPA: Pulmonary artery (Artère pulmonaire)

R-Tr : Rapport trachée

RV: Right ventricle

Sex : Sexe

T : Trachée

T11, T4, T10, T1, T13: Vertèbre thoracique numéro 11, vertèbre thoracique numéro 4, vertèbre thoracique numéro 10, numéro 1 et numéro 13.

VAC : Numéro de vertèbre anticlinale

VD: Ventro-dorsale

VHS: Vertebral heart scale (Echelle vertebral du Cœur)

VT : Vertèbre thoracique

W: Weigth

INTRODUCTION

La radiographie est historiquement l'examen d'imagerie médicale le plus accessible et le plus employé en médecine vétérinaire en complément d'un examen clinique. Bien que de nouvelles modalités d'examen se démocratisent, avoir des connaissances solides en radiographie constitue une base indispensable pour répondre à la plupart des situations clinique pratique (1).

Pour être compétent en radiologie, il est indispensable de disposer de radiographies de bonne qualité. Le radiologue doit connaître les principes de base sous-jacents à la production des radiographies. De nombreux facteurs influencent la qualité d'une radiographie comme la précision du positionnement de l'animal à examiner, le choix de constantes d'exposition adaptées, l'utilisation de grilles anti-diffusantes et d'autres auxiliaires ainsi qu'une bonne technique de développement (2).

La radiographie thoracique est un examen de choix et de première intention lors des affections respiratoire et digestive. elle est indiquée pour le diagnostic des affections intra-thoraciques et comme un moyen de dépistage pour déterminer l'étendue des maladies systémiques. Cependant, malgré la fréquence des radiographies thoraciques, le thorax reste l'un des domaines les plus difficiles de la radiographie vétérinaire en termes des aspects techniques de l'obtention d'un diagnostic image et l'interprétation radiologique ultérieure. Une combinaison d'une technique radiographique optimale et une approche logique de l'interprétation maximisera les informations cliniques qui peuvent être obtenues à partir des radiographies thoraciques (3).

Dans le but d'une meilleure interprétation des radiographies thoraciques, ce travail est composé de deux parties, une première partie consacrée à une étude bibliographique qui s'intéresse aux bases techniques en radiographie, sur la radio anatomie de la région thoracique commençant par le médiastin, l'espace pleural, les poumon et finalement la radio anatomie de la paroi thoracique. La deuxième partie est une étude de 30 clichés radiographiques de chats et chiens sains afin de déterminer les paramètres de positionnement, de signalement (Age, poids et sexe) et les paramètres de taille de la trachée et la silhouette cardiaque, puis les comparant entre les chats et les chiens, ainsi l'étude de l'influence des paramètres de signalement sur les paramètres de taille.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I
TECHNIQUES DE BASES EN RADIOLOGIE THORACIQUE

CHAPITRE I : TECHNIQUES DE BASES EN RADIOLOGIE THORACIQUE

1. Indication

Une radiographie thoracique permet de visualiser les tissus, les organes et les os qui se trouvent sous la peau de la cavité thoracique; elle est recommandée pour tout animal ayant des difficultés à respirer, en cas de suspicion de maladie cardiaque ou pulmonaire. Elles sont également indiquées chez les patients gériatriques et chez les patients susceptibles d'avoir un cancer, ou qui ont subi un traumatisme important (4). Elle détecte(5) :

- La maladie et sa localisation, le type de lésion et son étendue.
- Des changements dans la forme, la taille ou la position des organes.
- Permet d'exclure ou d'affirmer une pathologie thoracique.
- Suggère une liste de diagnostic différentiel.

2. Préparation du patient

La contention du patient est fondamentale dont il est recommandé(5) (Figure 1) :

- L'utilisation de commande verbale, mots apaisants pour réduire la peur et le stress.
- De caresser doucement l'oreille pour calmer l'animal.
- Les muselières sont également utiles pour les chats.
- Des aides: Sacs de sable, auges ou poufs, cales en mousse, liens et ruban adhésif
- Pince a-traumatique sur la nuque pour immobiliser l'animal en décubitus latéral.



Figure 1: Methodes de préparation du patient ;A: position dorsoventrale immobilisé par des sacs de sable, B: Un chat dyspnéique, C :Patient en décubitus latéral et utilisation des rubans adhésifs et des sacs de sable(2).

3. Contention manuelle

La radioprotection doit être une priorité et une distance maximale du faisceau primaire doit être maintenue, des blouses en plomb (Figure 2), des gants et des protecteurs thyroïdiens doivent être utilisés et stockés correctement et vérifiés régulièrement. Les femmes enceintes et les personnes de moins de 18ans ne doivent pas être présentes (5).



Figure 2 : Contention manuelle d'un chien (6).

4. Contention chimique

4. 1. Sédation

Un environnement calme est essentiel pour que la sédation prenne effet. Des analgésiques sont également administrés si l'animal est en détresse. La sédation et l'anesthésie entraînent une diminution de la contractilité et du tonus gastrique. La xylazine et la médétomidine provoquent une distension de l'intestin et un iléus paralytique (7).

4. 2. Anesthésie

Il est sage d'éviter l'anesthésie générale car elle peut induire des modifications qui altèrent l'interprétation telle que l'atélectasie. Cependant, elle peut être nécessaire chez les patients difficiles à obtenir des radiographies appropriées. L'intubation et l'accès intraveineux sont recommandés. L'utilisation d'anesthésiques pour dépister les métastases pulmonaires est controversée(5).

L'administration de phénothiazine et de barbituriques provoquent une relaxation des muscles lisses de la capsule splénique à l'origine d'une splénomégalie congestive se manifeste sur les clichés par des contours plus arrondis, une augmentation de l'épaisseur sans déplacement majeur des organes adjacents (1).

4.3. Influence de l'anesthésie sur les clichés thoraciques

Lors de cliché réalisé sur animal profondément anesthésié (Figure 3), il est fréquent que l'œsophage soit légèrement dilaté en raison de la relaxation des muscles squelettiques (la dilatation est parfois plus importante). Les signes radiographiques sont : le déplacement ventrale de la trachée, l'élargissement du médiastin, la présence d'un triangle radio transparent cranio-dorsalement du thorax, présence de deux lignes d'opacité liquidienne convergeant vers le cardia (1).

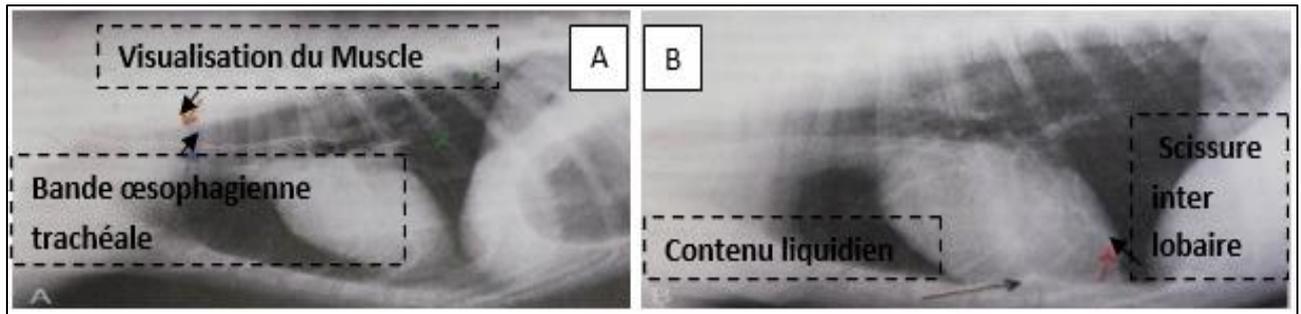


Figure 3: Radiographies de profil réalisées en 2 jours d'intervalle. A : Animal anesthésié (Mégaoesophage). B : Animal après réveil (Absence du mégaoesophage et présence d'un épanchement pleurale) (1).

5. Qualité et critères d'évaluation des radiographies thoraciques

5.1. Ecrans renforçateurs

Les écrans renforçateurs ont pour but de convertir quelques photons de rayons X absorbés en de nombreux photons lumineux. Les écrans renforçateurs réduisent les artefacts en raison des temps courts d'exposition; un écran à vitesse moyenne doit être utilisé pour équilibrer la vitesse de capture et les détails (5).

5.2. Films radiologiques

Le film radiographique est constitué d'une feuille de plastique transparente (support) recouvert d'une émulsion contenant des cristaux d'halogénure d'argent (8). Il est coincé entre deux écrans renforçateurs à l'intérieur de la cassette, et il doit être sensible au type de lumière émise par les écrans. Un film et des écrans à vitesse moyenne donneront généralement une bonne image radiographique thoracique (1).

5.2.1. Film radiographique analogique

Une fois que le faisceau a subi une absorption différentielle par les tissus, il doit être enregistré sur le film afin de créer l'image (Figure 4). La méthode consiste à utiliser un film

radiographique qui partage certaines propriétés avec le film photographique, y compris la sensibilité à la lumière blanche. Il doit donc être enfermé dans un contenant étanche à la lumière et manipulé uniquement dans des conditions de « éclairage sûr » jusqu'à la fin du traitement (3).

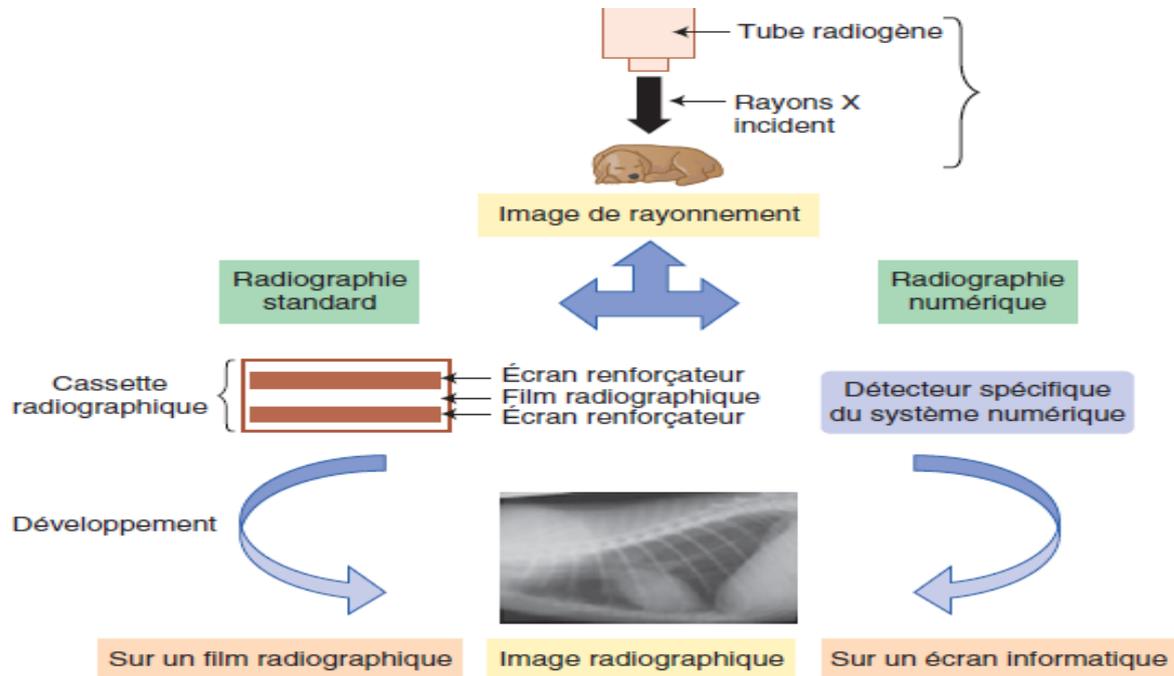


Figure 4 : Chaîne de formation d'une image radiographique (9).

5.2.2. Film radiographique numérique

5.2.2.1. Principes de la radiographie digitale à conversion directe (DR)

La cassette, l'écran et le film sont remplacés par un capteur d'imagerie numérique qui est fixé de façon permanente à la table de la salle de radiographie (Figure 5), ou relié par des fils. Une image immédiate est générée sur un écran une fois que le capteur d'imagerie est exposé. En fait, les radiographies film-écran ont une meilleure résolution spatiale(5).



Figure 5 : Configuration d'un système digital (9).

5.2.2.2. Principes de la radiographie informatisée (CR)

Ce système utilise une cassette qui contient une plaque de phosphore photo stimulable. La cassette exposée est placée dans un lecteur d'image et un laser est utilisé pour émettre l'énergie stockée sous forme de lumière lumineuse. Un photomultiplicateur convertit la lumière en signaux électriques. Une fois la plaque est lue, la lumière blanche efface les informations en vue de la prochaine exposition. L'image numérique peut maintenant être manipulée ou post-traitée par un ordinateur (Figure 6) (5).

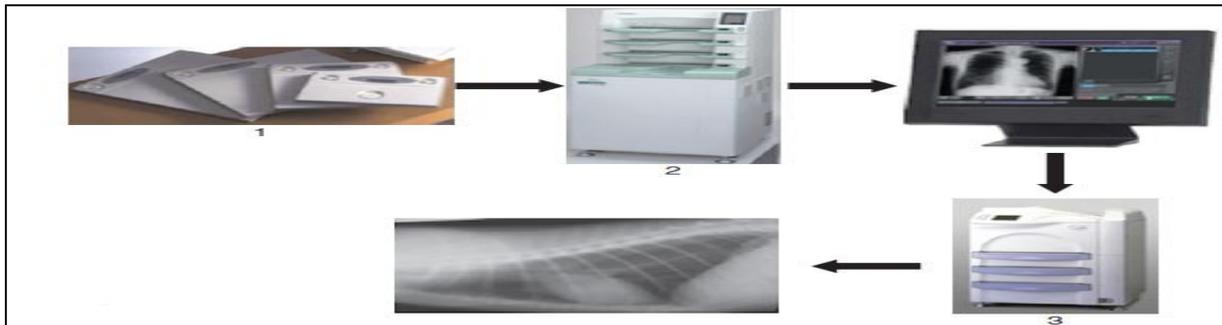


Figure 6 : Configuration d'un système CR. 1. Cassettes écrans radio lumineuses à mémoire (ERLM) ; 2. Lecteurs cassettes ERLM ; 3. Reprographie (9).

Cependant, un système numérique présente de nombreux avantages et d'inconvénients qui sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Avantages et inconvénients de la radiologie numérique (5).

Avantages	Inconvénients
<p>1- Une gamme plus large d'expositions, donc une diminution des radiographies répétées.</p> <p>2- La salle d'opération est plus rapide.</p> <p>3- Capacité théorique à utiliser des facteurs d'exposition inférieurs à ceux des film-écran.</p> <p>4- Le post-traitement permet une meilleure visualisation.</p> <p>5- Réduction des coûts à long terme si un système complètement sans film est atteint.</p> <p>6- Pas de temps perdu à récupérer des films.</p> <p>7- Facilité d'envoyer des images.</p>	<p>1- Des dépenses initiales accrues (DR).</p> <p>2- Peut devenir rapidement obsolète.</p> <p>3- Besoin d'un logiciel vétérinaire spécial.</p> <p>4- Les moniteurs avec une meilleure résolution sont plus chers.</p> <p>5- Le débit de films peut diminuer (CR).</p> <p>6- Si la qualité de l'effacement de l'image dans le système CR est médiocre, elle peut affecter la longévité du système.</p> <p>7- Il peut ne pas être possible de prendre des vues de faisceau horizontales (DR).</p>

5.3. Paramètres d'exposition

L'exposition dépend à la fois du temps d'exposition (mAs) et de la tension (kV). Un cliché bien exposé permet d'observer une trame pulmonaire de faible densité mais dont la trame et les vaisseaux pulmonaires sont délimitables(1). Les principes généraux de la radiographie thoracique sont les suivants (5):

- Haute kilo tension : Le kV dicte l'énergie de chaque photon. Un kV élevé en radiographie thoracique donne une image à faible contraste avec une large gamme de tons de gris, permettant une meilleure évaluation pulmonaires.
- Faibles milliampères secondes : mA élevé et le temps d'exposition courts. Le mAs dicte le nombre de photons émis.

5.4. Centrage, collimation et utilisation de grilles

5.4.1. Centrage, collimation

Le centrage permet une collimation précise de la zone étudiée (Figure 7). Un faisceau lumineux est utilisé pour indiquer le centre et la configuration exacte du champ de rayons X, ce qui limite la dispersion dans les tissus voisins. La quantité de rayonnement diffusé dépend de l'épaisseur de la partie examinée et du kV utilisé (5).



Figure 7 : Radiographie de profil gauche d'un thorax canin. Les bords de l'illustration représentent une collimation minimale du faisceau (1).

5.4.2. Grilles

Si l'épaisseur du thorax est supérieure à 10 cm, les radiographies doivent être prises avec une grille pour réduire les effets des rayonnements diffusés sur le film (Figure 8). Une grille améliore le contraste, absorbe les rayons X multidirectionnels et une partie du faisceau primaire. Les facteurs d'exposition doivent donc être légèrement augmentés (5).

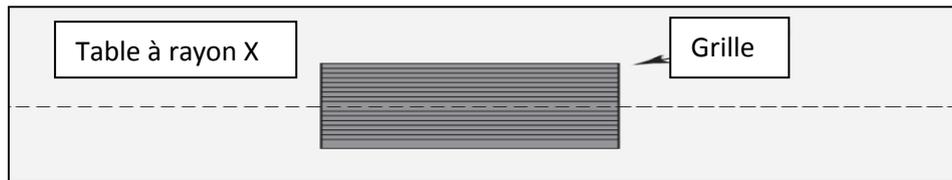


Figure 8 : Orientation correcte de la grille avec la table : La grille est centrée dans la table, et les bandes de plomb sont parallèles à l'axe long de la table (9).

5.5. Phase respiratoire

Excepté dans certains cas précis, les radiographies thoraciques sont prises en fin d'inspiration lorsque les poumons sont complètement dilatés. Sur les clichés de profil, les portions dorsales du diaphragme doivent être caudales à la vertèbre thoracique numéro T11 voire T12. Cela offre une meilleure évaluation de ses structures internes (1). Les radiographies prises en fin d'expiration montrent une opacité pulmonaire ressemblant d'un infiltrat pathologique. Les vues inspiratoires et expiratoires utiles ensemble pour évaluer les changements dynamiques dans les poumons et la trachée (5).

5.6. Netteté

L'absence du flou cinétique conditionne la résolution spatiale. Ces deux éléments qualitatifs correspondent à la plus petite distance séparant deux éléments qui apparaissent distincts sur le cliché. Sur le thorax, la netteté est un élément qualitatif limitant en raison des mouvements respiratoires et cardiaque. Pour limiter le flou cinétique (Figure 9), le temps d'exposition est choisi le plus court possible (1).



Figure 9 : Radiographie de face : flou cinétique dû soit à des mouvements de l'animal lors de la prise du cliché soit au temps d'exposition est trop long (1).

5.7. Densité

La densité décrit le degré de noircissement sur le film. Les parties les plus denses du patient absorbent une plus grande partie du rayonnement, empêchant les rayons X

d'atteindre le film en donnant une zone de haute densité. En pratique, l'image ne doit pas être trop lumineuse (10).

5.8. Contraste

Le contraste correspond à la différence de densité entre deux zones adjacentes sur l'image. Les masses volumiques des divers tissus entraînent différentes opacités radiographiques et forment ce qu'on appelle le contraste radiographique. Il dépend de la constante choisie, des tissus traversés par le faisceau de rayon X, du détecteur radiographique et pour les radiographies numériques, des filtres et des fenêtrages choisis pour la lecture (1). Sur une radiographie, une structure ne peut être distinguée que si elle contraste avec ce qui l'entoure et a une opacité différente. Il existe une corrélation entre la radio-transparence d'une structure et l'opacité de la substance qui l'entoure. La radiographie sans préparation est prise sans utiliser de produit de contraste (2).

6. Vues radiographiques standards

Les vues radiographiques doivent être désignées par les points d'entrée et de sortie du faisceau de rayons X à travers le patient. Une seule vue radiographique fournira beaucoup moins d'informations qu'une étude à deux ou trois vues, mais peut être appropriée si l'état clinique du patient dicte la brièveté de l'examen. Il faut garder à l'esprit que la radiographie est une procédure de dépistage. Les vues minimales qui doivent être obtenues dans différentes situations cliniques sont (5):

- Vues latérale droite et dorso-ventrale pour les affections cardiaques.
- Vues latérale droite et ventro-dorsale pour les pathologies pulmonaires.
- Vues latérales et ventro-dorsale pour les métastases pulmonaires.

6.1. Vues latérales

Les vues latérales droites et gauches fournissent des informations différentes et doivent donc être obtenues toutes les deux. Cependant, si l'examen est limité à une seule vue de profil (Figure 10), le profil droit est généralement préférable car le diaphragme obscurcit moins le champ pulmonaire et l'encoche cardiaque des poumons place le cœur de manière plus uniforme sur le côté droit. Dans les vues gonflées de la poitrine, le lobe médian droit se projette entre le cœur et le sternum, ce qui donne de meilleurs détails cardiaques (5).

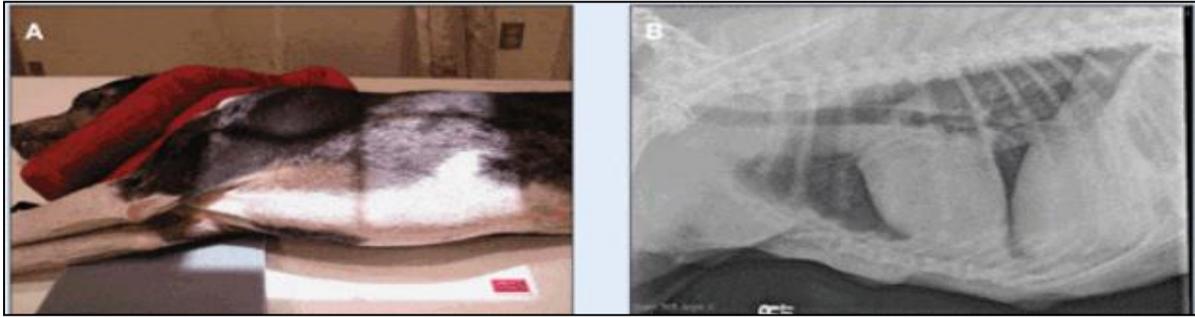


Figure 10 : Vue latérale d'un chien. A : Un chien positionné en décubitus latéral droit B : Vue radiographique latérale gauche d'un chien (11).

6.2. Vues dorso-ventrale et ventro-dorsale

Sur les vues dorso-ventrale (DV) (Figure 11) et ventro-dorsale (VD) (Figure 12), la silhouette cardiaque prend une apparence plus standard et moins agrandie et les artères et veines pulmonaires caudales sont plus facilement identifiables, entourées d'un poumon rempli de gaz ; donc elle est souvent préférée chez les animaux souffrant de maladies cardiaques. Les vues VD sont considérées comme plus utiles pour l'évaluation du parenchyme pulmonaire(5).

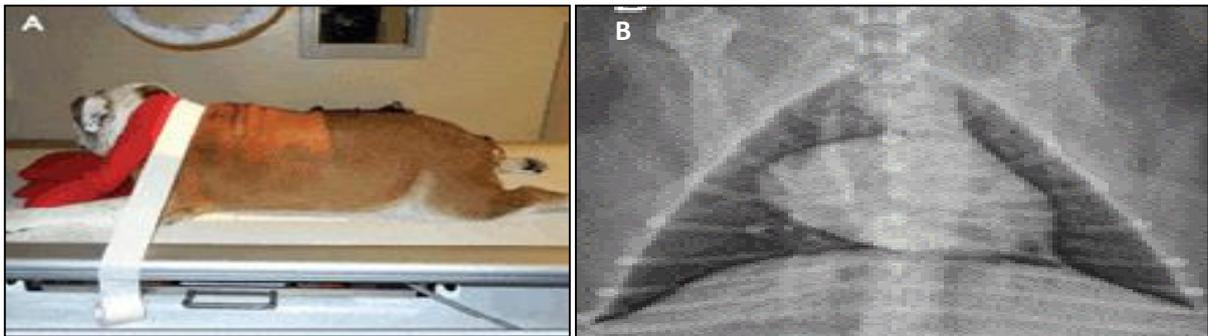


Figure 11 : Vue dorso-ventrale. A : Position dorso-ventral, B : Vue radiographique (11).



Figure 12 : Vue ventro-dorsale. A : contention en position VD. B : Vue radiographique VD (11).

6.3. Vues supplémentaires

6.3.1. Vue en décubitus ou vue VD/DV à faisceau horizontal

Ceci est indiqué dans la détection d'un petit pneumothorax, de petites quantités d'épanchement pleural, et des lésions de la paroi thoracique (Figure 13) (5).



Figure 13 : Vue DV à faisceau horizontale (11).

6.3.2. Vue debout sur faisceau horizontal

La radiographie à faisceau horizontal (Figure 14) est indiquée chez les animaux souffrant d'insuffisance respiratoire sévère qui ne peuvent pas être positionnés en décubitus latéral (5).

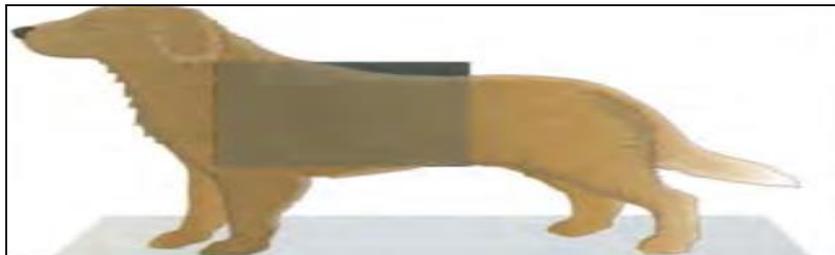


Figure 14 : Positionnement en vue horizontale de profil debout (2).

6.3.3. Vue VD/DV oblique ou vue oblique orientée vers la lésion

Elle est indiquée pour l'évaluation des lésions et pour la démonstration de l'œsophage, en évitant sa superposition avec la colonne vertébrale. L'animal est positionné de manière à ce que la lésion soit projetée tangentiellement (Figure 15); le degré d'obliquité dépend de la localisation précise de la lésion. Les facteurs d'exposition doivent être réduits (5).



Figure 15 : Vue oblique d'un chien (5).

7. Pré requis pour l'évaluation des radiographies thoraciques

Il est recommandé pour l'évaluation d'un cliché radiographique de faire la visualisation au calme sous la lumière vive d'un nombre suffisant de vues de bonne qualité, mettre en évidence la phase respiratoire et voir les changements entre les films, se renseigner des conditions physiques, de l'âge et de la race de l'animal, demandez si ça nécessite d'autres vues (5).

7.1. Évaluation systématique de la radiographie thoracique

L'important est de choisir une technique qui couvre toutes les structures du film. Vous lisez la radiographie en gardant à l'esprit les antécédents du patient. Il faut revoir le film à la lumière des informations cliniques et revoir ensuite les régions que vous considérez normales (5).

7.2. Anatomique

Un itinéraire suggéré pour lire une radiographie thoracique en fonction de l'anatomie du patient : Les tissus mous environnants, l'abdomen et le diaphragme crânien, le cou, tous les os, l'espace pleural, le médiastin, la trachée et la carène, les bronches, la silhouette cardiaque, l'aorte, la veine cave caudale, le système vasculaire pulmonaire, les poumons (5).

7.3. Topographie

Cela peut être fait comme une approche crâniale à caudale, centrale à périphérique (Figure 16). Un avantage de cette méthode est une évaluation moins biaisée car chaque zone est évaluée hors de son contexte anatomique et physiologique. L'inconvénient est l'absence de ce contexte, cela rend plus difficile l'explication et le diagnostic. De plus, plusieurs compartiments thoraciques ne sont pas visibles (cavité pleurale, médiastin) (5).



Figure 16 : Évaluation topographique d'une radiographie thoracique (6).

8. Variations anatomiques

D'énormes variations existent dans une radiographie normal chez le chien (Figure 17)(5).

8.1. Race

La race a peu d'influence sur l'apparence normale d'une radiographie féline, mais plutôt un impact considérable sur l'évaluation des radiographies thoraciques canines (Figure 17).

Trois principaux types de corps canins doivent être reconnus (1) :

- Thorax profond (par exemple, *Berger allemand, Golden, Labrador*)
- Thorax étroit (par exemple, *lévrier afghan, setter irlandais, lévrier*)
- Thorax en tonneau (par exemple *Carlin, Boston, Terrier*)

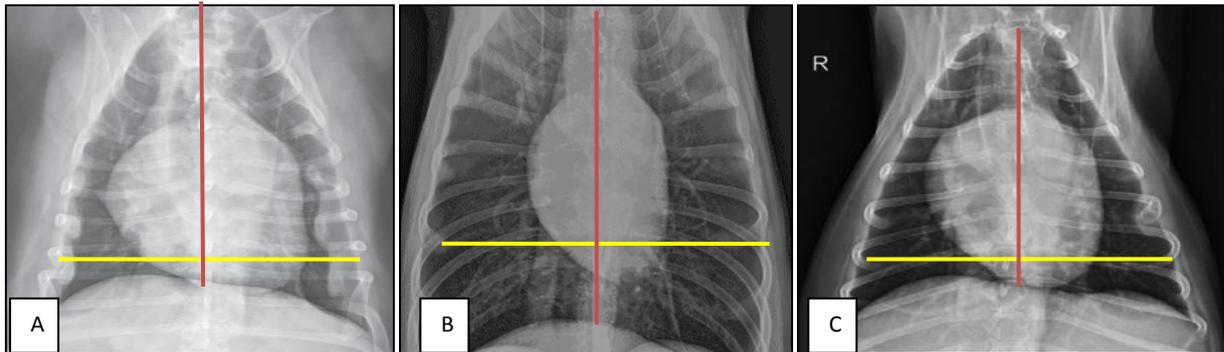


Figure 17 : Variations de la cage thoracique chez des chiens de différentes races. A : Thorax étroit (largeur = longueur). B : Thorax profond (largeur légèrement supérieur à la longueur). C : Thorax en tonneau (large) (12).

8.2. Âge, Sexe, l'état corporel

De nombreux chiens âgés ont des degrés divers de spondylose déformante, jonctions costochondrales minéralisées, ostéomes pulmonaires, un épaissement pleural (5). Les femelles ont souvent des mamelons proéminents réemballant a des nodules pulmonaires lorsqu'ils sont superposés aux champs pulmonaires (5). De grandes quantités de graisse vont modifier l'apparence de la silhouette cardiaque, élargir le médiastin crânien, créer une augmentation générale de l'opacité des champs pulmonaires (5).

9. Principes essentiels d'interprétation

9.1. Signe d'oblitération de la frontière

La visibilité d'un objet radiographié dépend de la différence d'opacité entre lui-même et son environnement. Si deux structures (ou plus) d'opacité similaire sont en contact direct l'une avec l'autre, elles seront projetées comme une seule silhouette fusionnée. Cette disparition des silhouettes individuelles est appelée signe d'oblitération des frontières. Le

terme alternatif de signe de la silhouette est fréquemment utilisé mais prête à confusion, car il n'indique pas clairement la perte des silhouettes individuelles (5).

9.2. « Signe de la silhouette » positif / signe lobaire

Un signe de la silhouette positif se produit lorsque deux structures de même radio-opacité entrent en contact et qu'il est impossible de différencier la limite de l'une par rapport à l'autre. Par contre, si une structure ayant une radio-opacité différente s'interpose entre elles (l'air, graisse) le contraste augmente ce qui permet d'identifier les limites de chaque structure. On parle alors parfois de « signe de la silhouette » négatif (5).

9.3. Signes de Roentgen

Lorsque chaque structure thoracique est évaluée par radiographie, il faut tenir compte des caractéristiques suivantes de Roentgen: Taille, forme, contour, opacité, emplacement, nombre, architecture et fonction. Les signes d'architecture et de fonction ne sont applicables que dans des situations spécifiques, par exemple une étude de contraste (5).

9.4. Artefacts

Un artefact est une anomalie indésirable, qui peut ou non compromettre l'interprétation. Les artefacts produits dans les systèmes numériques sont différents de ceux rencontrés en radiographie analogique qui sont dus à des erreurs d'exposition (13). Ceci est généralement causé par l'application d'une pression, de produits chimiques, d'électricité ou de chaleur. La noirceur peut être due à un développement excessif; et les marques blanches indiquent que peu de grains d'argent sont convertis en noirceur visible causées par interruption des photons vers le film à cause d'un corps étranger, la peau du patient, la table haute, ou la grille pas bien alignée avec le chemin des rayons X (14) (Figure 18).

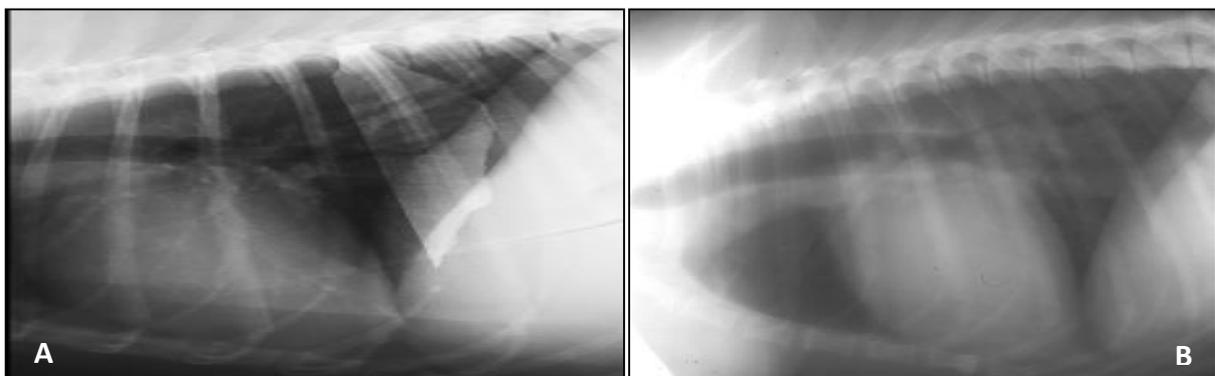


Figure 18 : Clichés radiographiques d'une vue latérale gauche ; A) artefact à cause d'un corps étranger. B) un voile de lumière blanche (10).

CHAPITRE II
RADIO ANATOMIE DES ORGANES DU MEDIASTIN

CHAPITRE II : RADIO ANATOMIE DES ORGANES DU MEDIASTIN

1. Le cœur et les principaux vaisseaux

1.1. Aspect radiographique normal du cœur

Une cardiomégalie généralisée peut être évaluée au moyen de la mesure de l'échelle cardiaque vertébrale (VHS) (Figure 19). Sur la radiographie thoracique latérale, la distance entre la carène et l'apex cardiaque est prise comme une valeur de longueur et la largeur maximale du cœur perpendiculaire à la ligne de longueur est considérée comme la largeur du cœur. En partant de la face crânienne de la quatrième vertèbre thoracique, le nombre de vertèbres est déterminé pour chaque mesure. Chez 100 chiens adultes, la moyenne de la taille du cœur vertébral est de $9,7 \pm 0,5$. La cardiomégalie est présente à $10,6$, bien que chez certaines races (*Labrador, Golden Retriever, Boxer, Épagneul Cavalier King Charles, Lévrier*), cette valeur est dépassée. Chez le chat, la moyenne est de $7,5 \pm 0,3$; au-delà de cette moyenne, le cœur est considéré comme hypertrophié. Il convient de noter que la radiographie est insensible dans les maladies congénitales mais extrêmement importante pour l'évaluation des signes d'insuffisance cardiaque (15).

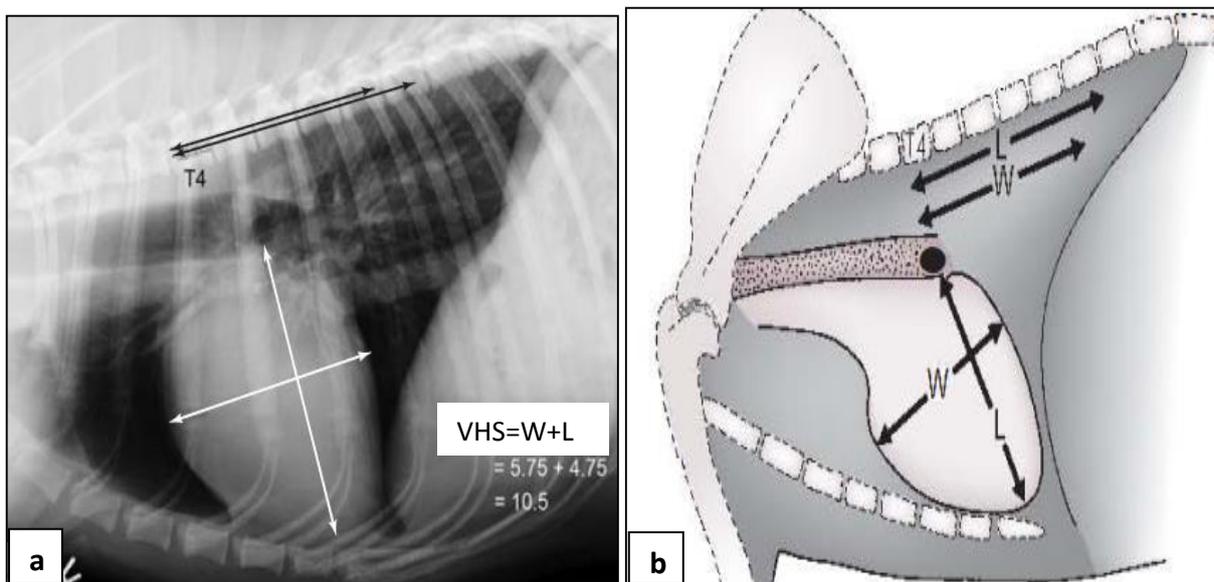


Figure 19 : Mesure cardiaque à l'aide du score cardiaque vertébral. a) Radiographie thoracique latérale (3). b) Schéma représentatif. L: longueur maximale du cœur ; T4: quatrième vertèbre thoracique ; W: largeur maximale du cœur (15).

Les frontières des chambres cardiaques peuvent être estimées avec un cadran d'une horloge (Figure 20). Sur une radiographie latérale, l'aorte est situé entre 10 à 11 heures, l'artère pulmonaire entre 9 à 10 heures, l'oreillette droite entre 9 à 10 heures, la jonction de l'oreillette droite et du ventricule droit à 9 heures, le ventricule droit entre 5 à 9 heures, la jonction de ventricule droit et gauche à 5 heures et le ventricule gauche 2 à 5 heures (8).

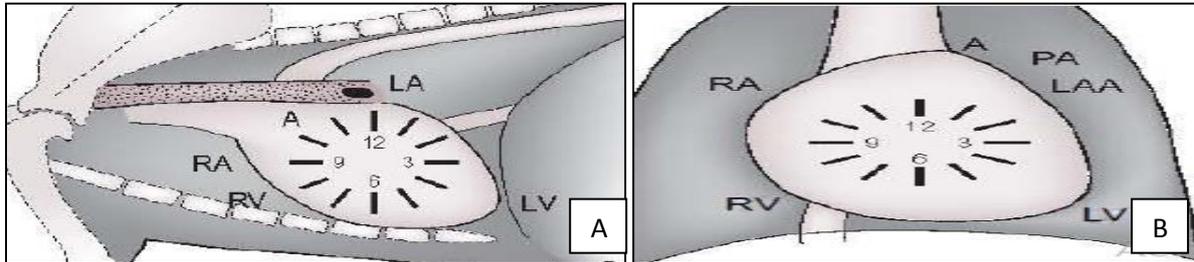


Figure 20: Analogie de l'anatomie cardiaque en forme d'horloge. A) vue latérale. B) vue ventrale. A: aorte ; LA: atrium gauche ; LAA: appendice auriculaire gauche ; LV: ventricule gauche ; PA: artère pulmonaire ; RA: atrium droit ; RV: ventricule droit (15).

Les chambres internes du cœur et les lumières des grands vaisseaux ne peuvent être visualisées sur une radiographie qu'après l'administration d'un produit de contraste positif. Cependant, il est possible d'utiliser l'emplacement des limites des cavités ? (Figure 21) (5).

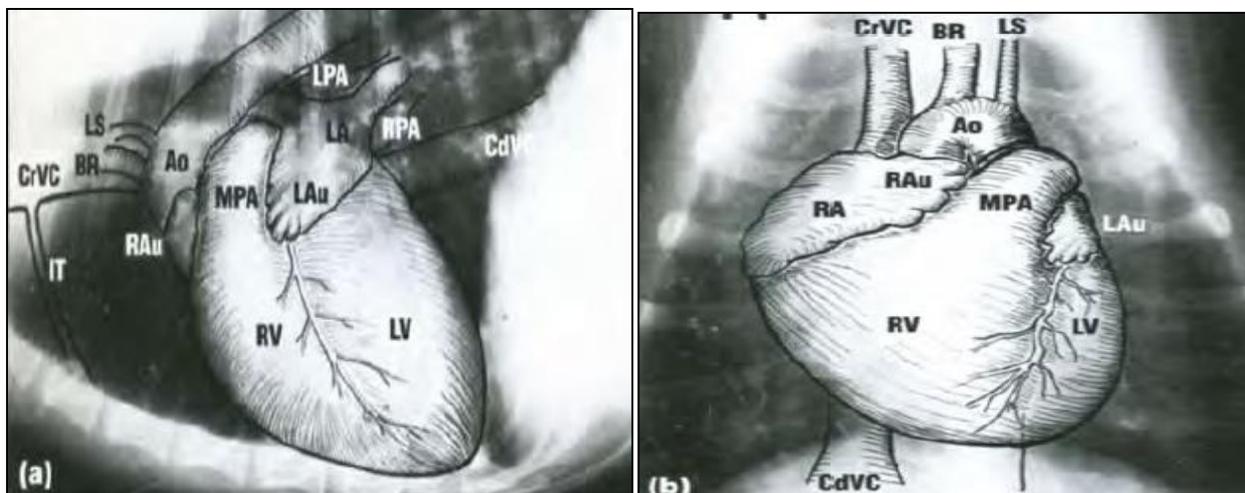


Figure 21 : Emplacement des chambres cardiaques sur radiographies d'un chien. (a) Vue latérale. (b) Vue VD. Ao: arc aortique; BR: tronc brachiocéphalique; CdVC: veine cave caudale; CrVC: veine cave crânienne; IT: thorax interne; LA : oreillette gauche; Lau: appendice auriculaire gauche; LPA : artère pulmonaire gauche ; LS : artère sous-clavière gauche; LV: ventricule gauche. MPA : artère pulmonaire principale ; RA: oreillette droite; RAu: appendice auriculaire droit ; RPA: artère pulmonaire; RV: ventricule droit (5).

1.2. Différences entre espèces

Le tableau ci-dessous montre les variations du cœur entre deux espèces.

Tableau 2 : Variation de la silhouette cardiaque entre chat et chien (5).

Espèces	Chat	Chien
Variation de la silhouette cardiaque		
Apex sur une vue DV	Proche de la ligne médiane.	Pointe plus vers la gauche.
Oreillette gauche	Crânialement à la position 01.00-02.00 heures. " cœur de valentine"	Superposée à la silhouette cardiaque à 05.00-07.00 heures sur la vue DV/VD
Sur une vue latérale	2-2,5 espaces intercostaux.	Entre 2,5 et 3,5 EIC.
Largeur	Distance entre le bord crânial de la cinquième côte et le bord caudal de la septième côte sur la vue latérale.	Sur une vue DV représente 60 à 65 % de la largeur thoracique et ne dépasse pas les 2/3 de la largeur thoracique sur une vue VD.

1.3. Facteurs affectant la taille et l'apparence du cœur

La taille et l'apparence du cœur sur une radiographie sont affectées par plusieurs facteurs (5) :

1.3.1. Race :

Il peut être utile pour constituer une collection de radiographies thoraciques normales de différentes races canines pour s'y référer facilement comme le montre le tableau 3 (5).

Tableau 3 : Différences entre silhouettes cardiaques de différentes races canines (5).

Type de thorax	Vue latérale	Vue dorso-ventrale
Large et peu profond (<i>Teckel, Shi-Tzu, Boston Terrier, Bulldog</i>).	Silhouette cardiaque plus court, ronde avec une grande inclinaison à la colonne vertébrale ; et une longue zone de contact avec le sternum.	Bordures ventriculaires droite et gauche arrondies. L'apex est généralement bien à gauche de la colonne vertébrale.
Étroit et profond (lévrier, chien de chasse Afghan, <i>Whippet</i>).	Long ovale avec une position verticale, presque perpendiculaire avec colonne vertébrale.	Silhouette cardiaque presque circulaire à position verticale. L'apex est proche du plan médian.
Intermédiaire (berger allemand, <i>Labrador</i>).	Silhouette cardiaque est ovoïde ou ovoïde à côtés tombants.	Similaire à la vue latérale. L'apex est à gauche de la colonne vertébrale.

1.3.2. Âge

Les jeunes chiens semblent avoir un grand cœur, ceci est relatif à la petite taille du thorax. Les chats âgés ont une silhouette cardiaque inclinée crânialement et un contact sternal (5).

1.3.3. Graisse péricardique

Un diagnostic erroné de cardiomégalie est souvent posé chez les animaux présentant une grande quantité de graisse péricardique. La graisse péricardique est moins opaque que le cœur et souvent la marge cardiaque est moins nette. Chez le chat, elle se voit mieux sur les radiographies DV/VD que sur les radiographies latérales (5).

1.3.4. Position du corps

La position de corps entraîne des variations de la silhouette cardiaque en raison des effets de la gravité (5).

- Latéral droit : La zone de contact avec le sternum peut être plus longue.
- Latéral gauche : La silhouette cardiaque est plus arrondie. L'apex peut être légèrement décalé dorsalement par rapport au sternum.
- Dorsoventral : la silhouette est plus ovale et l'apex est situé plus à gauche.
- Ventrodorsal : la silhouette cardiaque plus allongée; l'apex est plus sur la médiane.

1.3.5. Phase respiratoire

Les radiographies expiratoires donnent l'impression de cardiomégalie, le contact sternal et la taille du cœur augmentent. La perte de contenu en air dans le tissu pulmonaire en contact avec la silhouette cardiaque crée une zone floue (5).

1.3.6. Cycle cardiaque

La plupart des radiographies sont exposées pendant la diastole ventriculaire parce qu'elle est plus longue que la systole. Près de la fin de la systole ventriculaire, les bords des oreillettes peuvent être arrondies et bombées et les ventricules peuvent apparaître plus petits (Figure 22). Sur les vues VD/DV, la MPA peut être plus proéminente en systole (5).

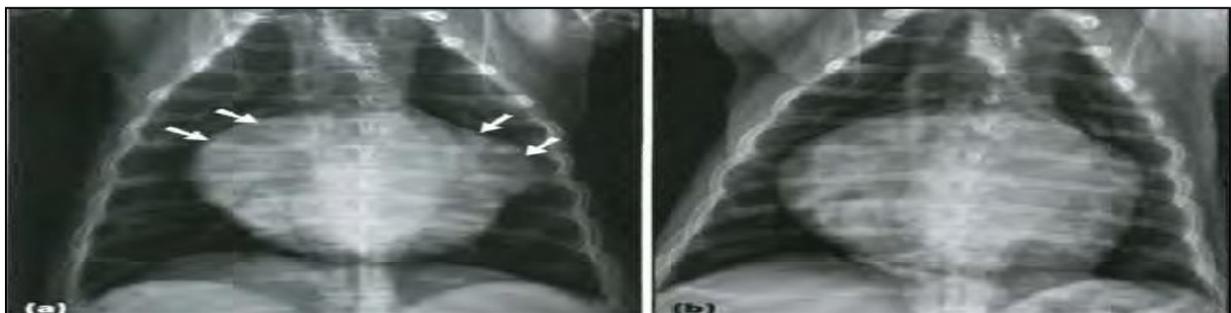


Figure 22 : Vues VD du thorax d'un épagneul *Cavalier King Charles* avec une cardiomégalie, obtenue à différentes phases du cycle cardiaque. (a) Systole, (b) Diastole (5).

2. Vascularisation intra thoracique

Il existe trois groupes de vaisseaux dans le thorax : l'aorte, la veine cave caudale, artères et veines pulmonaires. Chacun de ces groupes doit être examiné (14).

2.1. Aorte intra-thoracique

L'aorte est rarement le siège d'une maladie détectable. En projection latérale, on observe une ondulation de l'aorte, ceci est caractéristique chez les chats âgés. L'hypertension ou l'hypotension systémique n'entraîne pas de changement de taille. L'aorte est visible à gauche de la ligne médiane jusqu'à ce qu'elle entre dans le diaphragme (Figure 23) (14).

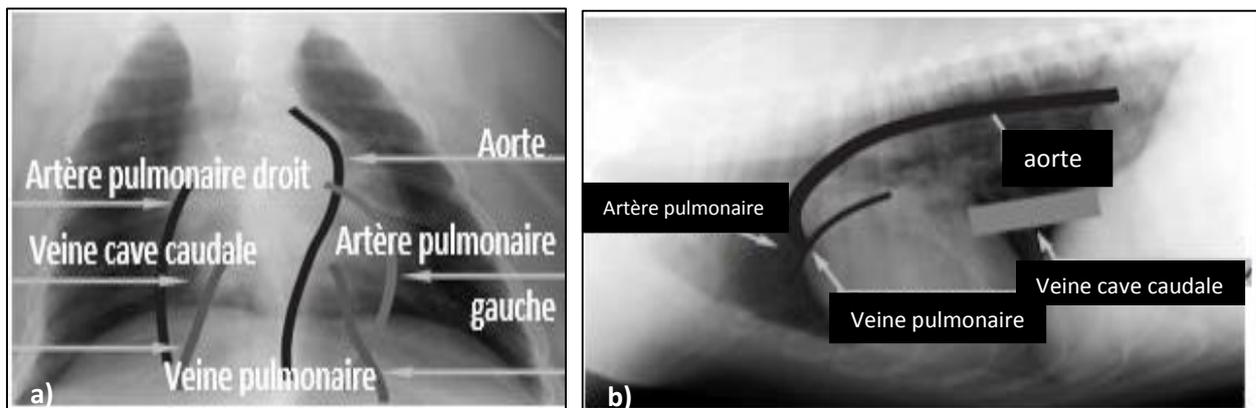


Figure 23 : Radiographies thoraciques illustrant l'aorte intra thoracique chez une chienne. a) Vues VD, b) Vue latérale (14).

2.2. Veine cave caudale et la veine cave crânienne

La veine cave caudale (Figure 23) apparaît souvent subjectivement petite en cas d'hypovolémie, de choc, ou de déshydratation (14). La veine cave crânienne n'est pas visible en tant que structure individuelle sur une radiographie, à moins qu'un pneumo médiateur ne soit présent. Elle forme le bord ventral du médiastin crânien sur la vue latérale (Figure 21).

2.3. Vaisseaux pulmonaires

Les veines pulmonaires sont "ventrales et centrales". Sur la projection VD/DV les deux paires de vaisseaux lobaires caudaux gauche et droit sont visibles (14). Sur les vues latérales, les artères pulmonaires sont dorsales par rapport à la bronche et les veines pulmonaires sont ventrales (Figure 23). Sur les radiographies VD/ DV, les artères pulmonaires sont latérales à la bronche et les veines pulmonaires sont médianes (16).

2.4. Veine azygos

La veine azygos n'est pas visible sur une radiographie sauf si un pneumo médiastin sévère soit présent (Figure 24). Il apparaît alors comme un vaisseau ondulé ventral à l'épine thoracique, recevant des affluents de chaque espace intervertébral (5).

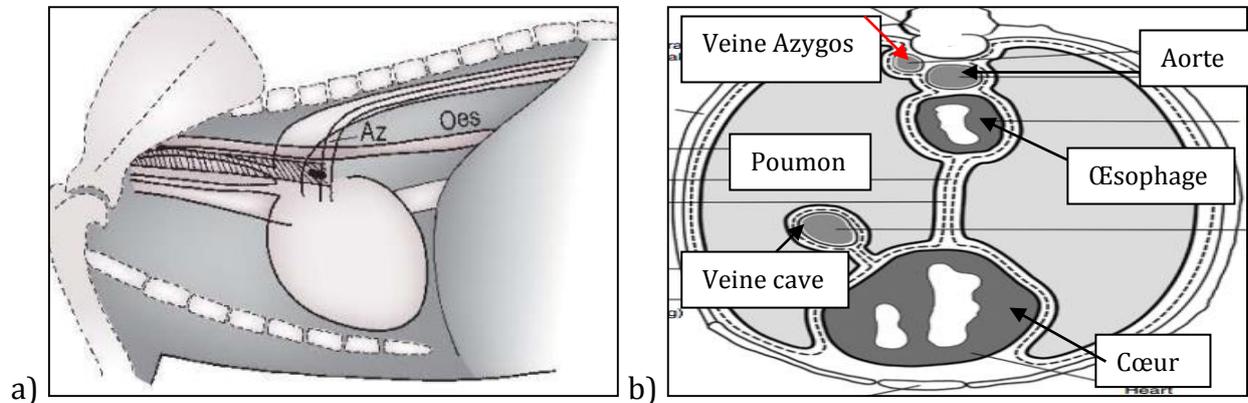


Figure 24: Images schématisques représentant la veine azygos, a) Pneumo-médiastin augmente la visibilité des structures médiastinales (16) b) Image schématisque transversale du thorax (12).

2.5. Ganglions lymphatiques

Les ganglions lymphatiques crâniens sternaux se trouvent au niveau de la deuxième sternèbre. Les ganglions lymphatiques médiastinaux crâniens sont en nombre variable (Figure 25). La troisième catégorie des ganglions sont les ganglions lymphatiques bronchiques qui sont divisés en deux groupe, pulmonaire (souvent absents) et trachéo bronchique (ventral et dorsal à la trachée). Le thymus est visible chez les jeunes chiens (5,16).

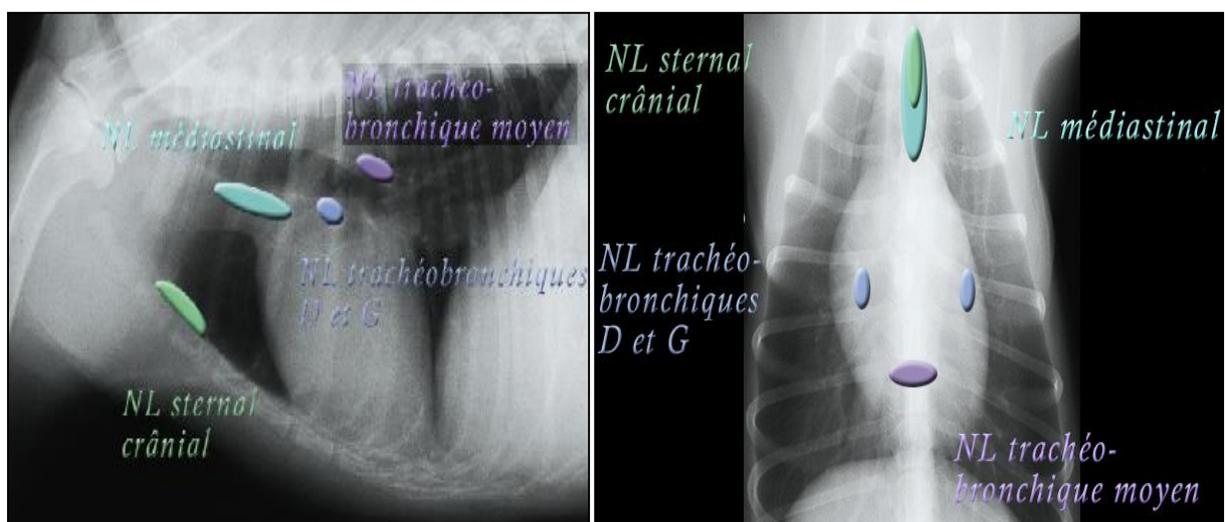


Figure 25: Topographie des nœuds lymphatiques (NL) sur une radiographie en position latérale et DV (6).

3. Trachée

La trachée est légèrement à droite de la ligne médiane sur les vues VD et DV et est ventrale par rapport à l'œsophage. Chez la plupart des races, la trachée intra thoracique diverge de la colonne vertébrale à partir du niveau de l'entrée thoracique caudalement jusqu'à la carène (Figure 26). Le rapport largeur trachéal/largeur de l'entre de thorax est de $0,2 \pm 0,03$. Chez les races brachycéphales, à l'exception de *Bulldog*, ce rapport est de $0,16 \pm 0,03$ (16).

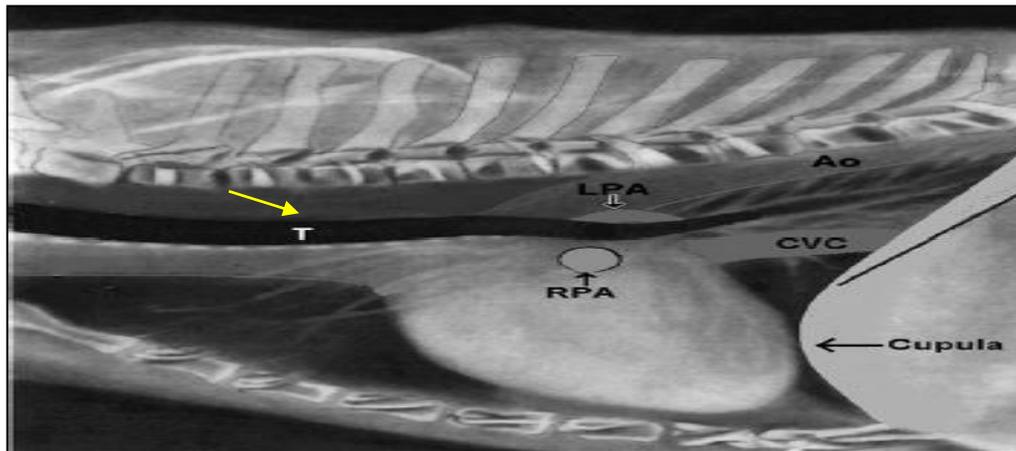


Figure 26: Aspect normal de la trachée et les vaisseaux pulmonaires sur une radiographie latérale. T, trachée. APG, artère pulmonaire gauche. Ao, aorte. CVC, veine cave caudale (16).

4. Oesophage

L'œsophage est un tube musculaire, normalement effondré, s'étendant du pharynx à l'estomac à travers le médiastin (17). Un œsophage normal et vide est rarement visible sur des radiographies. Parfois, chez les chiens et les chats, il est vu caudalement comme une bande mal définie, sur une radiographie latérale gauche. Une petite quantité d'air dans la lumière trachéale peut souvent être observée au niveau crânial du cœur chez les chiens conscients, surtout s'ils sont dyspnéiques ou se débattent (Figure 24). Le gaz peut s'accumuler de manière focale dans l'œsophage chez les animaux excités, sous sédation et dyspnéiques ou sous anesthésie générale. Cette accumulation de gaz est généralement minime et localisée crânialement juste à la bifurcation trachéale (15).

CHAPITRE III
RADIO ANATOMIE DE L'ESPACE PLEURAL ET DES POUMONS

CHAPITRE III : RADIO ANATOMIE DE L'ESPACE PLEURAL ET DES POUMONS

1. Espace pleural

Une plèvre normale n'est généralement pas visible à la radiographie. La plèvre est très fine et se confond partout avec les tissus mous adjacents sauf dans les fissures interlobaires, où elle est en contact uniquement avec le poumon. De minces lignes pleurales entre les lobes sont parfois visibles. Ces fines lignes pleurales peuvent être dues au fait que le faisceau de rayons X frappe la plèvre interlobaire normale exactement de face, ce qui entraîne l'absorption d'un nombre suffisant de rayons X pour que la plèvre soit visible, ou à une plèvre légèrement épaissie (Figure 27 et 28). Lorsque l'épaississement pleural est avancé ou une calcification chez les sujets plus âgés on observe des lignes pleurales plus larges entre les lobes pulmonaires (13).

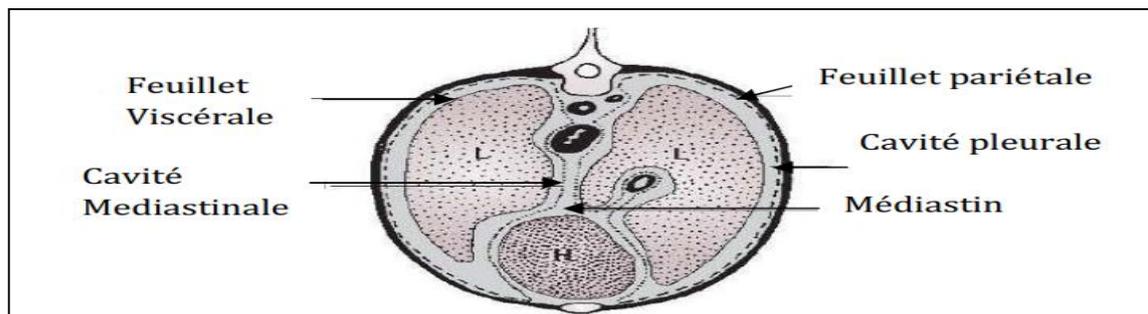


Figure 27: Représentation schématique du thorax en section transversale, montrant les espaces pleuraux et médiastinaux. H, cœur ; L, poumon (15).



Figure 28: Vue rapprochée d'une partie de l'hémi thorax gauche d'un chien. Fine fissure pleurale est visible (flèches blanches) (13).

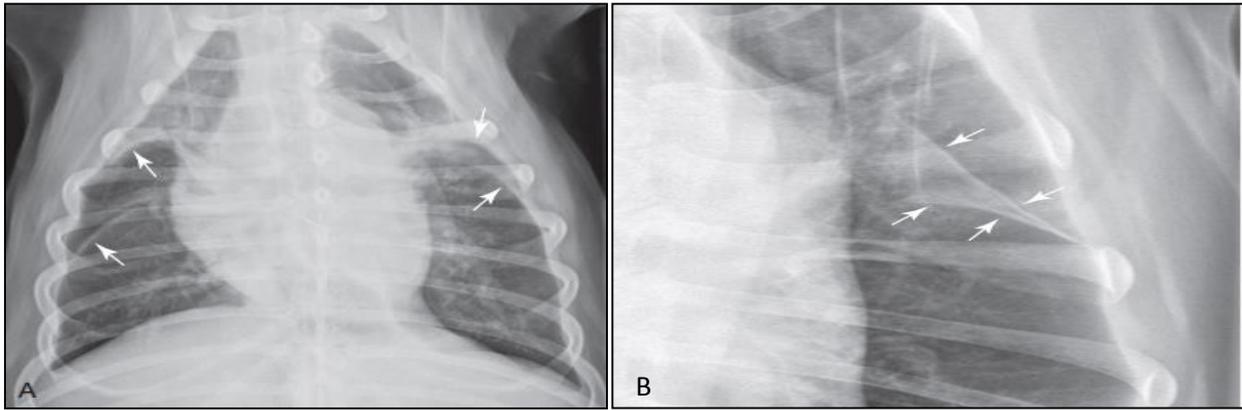


Figure 29 : Fissures interlobaires sous radiographie. A ; Radiographie thoracique VD d'un chien, les flèches montrent les fissures inter-lobaires. B ; la même radiographie zoomé. Ces fissures sont épaisses que la normale et peut être causée soit par épaississement pleural ou une petite quantité de liquide pleural. L'échographie ou une radiographie à faisceau horizontal aiderait à faire la distinction entre la plèvre épaississement et liquide pleural (13).

1.1. Anomalies qu'on peut identifier dans une radiographie du thorax

L'examen radiographique permet d'infirmer ou de confirmer une affection pleurale, par exemple la présence de liquide pleural ou d'air pleural (15). Cela se fait par une estimation de la quantité d'air ou de liquide, la répartition et la mobilité de ce dernier et par des informations sur les lésions associées à d'autre structure thoracique (18).

1.2. Pièges d'interprétation des clichés radiographiques

Sur la projection VD ou DV, les plis cutanés donnent l'impression d'une zone lucide latérale. Sur les projections latérales, un poumon rempli d'air entre l'apex cardiaque et le sternum peut être visible dans le cas d'une race de chiens à poitrine très profonde et étroite ; un patient présentant une micro-cardie (hypo volémie, shunt droite-gauche) ; chiens en décubitus latéral gauche ou un cas d'une hyperinflation. L'accumulation excessive de graisse dans le médiastin caudal entre le lobe pulmonaire accessoire droit et le lobe pulmonaire gauche caudal chez les patients obèses peuvent ressembler à une fissure pleurale. Les fissures pleurales peuvent s'épaissir chez les patients âgés à cause de la fibrose. Le type de corps peut également conduire à un diagnostic erroné d'épanchement pleural (14).

2. Poumons

Les poumons sont l'un des plus importants sujets d'interprétation radiographique. Le poumon est composé d'un tissu conjonctif, arbre bronchique, espaces aériens terminaux et

de vaisseaux afférents et efférents. Il est normal de voir des vaisseaux pulmonaires (Figure 30), des bronches et les marques interstitielles qui doivent être visibles à la périphérie du poumon (Figure 31). Si le poumon ne s'étend pas jusqu'à la paroi thoracique, suggérer la présence d'un pneumothorax ou d'une surexposition radiographique. L'effet de pliage de la peau est également important à reconnaître car il peut aussi donner l'impression que le poumon ne s'étend pas à la paroi thoracique (16). La principale réflexion lors de l'observation des radiographies est de voir si les poumons sont trop opaques ou trop lucides (14).

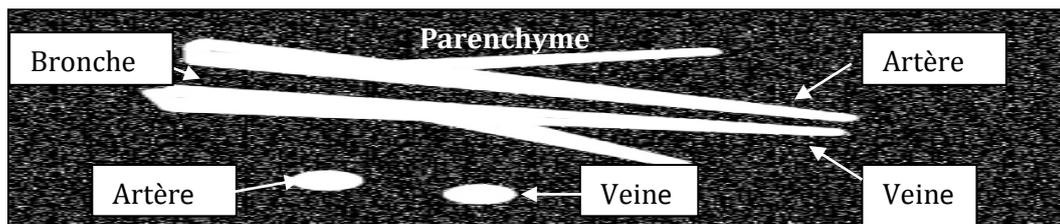


Figure 30 : Artère et veine pulmonaires en coupes longitudinale (bandes) et transversale (nodules) avec la bronche pulmonaire (6).

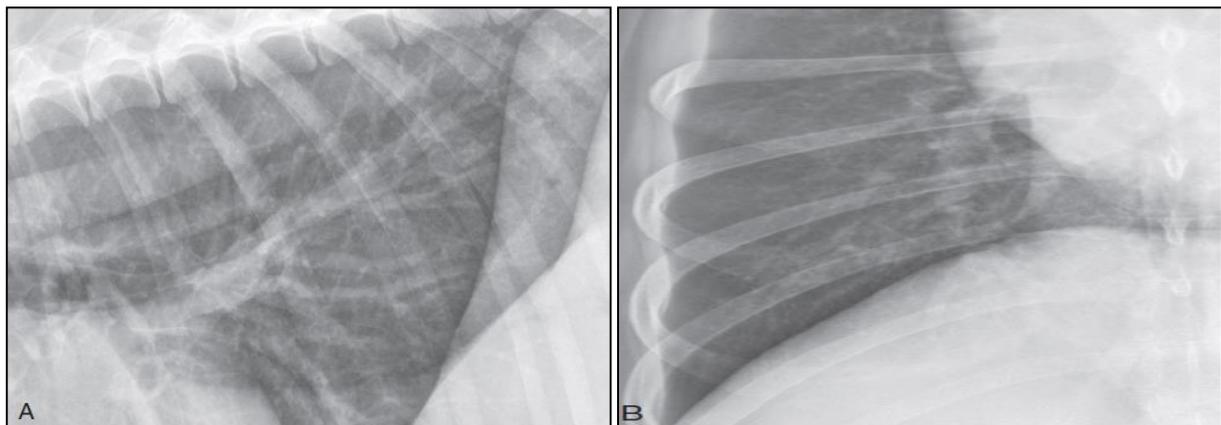


Figure 31 : Radiographie normale. (A): marques interstitielles visibles. (B): La conspécuité accrue des bordures peut être liée à l'âge, dû à une légère fibrose pleurale (16).

2.1. Causes de l'augmentation de l'opacité pulmonaire

Les variations courantes des motifs sont à l'expiration ou lors de surexposition qui donnent un léger motif interstitiel. Chez les patients gériatriques ou obèses, de légers motifs interstitiels sont fréquents. Aussi les mamelons, les tiques, la saleté et les jonctions costochondrales imitent les nodules pulmonaires. Les schémas d'augmentation de l'opacité pulmonaire sont : Alvéolaire- Bronchique- Vasculaire- Interstitielle nodulaire- Interstitiel non structuré- Origine technique.

2.2. Causes de la diminution de l'opacité pulmonaire

L'hyperinflation diminue l'opacité (Figure 32) et peut se produire chez les chats excités, effrayés ou hyperthyroïdiens; une surexposition, une hypovolémie; hyperventilation ou elle est d'origine pathologique (Maladie des voies respiratoires inférieures, un corps étranger, un emphysème, secondaire à une maladie...) (14).

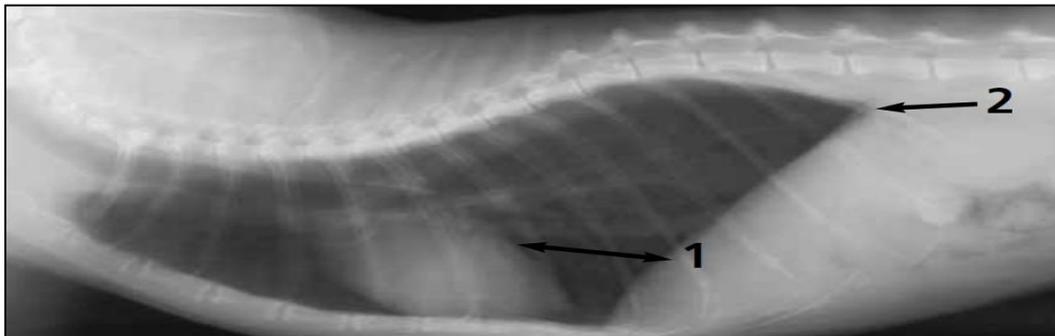


Figure 32: Radiographie montrant une augmentation de la clarté. 1) une distance accrue entre le cœur et le diaphragme, 2) la marge caudale déplacée du poumon (14).

2.3. Causes d'augmentation et de diminution du volume pulmonaire

Les causes les plus fréquentes sont présentées dans le tableau ci dessous (14):

Tableau 4 : Causes de variation du volume pulmonaire (14).

Augmentation du volume pulmonaire	Diminution du volume pulmonaire
Hyperventilation	Volume abdominale augmenté ou obésité
Emphysème pulmonaire	Expiration
	Obstruction pulmonaire haute
	Localisé : Atélectasie ou collapsus

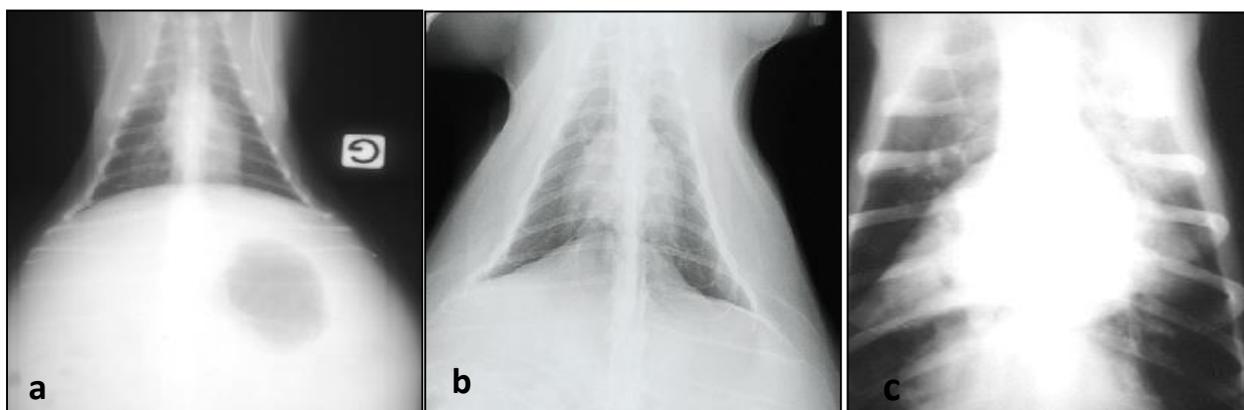


Figure 33 : Radiographies thoraciques ventro-dorsales. a) cas d'une augmentation du volume abdominale ; b) cas d'obésité ; c) cas d'atélectasie pulmonaire (6)

CHAPITRE IV
RADIO ANATOMIE DE LA PAROI THORACIQUE

CHAPITRE IV : RADIO ANATOMIE DE LA PAROI THORACIQUE

1. Introduction

La paroi thoracique est composée de la peau, la graisse, des muscles sous-cutanés et intercostaux, de la plèvre pariétale, des vaisseaux et des nerfs. La colonne vertébrale, les côtes, les cartilages costaux et le sternum fournissent un support rigide pour les tissus mous de la cage thoracique. Une inspection attentive des tissus mous extra thoraciques et des structures osseuses est toujours nécessaire et importante (13).

2. Apparence radiographique normale de la cage thoracique

Chez les chiens et les chats la structure squelettique du thorax se compose de 13 paires de côtes et 12 espaces intercostaux, de 13 vertèbres, et 8 sternèbres généralement. La paroi thoracique interne est complétée par les muscles intercostaux internes et externes situés entre chaque côte. Les artères et les veines intercostales se dirigent ventralement au bord caudal de chaque côte et se joignent aux nerfs intercostaux (19). Les tissus mous de la cage thoracique ont normalement une opacité homogène. Chez les sujets obèses, des opacités curvilignes des tissus mous, représentant les muscles extracostaux graisseux, peuvent être observées en parallèle avec la courbure latérale des côtes sur les projections DV et VD (Figure 34). Les mamelons ne sont pas toujours visibles par contre les tiques, la saleté et d'autres débris sont visibles et peuvent imiter les nodules qui sont confirmés à l'aide d'une pâte de baryum. Les plis cutanés excessifs sont fréquents chez de différentes races de chiens et peuvent être confondus au pneumothorax (13).



Figure 34 : Radiographie thoracique DV d'un chat obèse. Flèches noires montrent les opacités des tissus mous curvilignes bilatérales, périphériques aux marges costales latérales, causées par les muscles extracostaux interposés entre les tissus adipeux (13).

2.1. Vertèbres thoraciques

Le corps, les arcs et les processus vertébraux présentent une opacité osseuse mais les disques et les formènes intervertébraux reflètent une opacité tissulaire. Les formènes intervertébraux sur radiographie, décrivent une forme typique en « tête de cheval » (5). La spondylose déformante est fréquente chez les chiens et les chats âgés. Les héli vertèbres sont fréquentes chez les races de chiens brachycéphales. L'espace discal entre T10 et T11 est normalement rétréci. Les côtes ne s'étendent pas aussi loin dorsalement chez le chat, ce qui permet une vue moins obstruée des formènes intervertébraux, donc une vue de l'apophyse accessoire des vertèbres thoraciques (Figure 35) (14).

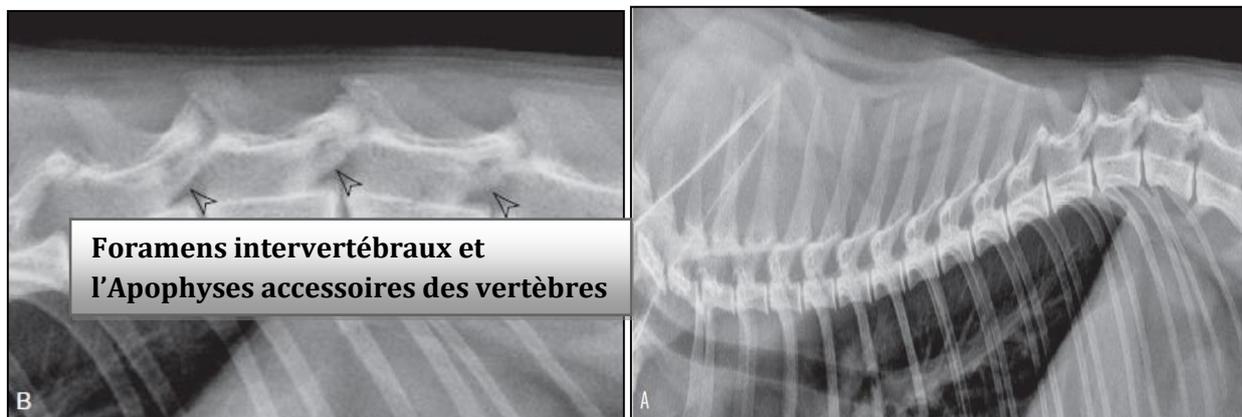


Figure 35 : radiographies représentant les vertèbres thoraciques chez un chat (A) radiographie latérale d'un chat âgé d'un an, (B) vue rapprochée de la région thoracique caudale (16).

2.2. Sternum

Sur la radiographie thoracique, il est mieux visualisé sur les vues de profil que sur les vue de face. Les sternèbres ont une opacité osseuse alors que les cartilages intersternèbraux ont une opacité tissulaire(5). Les déformations des sternèbres sont généralement accidentelles. Un type de déformation est le « *pectus excavatum* » qui est une déviation dorsale des sternèbres caudales, dont le cœur est déplacé hors de la ligne médiane (14). La minéralisation des cartilages costaux peut être observée chez les jeunes chiens et chats et est presque toujours présente chez les animaux plus âgés (Figure 36). Les opacités résultant de l'élargissement des articulations peuvent être confondues avec des nodules sur des radiographies DV ou VD. Une minéralisation excessive des cartilages costaux ou costo-sternaux peut également être confondue avec des processus agressifs (13).



Figure 36 : Radiographie latérale droite d'un berger allemand d'âge moyen avec une minéralisation étendue du cartilage costal et des sternèbres (13).

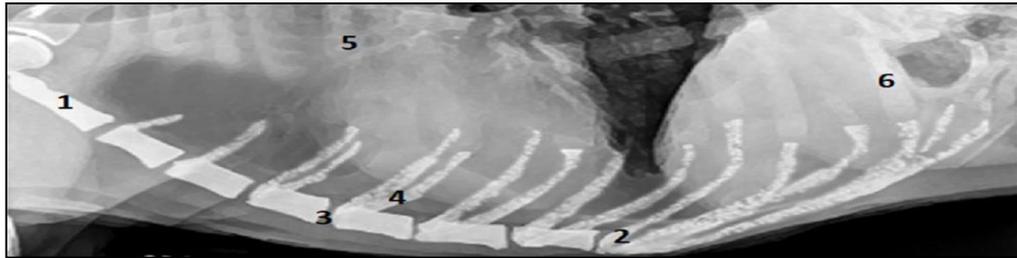


Figure 37 : Radiographie latérale montrant le sternum. 1 : Manubrium. 2 : Processus xiphoïde. 3 : Cartilage intersternébral. 4 : Cartilage costal calcifié. 5 : Côte sternale. 6 : Côte asternale (17).

2.3. Côtes

La partie osseuse des côtes est radio-opaque contrairement à la partie cartilagineuse (5). Sur la projection latérale, les premières côtes sont orientées verticalement mais deviennent progressivement plus caudoventrales et sur la projection DV ou VD, les premières côtes sont orientées perpendiculairement à la colonne vertébrale. Dans la partie moyenne à caudale de la colonne vertébrale, les côtes se courbent dans une direction caudolatérale, puis continuent caudomédialement (Figure 38) (13). Les côtes sont beaucoup plus larges ventralement chez de nombreuses races de chiens. Chez le Basset Hounds, les jonctions costochondrales et les arcs costaux sont spectaculaires sur la vue VD et DV (14).

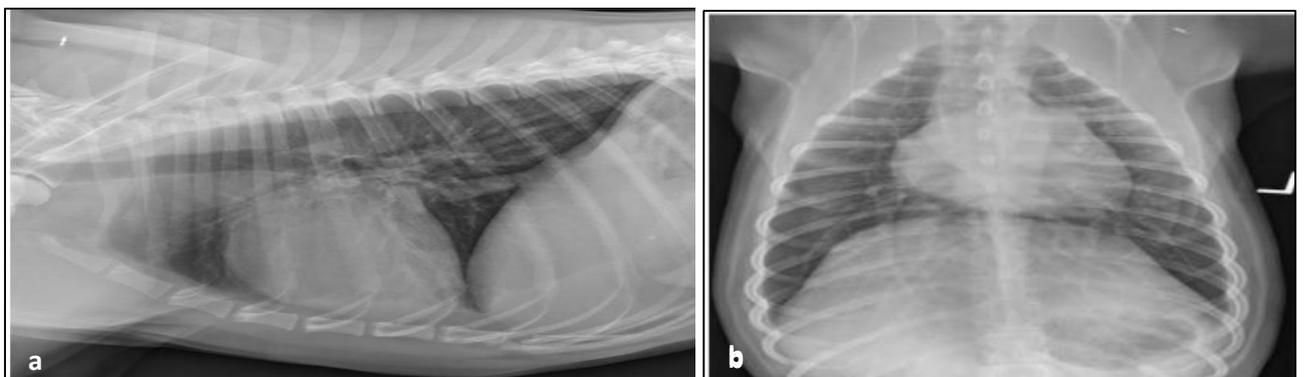


Figure 38 : Radiographies montrant les paires de côtes chez un chien adulte. (a) : vue latérale, (b) : vue DV (13).

2.4. Diaphragme

Le diaphragme est un organe musculo-tendineux considérée comme une structure dynamique intacte, formé d'une partie centrale aponévrotique (corps) et une partie périphérique charnue (pilier) (3). La coupole ou le corps est la région tendineuse du diaphragme crânio ventralement. Les piliers sont les parties musculaires dorsales. Elles prennent naissance sur les troisième et quatrième vertèbres lombaires. Le fundus gastrique se trouve caudal au pilier gauche (Figure 39). Le mouvement du pilier sur les vues latérales est beaucoup plus fiable chez le chien que le chat (14). Sur radiographie normale, la marge thoracique crâniale est bien visible du fait de la radio transparence pulmonaire alors que la marge caudale n'est pas visible et se confond à l'opacité du foie. La graisse du ligament falciforme décrit la marge caudoventrale (5). Deux types d'angles sont en rapport avec diaphragme (Figure 40) : L'angle lombophrénique qui est visible sur les vues latérales et l'angle costophrénique qui est visible sur les vues de face (3).

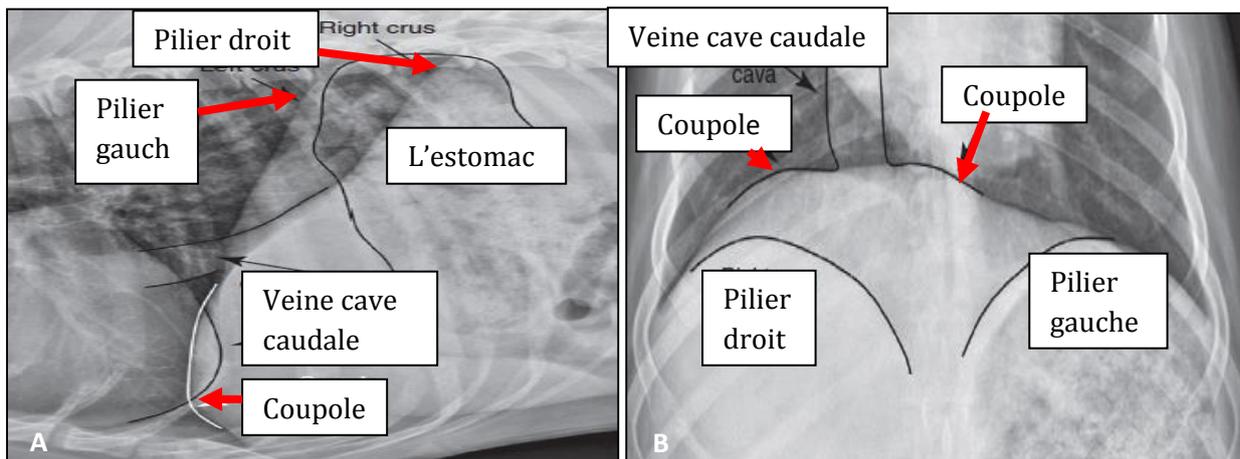


Figure 39: Radiographies montrant la région diaphragmatique d'un chien. (A) : vue de profil, (B) : vue de face (13).

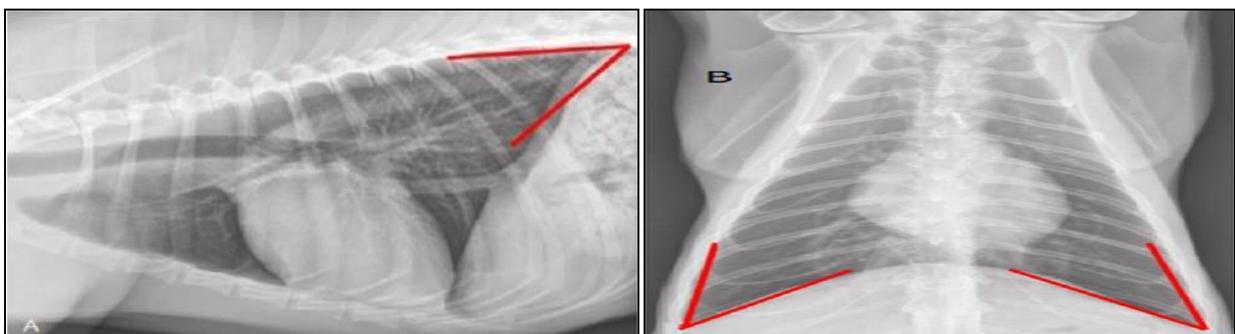


Figure 40 : Radiographies montrant les angles du diaphragme chez un chien. A : Vue de profil (angle lombophrénique), B : Vue de face (angles costophréniques) (16).

PARTIE EXPERIMENTALE

Partie expérimentale

1. Objectif

La radiographie est un outil de diagnostic complémentaire. Elle utilise les rayons X pour l'exploration des régions anatomiques d'intérêt. L'image radiographique est formée sur le cliché suivant l'absorbance des rayons X par la région anatomique cible. L'absorption des rayons X dépend de la densité des tissus traversés ; plus cette densité augmente plus l'absorption est importante et vice versa. Les tissus aériques tels que les poumons et la trachée sont moins denses ; ils absorbent moins de rayons X alors que les tissus très denses absorbent plus de rayons X ; ils sont très denses. Les régions denses sont présentées sur clichés radiographiques par le blanc alors que les régions aériques sont présentées par le noir. Le clinicien doit interpréter selon la densité des tissus l'état d'opacité ou de transparence sur le cliché pour pouvoir faire l'interprétation. La radio anatomie met en évidence l'apparition normale des structures anatomiques sur les clichés radiographiques. Cette discipline constitue la base de la radio-sémiologie qui sert à étudier les signes radiographiques anormaux ou pathologiques. Comparé aux autres examens complémentaires, la radiographie a l'avantage d'être très simple et rapide. Plusieurs méthodes de radiographie sont utilisées mais les méthodes radiographiques numériques sont les plus fréquentes actuellement vue leur clarté et leur sécurité. La « *Computed radiography* » (CR) et la « *Digital radiography* » (DR) sont des radiographies numériques courantes. Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la radio-anatomie thoracique chez le chat pour mettre en évidence les signes radiographiques normaux. Deux objectifs principaux sont ciblés dans ce travail : la détermination des paramètres radiographiques normaux de la région thoracique et l'étude de l'effet des facteurs : Age, race, poids et espèce.

2. Matériel et méthodes

2.1. Lieu et période de travail

Le travail expérimental a été réalisé dans deux cliniques vétérinaires ; «Jardin D'essai» et «N Hafiz», situés à Alger durant l'année 2022-2023. La clinique «Jardin D'essai» (figure 41) est une clinique du parc zoologique qui prend en charge des animaux du zoo, des animaux

de compagnie évacuées pour des motifs de consultation ou pour des soins médicaux et elle protège les animaux envoyés après une saisie. Elle est gérée par des cadres vétérinaires de grade « Docteur vétérinaire » avec master complémentaire. La clinique « N Hafiz » est située à Kouba (figure 41) et, gérée par trois docteurs vétérinaires. Cette clinique assure des services le plus souvent pour les animaux de compagnie. Les deux cliniques possèdent des appareils de radiologie pour les examens complémentaire d'exploration.



Figure 41 : Localisation des cliniques du lieu expérimental.

2.2. Matériel

2.2.1. Appareillage et matériel de radiographie

Pour prendre des clichés, nous avons utilisé des appareils de radiographies numériques par la méthode « CR » (figure 42) et du matériel de contention de l'animal pour l'immobilisation (muselières, sacs de sable). La prise des clichés s'est déroulée en présence du propriétaire.



Figure 42: Appareil de radiographie « *STEPHANIX* » utilisé dans le travail expérimental.

2.2.2. Animaux

Les chats sont les principaux animaux ciblés de notre travail. Les chiens constituent les animaux cibles secondaires dont l'objectif est de mettre en évidence l'effet de l'espèce sur les paramètres radiographiques. Trente animaux sains sont admis pour motifs radiographiques de recherche. Au total 21 chats composés de 12 femelles et 9 mâles ont été échantillonnés pour ce travail. La majorité des chats appartiennent à la race Européenne (16 individus) et les autres appartiennent à la race Siamoise. Ils avaient un âge moyen de $42,14 \pm 27,32$ mois et un poids moyen de $4,04 \pm 1,11$ kg. Pour les chiens, nous avons travaillé sur un nombre total de 9 chiens dont la majorité appartiennent à la race « Berger belge malinois » d'un âge moyen de $34,66 \pm 19,85$ mois et d'un poids corporel moyen de $25,88 \pm 4,34$ kg.

2.3. Méthodes

La région anatomique d'intérêt est la région thoracique. Les clichés de profil ont été réalisés sur des animaux placés en décubitus latéral. Les clichés de mauvaise qualité (flou cinétique, flou de réglage des constantes radiographiques,...) ont été refaits pour une meilleure lecture. Tous les clichés sont sauvegardés pour la récolte des données. Trois types de paramètres ont été récoltés des clichés radiographiques:

- **Paramètres de signalement**

Les paramètres d'espèce (Esp), de sexe (Sex), d'âge (Age), de poids (Pds) sont pris en tant que facteurs de variation des paramètres de taille.

- **Paramètres de position**

Les paramètres de position sont des repères radiographiques de localisation des organes sur le cliché ; ils sont représentés par le nombre de paires de côtes (NPc), le nombre d'espaces intercostaux (NEIC), le nombre de vertèbres (NV), le nombre de sternèbres (NSt), le numéro de vertèbre anticlinale (VAC), la position de l'incurvation de la trachée (PIT), le début du cœur (DCr), la fin du cœur (FCr) et la position du la Carène (PCrn).

Le chat et le chien possèdent 13 vertèbres thoraciques raccordées à 13 paires de côtes délimitant 12 espaces intercostaux. Les sternèbres constituent le sternum et sont au nombre de 8 y compris l'appendice xiphoïde, ils sont séparés par des disques interstervèbraux qui relient les paires de côtes (Figure 43).

La vertèbre anticlinale est caractérisée par un processus épineux presque perpendiculaire au corps vertébral ; chez le chien et le chat, c'est la 11^{ème} vertèbre thoracique (Figure 43).

L'incurvation de la trachée correspond à une légère incurvation ventro-caudale à la base du cœur, généralement, elle se situe au 5^{ème} espace intervertébral (Figure 44).

Le début (DCr) et la fin (FCr) de la silhouette cardiaque sont des paramètres de position de la silhouette cardiaque estimés par le nombre d'espace intercostaux. Ils sont aussi des paramètres qui permettent d'apprécier la taille du cœur en comptant le nombre d'EIC occupé par la silhouette cardiaque (Figure 43).

La carène est la bifurcation trachéale ; sur une radiographie thoracique de profil, la carène est une région anatomique plus sombre à la base de la silhouette cardiaque : c'est le 1^{er} repère radiographique de son grand axe. La position de la carène (PCrn) est fondamentale dans la détermination du grand axe et donc dans l'estimation du VHS (Figure 44).

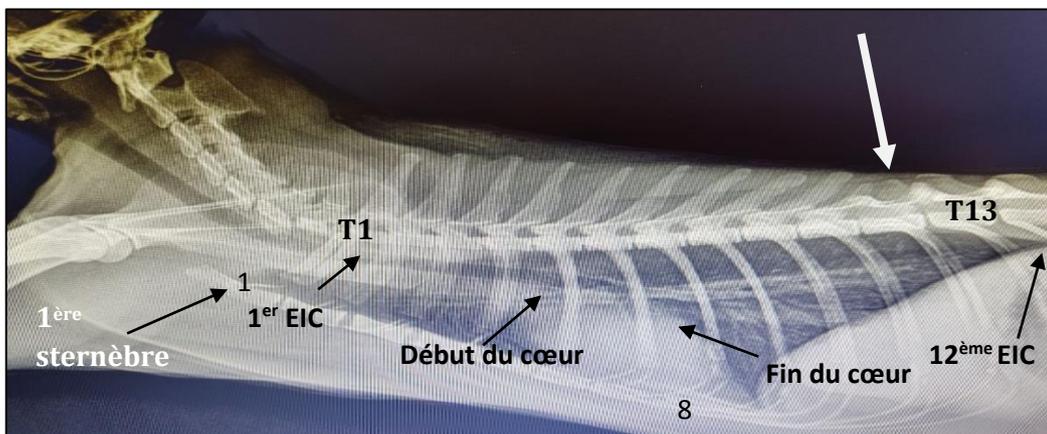


Figure 43 : Radiographie thoracique latérale droite d'un chat (Photo personnelle), flèche blanche indique la vertèbre anticlinale ; T1 : 1^{ère} vertèbre thoracique ; T13 : dernière vertèbre thoracique ; EIC : Espace inter costal ; 1 : 1^{ère} sternèbre (le manubrium) ; 8 : dernière sternèbre (appendice xiphoïde).

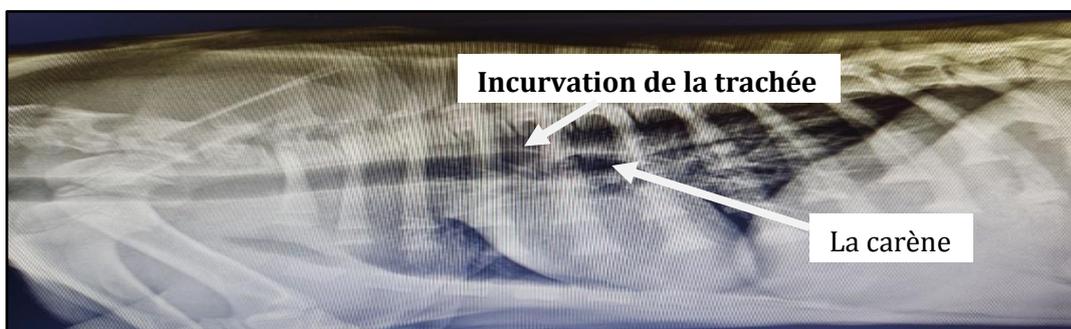


Figure 44 : Cliché radiographique thoracique latéral gauche d'un chien (Photo personnelle) présentant les paramètres de position radiographiques.

- **Paramètres de taille**

- 1. Paramètres de taille de la trachée**

L'entrée du thorax (ET) et la largeur de la trachée (Lrg-Tr) sont deux paramètres radiographiques thoraciques impliquées dans l'estimation du rapport trachéale (R-Tr). L'entrée du thorax (ET) est la distance entre la 1^{ère} vertèbre thoracique et la 1^{ère} sternébre et la largeur de la trachée (Lrg-Tr) au niveau de l'entrée du thorax (Figure 45). Le rapport de la trachée (R-Tr) est le rapport de la largeur de la trachée et l'entrée du thorax calculé et est généralement égale à $0,2 \pm 0,03$ (16) (Figure 45). La taille de la trachée est également apprécié en rapportant la largeur de la trachée à la largeur de la 3^{ème} côte dans sa partie proximale, généralement elle est égale à 3 fois la largeur de la 3^{ème} côte (16) (Figure 46).

- 2. Paramètres de taille de la silhouette cardiaque**

Deux paramètres radiographiques sont impliqués dans l'appréciation de la taille de la silhouette cardiaque en calculant l'indice de Buchanan ou VHS ; le grand axe du cœur (Gaxe1) (Gaxe2) et le petit axe (Paxe1) (Paxe2). Le grand axe du cœur (Gaxe1) est mesuré à partir de la carène à l'apex de la silhouette cardiaque et exprimé en millimètres ; le petit axe de la silhouette cardiaque (Paxe1) est la largeur de la silhouette cardiaque au niveau de la veine cave caudale et perpendiculaire au grand axe (Gaxe1) et exprimé aussi en millimètres. Le grand axe (Gaxe2) et le petit axe (Paxe2) représentent le nombre de vertèbres thoraciques que peuvent contenir le grand axe 1 et le petit axe 1 à partir de la 4^{ème} vertèbre thoracique.

Le VHS est la somme du (Gaxe2) et (Paxe2). Chez le chat, il est de $7,5 \pm 0,3$ et chez le chien, il est de $9,7 \pm 0,5$. Au delà de ces normes, on parle d'hypertrophie cardiaque (15) (Figure 45).

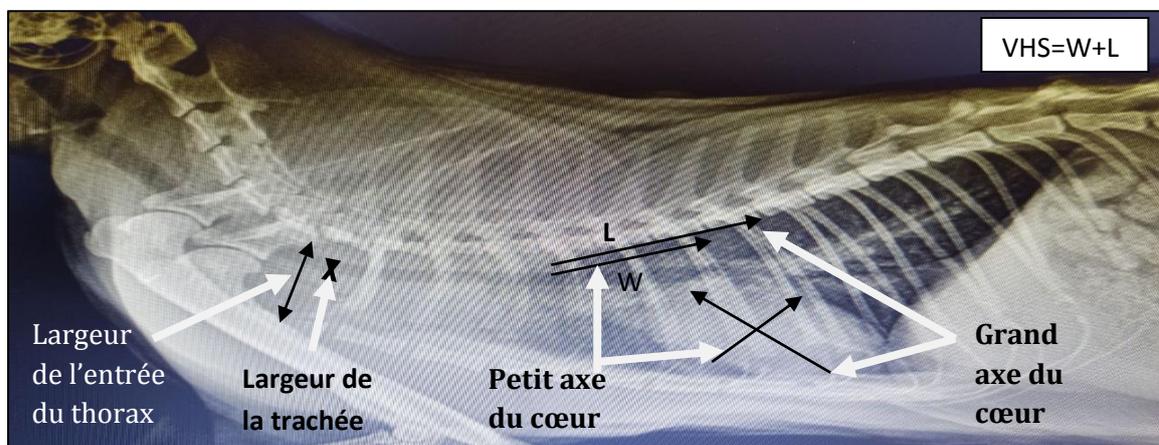


Figure 45 : Cliché radiographique droit d'un chat (photo personnelle) indiquant des paramètres de taille ; L : longueur maximal du cœur ; W : Largeur maximal du cœur.

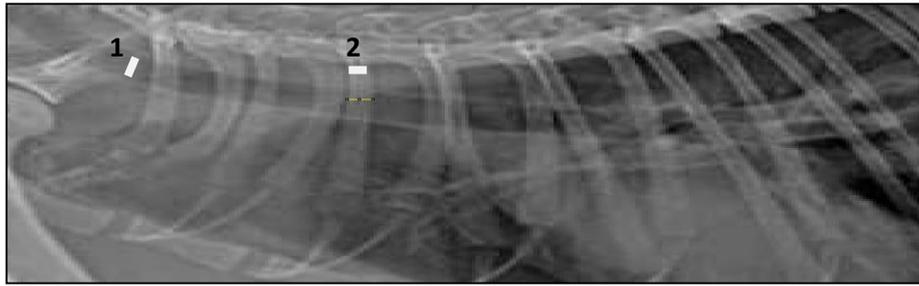


Figure 46 : Radiographie thoracique zoomé avec un logiciel de radiographie (photo personnelle); 1 : largeur de la trachée a l'entrée du thorax et 2 : largeur de la 3^{ème} côte.

1.1. Mesure des paramètres et traitement statistiques

- Pour la mesure des distances des paramètres de taille sur les clichés nous avons utilisé le logiciel « *ImageJ* » (figure 47).
- Deux types d'analyses statistiques ont été effectués : Une analyse descriptive simple pour le calcul des moyennes et des écarts types des paramètres cités ci-dessus ; nous avons utilisés le *Microsoft Excel 2007* et le logiciel de statistique « *R 4.3.0* ». Une analyse statistique inférentielle pour mettre en évidence les différences statistiques des paramètres étudiés (tailles) en fonction des paramètres de signalement (Age, sexe, poids) : Teste de « *Shapiro-wilks* » (teste de normalité), test de « *Student* », test de « *Wilcoxon* » ou le test de « *Mann and whitney* », avec un risque $P=0,05$
- Les logiciels utilisés pour les calculs : Excel 2007, le logiciel de statistique « *R* » (<https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>) (figure 47).



Figure 47 : Logiciels utilisés durant le travail expérimental.

3. Résultats

3.1. Paramètres de position

La plus part des paramètres de position sont des variables discrètes, constantes avec des écart-types nuls que se soit pour le chien ou le chat ; sauf, pour le début du cœur (DCr) et la fin du cœur (FCr), voire tableau 5.

Tableau 5: Valeurs moyennes des paramètres de position pour chats et chiens

Variables	NPc	NEIC	NV	NSt	VAC	PIT	DCr	FCr	PCrn
Moyenne chat	13	12	13	8	11	4	4	6,24	5
Moyenne chien	13	12	13	8	11	4	3,67	6,78	5

La plus part des paramètres de position chez le chat sont similaires à ceux du chien avec 13 vertèbres thoraciques (NV=13) y compris la vertèbre anticlinale à la 11^{ème} position (VAC=11) et 13 paires de cotes (NPc=13) délimitant 12 espaces intercostaux (NEIC=12) ; les paires de cotes rejoignent les 8 sternèbres du sternum (NSt=8). Les paramètres de la trachée (PIT) et (PCrn) situées à la base du cœur dans le 4^{ème} et le 5^{ème} espace intercostal respectivement (PIT=4) et (PCrn=5). La silhouette cardiaque chez le chat commence dans le 4^{ème} EIC (DCr=4) et se termine au 6^{ème} ou 7^{ème} EIC avec une moyenne de FCr=6,24 ; chez le chien la silhouette cardiaque commence dans le 3^{ème} ou 4^{ème} EIC avec un DCr=3,67 et se termine au niveau du 6^{ème} ou 7^{ème} EIC avec une moyenne de FCr=6,78 ; on constate une légère différence entre le chien et le chat.

3.2. Paramètres de taille

Les paramètres de taille sont des variables non discrètes, avec des écart-types variables pour les deux espèces chat ou chien (tableaux 6 et 7).

3.2.1. Paramètres de taille de la trachée

Chez le chat et le chien, les paramètres de taille exprimés par la moyenne et l'écart-type sont représentés sur le tableau ci dessous.

Tableau 6 : Valeurs moyennes et écart-types des paramètres de position de la trachée.

Variables	ET (mm)	Lrg-Tr (mm)	R-Tr	Lrg3cote (mm)	R LrgT/3cote
Chien	250,56 ± 19,04	57,67 ± 10,22	0,23 ± 0,03	19,67 ± 2,96	2,96 ± 0,34
Chat	147,76 ± 26,23	27,10 ± 6,21	0,18 ± 0,02	10,38 ± 2,34	2,61 ± 0,25

L'entrée du thorax mesurée en millimètre est de 250,56 ± 19,04 mm chez le chien et de 147,76 ± 26,23 mm chez le chat.

La Lrg-Tr, est de 57,67 ± 10,22 mm chez le chien et de 27,10 ± 6,21 mm chez le chat. La trachée chez le chien est plus large et représente environ le double de celle du chat.

En ce qui concerne la largeur de la 3^{ème} côte (Lrg-3côte), les chiens présentent une moyenne de $19,67 \pm 2,96$ mm alors que les chats détiennent une moyenne de $10,38 \pm 2,34$ mm. Ce paramètre, comparé à celui du chat, constitue aussi le double.

Concernant les R-Tr, une légère différence a été relevée entre les chiens et les chats de 0,05 mm en faveur de ceux des chiens ($0,23 \pm 0,03$ vs $0,18 \pm 0,02$) mm.

A-propos de la taille de la trachée par rapport à la 3^{ème} côte, elle est environ 3 fois plus grande que la largeur de la 3^{ème} côte chez le chien ($2,96 \pm 0,34$ mm) alors que, chez le chat, elle est environ 2,6 fois plus grande que la largeur de la 3^{ème} côte ($2,61 \pm 0,25$ mm).

Pour savoir si il y a une différence significative entre les différents paramètres de taille de la trachée, le test de « Wilcoxon » ou de « Mann and Whitney » avec un seuil de signification de 95% a été effectué sur l'ensemble des rangs. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Paramètres de la taille de la trachée(95%), W: valeur de Wilcoxon, *** : différence très hautement significative ($p \leq 0,001$).

Valeurs	Moyenne_Chat (mm)	Moyenne_Chien (mm)	W (test Wilcoxon)	p-value (test Wilcoxon)
ET	147,76	250,56	7,5	***
Lrg-Tr	27,10	57,67	6,5	***
R-Tr	0,18	0,23	31,5	***
Lrg-3cote	1,5	2,66	12	***
R T/3cote	2,62	2,81	72	0,30

A partir de ce tableau, nous constatons qu'il y a une différence significative entre les paramètres du chien et du chat ($P\text{-value} < 0,05$) sauf pour le rapport R T/3côte où les moyennes ne sont pas statistiquement différentes ($P\text{-value} > 0,05$).

3.2.2. Paramètres de taille de la silhouette cardiaque

Les paramètres de taille de la silhouette cardiaque varient selon l'espèce étudiée, comme indique les résultats dans le tableau ci dessous.

Tableau 8 : Moyenne et écart-types des paramètres de taille de la silhouette cardiaque.

Variables	Gaxe1 (mm)	Paxe1 (mm)	Gaxe2 (VT)	Paxe2 (VT)	VHS
Chien	$320,44 \pm 66,96$	$266,56 \pm 46,47$	$5,22 \pm 0,25$	$4,28 \pm 0,25$	$9,50 \pm 0,33$
Chat	$229,57 \pm 37,46$	$150,38 \pm 27,48$	$4,38 \pm 0,25$	$3,14 \pm 0,20$	$7,52 \pm 0,14$

Chez le chien, les moyennes du Gaxe1 et du Paxe1 sont estimées à $320,44 \pm 66,96$ mm et $266,56 \pm 46,47$ mm respectivement ; alors que chez le chat ils sont estimés à $229,57 \pm 37,46$ mm et $150,38 \pm 27,48$ mm respectivement. Pour le 2ème axe, exprimé en nombre de vertèbres, les chiens détiennent une moyenne de $5,22 \pm 0,25$ et de $4,28 \pm 0,25$ pour Gaxe2 et Paxe2 respectivement. Les résultats du VHS, exprimés en nombre de vertèbres révèlent des moyennes de $9,50 \pm 0,33$ et $7,52 \pm 0,14$ chez le chien et le chat respectivement. Comparées à celles du chien, les moyennes du chat de tous les paramètres sont inférieures à celles du chien.

Pour savoir si il y a une différence significative entre les différents paramètres de taille de la silhouette cardiaque, le test de « *Wilcoxon* » ou de « *Mann and Whitney* » avec un seuil de signification de 95% a été effectué sur l'ensemble des rangs. Les résultats obtenus sont présentés sur le tableau 9.

Tableau 9 : Paramètres de la taille de la silhouette cardiaque(95%), W : valeur de Wicoxon, *** : différence très hautement significative ($p \leq 0,001$)

Valeurs	Moyenne (mm)chat	Moyenne (mm)chien	W (test of wilcoxon)	P-value (wilcoxon test)
Gaxe1	229,57	320	27	***
Paxe1	150,38	266,56	21	***
Gaxe2	4,38	5,22	5	***
Paxe2	3,14	4,28	0	***
VHS	7,52	9,5	0	***

A partir de ce tableau, nous voyons très claire qu'il y a des différences statistiques significatives entre les paramètres du chien et du chat en ce qui concerne la taille de la silhouette cardiaque ($P\text{-value} < 0,05$).

3.3. Paramètres de signalement

Les paramètres de signalement (espèces et sexe) sont considérés comme des facteurs auxquels dépendent les autres paramètres, tandis que le poids et l'âge sont des paramètres quantitatifs dont les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Valeurs moyennes et écart-types des paramètres de signalement de l'échantillon.

Espèces	Poids (kg)	Age (mois)
Chien	$25,89 \pm 4,35$	$34,67 \pm 19,85$
Chat	$4,04 \pm 1,11$	$42,14 \pm 27,32$

Sans prendre en considération le sexe dans notre échantillon, le poids moyen des chiens est de $25,89 \pm 4,35$ Kg pour un âge moyen de $34,67 \pm 19,85$ mois, alors que les chats présentent un poids moyen de $4,04 \pm 1,11$ kg pour un âge moyen de $42,14 \pm 27,32$ mois. Comparés aux paramètres du chien, nous constatons que les chats sont plus âgés que les chiens ($42,14 \pm 27,32$ vs $34,67 \pm 19,85$ en mois), alors que les chiens sont plus lourds que les chats ($25,89 \pm 4,35$ vs $4,04 \pm 1,11$ en kg).

3.4. Influences des facteurs de signalement sur les paramètres de la taille

Pour mettre en évidence l'effet des facteurs de signalement sur les paramètres de la taille pour la trachée et la silhouette cardiaque, des tests des *Student* ou de *Mann & Whitney* à 5% de risque ont été mis en œuvre suivant l'état de normalité de distribution des données. Pour les tests de normalité, nous avons opté pour le test non paramétrique de *Shapiro Wilks* à 5% de risque (voir tableaux ci-dessous).

3.4.1. Influence des facteurs de signalement sur les paramètres de la taille de la trachée

3.4.1.1. Effet du sexe sur les paramètres de la taille de la trachée

Dans notre échantillon, nous avons 12 chattes et 9 chats. Les résultats des tests cités ci-dessus sont présentés sur le tableau 11.

Tableau11 : Influence du sexe sur les paramètres de la trachée. M: mâle, F: femelle, P: Probabilité, W : indice observé du test de *Mann & Whitney* (MW), T: T de *Student*. Tous les tests ont été réalisés à 5% de risque.

Paramètres	Sexe	Valeur moyenne	P (Shapiro wilk)	T (Student)	df	P (Student)	W (MW)	P (MW)
ET (mm)	M	19,88889	0,5804	0,41721	19	0,6812	—	—
	F	19,25000	0,7708					
Lrg-Tr (mm)	M	3,8529	0,09192	—	—	—	61	0,6223
	F	3,65789	0,00521					
R-Tr	M	0,1944444	0,6578	0,13927	19	0,8907	—	—
	F	0,1925000	0,2529					

M : mâle F : femelle

Les résultats du ce tableau montrent clairement qu'il n'y a pas effet du sexe sur les paramètres de la trachée ($P > 0,05$).

3.4.1.2. Effet de l'âge sur les paramètres de la taille de la trachée

Pour mettre en évidence de l'effet de l'âge sur les paramètres de la trachée, nous avons groupé les données en deux classes : Une classe d'individus ayant un âge inférieur ou égale à vingt-quatre mois (âge ≤ 24 mois) avec 11 individus et une classe pour les individus ayant un âge supérieur à vingt-quatre mois (âge > 24 mois) avec 10 individus. Les résultats des tests cités ci-dessus sont présentés sur le tableau 12.

Tableau12 : Influence de l'âge sur les paramètres de la trachée. Age (≤ 24 mois, > 24 mois), P : Probabilité, W : indice observé du test de *Mann & Whitney* (MW), T :T de *Student*. Tous les tests ont été réalisés à 5% de risque.

Paramètres	Sexe	Valeur moyenne	P (Shapiro Wilk)	T (Student)	df	P (Student)	W (MW)	P (MW)
ET	M	≤ 24 : 18,727	≤ 24 : 0,5458	-1,1339	19	0,2709	—	—
	F	> 24 : 20,400	> 24 : 0,4021					
Lrg-Tr	M	≤ 24 : 3,54545	≤ 24 : 0,002499	—	—	—	39,5	0,26
	F	> 24 : 3,95	> 24 : 0,0527					
R-Tr	M	≤ 24 : 0,19444	≤ 24 : 0,3261	-0,2302	19	0,8204	—	—
	F	> 24 : 0,19250	> 24 : 0,1526					

M : mâle F : femelle

Les résultats de ce tableau montrent clairement qu'il n'y a pas effet de l'âge sur les paramètres de la trachée ($P > 0,05$).

3.4.1.3. Effet du poids sur les paramètres de la taille de la trachée

Pour mettre en évidence de l'effet du poids sur les paramètres de la trachée, nous avons groupé les données en deux classes : Une classe de chats ayant un poids inférieur ou égale à quatre kg (poids ≤ 4 kg) avec 13 individus et une classe pour les individus ayant un âge supérieur à quatre kg (poids > 4 kg) avec 8 individus. Les résultats des tests cités ci-dessus sont présentés sur le tableau 13.

Tableau13 : Influence du poids sur les paramètres de la trachée. Poids ($\leq 4\text{kg}$, $>4\text{kg}$), P : Probabilité, W : indice observé du test de *Mann & Whitney* (MW), T : T de *Student*. Tous les tests ont été réalisés à 5% de risque.

Paramètres	Sexe	Valeur moyenne	P (Shapiro Wilk)	T (Student)	df	P (Student)	W (MW)	P (MW)
ET	M	$\leq 4\text{kg}$: 18,923	$\leq 4\text{kg}$: 0,6018	-1,0338,	19	0,3142	—	—
	F	$>4\text{kg}$: 20,500	$>4\text{kg}$: 0,07143					
Lrg-Tr	M	$\leq 4\text{kg}$: 3,577	$\leq 4\text{kg}$: 0,00619	—	—	—	38,5	0,3154
	F	>4 : 4	$>4\text{kg}$: 0,0297					
R-Tr	M	$\leq 4\text{kg}$: 0,19230	$\leq 4\text{kg}$: 0,3597	-0,18931	19	0,8519	—	—
	F	>4 : 0,1950000	$>4\text{kg}$: 0,8952					

M : mâle F : femelle

Les résultats de ce tableau montrent clairement qu'il n'y a pas d'effet du poids sur les paramètres de la trachée ($P > 0,05$).

3.4.2. Influence des facteurs de signalement sur les paramètres de la taille du cœur

Pour étudier l'effet des paramètres de signalement sur les paramètres de la taille du cœur, nous avons suivi les mêmes critères de répartition des groupes en fonction des facteurs sexe, âge et poids. Le nombre des individus des classes est le même pour chaque facteur.

3.4.2.1. Effet du sexe sur les paramètres de la taille du cœur

Les résultats des tests statistiques cités ci-dessus sont présentés sur le tableau 14.

Tableau14 : Influence du sexe sur les paramètres de la silhouette cardiaque. M : mâle, F : femelle, P : Probabilité, W : indice observé du test de *Mann & Whitney* (MW), T : T de *Student*. Tous les tests ont été réalisés à 5% de risque.

Paramètres	Sexe	Valeur moyenne	P (Shapiro Wilk)	T (Student)	df	P (student)	W (MW)	P (MW)
Gaxe1	M	32,22	0,9072	0,4781	19	0,638	—	—
	F	31,08	0,6984					
Paxe1	M	22,78	0,6241	—	—	—	72,5	0,1983
	F	19,08	0,02976					
Gaxe2	M	4,311	0,07244	—	—	—	60,5	0,6613
	F	4,267	0,01134					
Paxe2	M	3,233	0,0518	—	—	—	55,5	0,9397
	F	3,233	0,003642					
VHS	M	7,544	0,1705	—	—	—	61	0,6316
	F	7,500	0,03065					

M : mâle F : femelle

Les résultats de ce tableau montrent clairement qu'il n'y a pas d'effet du sexe sur les paramètres de la trachée ($P > 0,05$).

3.4.2.2. Effet de l'âge sur les paramètres de la taille du cœur

Les résultats des tests statistiques cités ci-dessus sont présentés sur le tableau 15.

Tableau15 : Influence de l'âge sur les paramètres de la silhouette cardiaque. Age (≤ 24 mois, > 24 mois), P : Probabilité, W : indice observé du test de *Mann & Whitney* (MW), T :T de *Student*. Tous les tests ont été réalisés à 5% de risque.

Paramètres	Sexe	Valeur moyenne	P (Shapiro Wilk)	T (Student)	df	P (Student)	W (MW)	P (MW)
Gaxe1	M	≤ 24 : 29,545	≤ 24 : 0,4686	-1,9655	19	0,06415	—	—
	F	> 24 : 33,800	> 24 : 0,4092					
Paxe1	M	≤ 24 : 18,55	≤ 24 : 0,007837	—	—	—	34,5	0,1567
	F	> 24 : 23,0	> 24 : 0,794					
Gaxe2	M	≤ 24 : 4,311	≤ 24 : 0,005762	—	—	—	35	0,1583
	F	> 24 : 4,267	> 24 : 0,07184					
Paxe2	M	≤ 24 : 3,30	≤ 24 : 0,003816	—	—	—	68,5	0,33
	F	> 24 : 3,16	> 24 : 0,001179					
VHS	M	≤ 24 : 7,491	≤ 24 : 0,01936	—	—	—	47,5	0,6089
	F	> 24 : 7,550	> 24 : 0,05148					

M : mâle F : femelle

Les résultats de ce tableau montrent clairement qu'il n'y a pas d'effet de l'âge sur les paramètres de la silhouette cardiaque ($P > 0,05$).

3.4.2.3. Effet du poids sur les paramètres de la taille du cœur

Les résultats des tests statistiques cités ci-dessus sont présentés sur le tableau 16.

Tableau16 : Influence du poids sur les paramètres de la silhouette cardiaque. Poids (≤ 4 kg, > 4 kg), P : Probabilité, W : indice observé du test de *Mann & Whitney* (MW), T :T de *Student*. Tous les tests ont été réalisés à 5% de risque.

Paramètres	Sexe	Valeur moyenne	P (Shapiro Wilk)	T (Student)	df	P (Student)	W (MW)	P (MW)
Gaxe1	M	≤ 4 kg: 30,25	≤ 4 kg: 0,4686	-1,416	18,96	0,1729	—	—
	F	> 4 kg: 33,33	> 4 kg: 0,4092					
Paxe1	M	≤ 4 kg: 19,42	≤ 4 kg: 0,0309	—	—	—	43	0,453
	F	> 4 kg: 22,33	> 4 kg: 0,7478					
Gaxe2	M	≤ 4 kg: 4,175	≤ 4 kg: 0,0022	—	—	—	29	0,0736
	F	> 4 kg: 4,433	> 4 kg: 0,1447					
Paxe2	M	≤ 4 kg: 3,333	≤ 4 kg: 0,0314	—	—	—	77,5	0,0819
	F	> 4 kg: 3,1	> 4 kg: 0,0005					
VHS	M	≤ 4 kg: 7,508	≤ 4 kg: 0,0887	-0,2303	18,29	0,8204	—	—
	F	> 4 kg: 7,533	> 4 kg: 0,0548					

M : mâle F : femelle

Les résultats de ce tableau montrent clairement qu'il n'y a pas d'effet du poids sur les paramètres de la silhouette cardiaque ($P > 0,05$).

4. Discussion

Nous rappelons que notre étude avait pour objectif la détermination des paramètres radiographiques normaux de la région thoracique et l'étude de l'effet des facteurs : Age, la race, poids et l'espèce ; pour cela et après nos calculs sur les clichés obtenus nous avons constaté que les paramètres de position (NPc, NEIC, NV, NSt, VAC, PIT, PCrn) sont identiques chez les chiens et les chats. Chez les chiens et les chats, la structure squelettique du thorax se compose de 13 paires de côtes et 12 espaces intercostaux, de 13 vertèbres, et 8 sternèbres (19) ; avec une légère différence estimée de 0,33 dans DCr et de 0,5 dans FCr entre le chat et le chien. Chez le chat, on a trouvé que la silhouette cardiaque occupe 2,24 EIC en moyenne générale alors que chez le chien elle occupe en moyen 3,11 EIC, cela signifie que nos résultats sont inclus dans les intervalles trouvés dans la littérature, c'est à dire que sur une radiographie latérale d'un chat, la silhouette cardiaque charge 2 à 2,5 EIC et chez le chien elle occupe un espace de 2,5 à 3,5 EIC. Cette légère différence entre le chat et le chien est le résultat des variations anatomiques de la silhouette cardiaque (voir tableau2) (5).

En ce qui concerne les paramètres de taille, premièrement pour la trachée, nous avons mesuré l'entrée du thorax (ET), la largeur du thorax (Lrg-Tr), le rapport de la trachée (R-Tr), le rapport de la largeur de la trachée sur la largeur de la 3^{ème} côte (R Tr/Lrg 3côte) et la largeur de la 3^{ème} côte (Lrg 3côte) chez les chiens et les chats. Nous avons observé que la taille de l'ET, la Lrg-Tr et la Lrg-3côte, sont plus grandes chez les chiens que chez les chats allant jusqu'au double de cette dernière, et nous avons prouvé par la suite par une réalisation d'une analyse statistique (calcul des indicateurs statistiques) qu'il existe une différence hautement significative de l'ET, la Lrg- Tr, la Lrg-3côte et le R-Tr entre les chiens et les chats. Ce qui correspond aux résultats par THRALL et ROBERTSON (16).

Pour le R-Tr, nous avons trouvé une moyenne proche de 0,2 chez les chiens ce qui correspond à $0,2 \pm 0,03$ qui est évoqué par THRALL et ROBERTSON (16). Tandis que pour le R Tr/Lrg 3côte, nous avons trouvé que la différence est non significative entre le chat et le chien par le biais du test de *Wilcoxon* (Tableau 7) on a également trouvé la taille de la trachée par rapport à la 3^{ème} côte est environ 3 fois plus grande que la largeur de la 3^{ème} côte chez le chien alors que chez le chat, elle est environ de 2,6 fois plus grande, ceci renforce ce qui a été dit que la largeur de la trachée est 3 fois la largeur de la 3^{ème} côte (16). Par la suite, nous avons passé à la mesure des paramètres de taille de la silhouette cardiaque représentés par : la mesure de grand axe du cœur (Gaxe) et le petit axe du cœur

(Paxe) de la silhouette cardiaque en millimètre et en vertèbres thoraciques, et la mesure du VHS chez les deux espèces étudiées. Après une analyse des résultats obtenus; comparées à celles du chien, les moyennes du chat de tous les paramètres de la silhouette cardiaque sont inférieures à celles du chien. Pour cela, nous avons réussi à prouver statistiquement qu'il existe une différence entre le chat et le chien de ces paramètres qui confirme ce qui été rapporté par DENNIS que la moyenne de la taille du cœur vertébral est de $9,7 \pm 0,5$ chez les chiens, alors que chez les chats cette valeur est de $7,5 \pm 0,3$ (15).

Passant à l'étude de l'influence des facteurs âge, sexe et poids sur les paramètres de taille chez les chats, les résultats obtenus par des calculs statistiques représenter principalement par le Test de « *Student* » et le Test de « *Wilcoxon* » sur les valeurs relevées des radiographies, a démontré que les paramètres de taille de la trachée et de la silhouette cardiaque, ne sont pas influencés par le sexe. Après avoir divisé notre échantillon en deux groupes d'âge (<24 mois et >24 mois) nos résultats indiquent que l'âge n'as pas d'effet sur les autres paramètres de taille. En ce qui concerne le poids, cette fois ci notre échantillon a été divisé en un groupe qui dépasse 4kg et l'autre inférieur à 4kg, notre étude a démontré que ce dernier n'a aucune influence sur les paramètres de taille que ce soit de la trachée ou de la silhouette cardiaque.

5. Conclusion

Cette étude de 30 radiographies thoraciques a permis de déterminer les paramètres radiographiques normaux de la région thoracique chez le chat avec une comparaison avec celles du chien et l'étude de l'effet des facteurs : âge, race, poids et espèce sur ces paramètres. Cette expérimentation a montré l'importance des bases radio-anatomiques pour l'interprétation d'un cliché radio-thoracique et de connaître les variations radio-anatomique sur un cliché.

Nous avons pu constater au cours de notre travail que la bonne prise d'une radiographie est primordiale afin de déterminer les paramètres de signalement, paramètres de positionnement, paramètres de taille de la trachée, paramètres de taille de la silhouette cardiaque et les comparer avec les résultats expérimentales de notre travail. Donc, cette étude offre aux médecins vétérinaires une source de données des paramètres radiographiques thoraciques normaux chez le chat et le chien et elle renseigne sur l'influence de l'âge, le sexe et le poids sur une radiographie. Cette étude a également jeté la lumière sur les variations anatomiques et les différences radiographiques entre le chat et le chien.

Il est donc pertinent avant de faire une interprétation ou donner un diagnostic, de s'assurer que les anomalies, si elles sont présentes sur le cliché radiographique, ne sont pas des variations radio-anatomique d'espèce, d'âge, de poids, de sexe ou de la race.

Comme il est important de connaître les normes ou les valeurs physiologiques chez les chats et les chiens avant de dire qu'il s'agit d'une cardiomégalie ou d'une hypertrophie de la trachée ou autres.

En raison du développement rapide en médecine des carnivores domestiques et le changement qui puisse survenir, il serait donc intéressant de réévaluer les données au futur afin d'être à jour avec les nouvelles radiographies et les nouvelles races de chat et de chien en Algérie.

6. Perspectives et recommandations

La prise d'un cliché radiographique est une procédure simple et rapide mais qui nécessite beaucoup de précision et de base en radiologie. La radio-anatomie est la base de l'interprétation des clichés et est autant importante qu'il ne faut négliger pour passer à la radio-sémiologie, il est préconisé de connaître les bases anatomiques des paramètres de position et de taille de l'espèce sur un cliché radiographique et de savoir différencier entre les différents espèces, âges, sexes et poids. Il est recommandé aux vétérinaires de se référer à une base de données des normes de différents paramètres radiographiques et de mettre en évidence toutes les variations anatomo-physiologiques pour pouvoir identifier tout changement anormal ou pathologique et pouvoir dépister les cas et donner un bon diagnostic. Nous avons montré dans cette étude l'importance accrue de la radio-anatomie et les variations anatomo-physiologiques rencontrer dans un cliché radiographique thoracique, ainsi que l'intérêt d'apporter des données de signalement de l'animal afin de déterminer les effets de l'âge, le sexe et le poids sur la radiographie. Donc, une lecture convenable et une bonne interprétation d'une radiographie thoracique nécessite une bonne compétence d'un médecin vétérinaire en radiologie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Fusellier M, Jossier R. RADIOLOGIE CANINE ET FELINE UN AN POUR SE PERFECTIONNER. Angers (France):MED'COM; 2018. 334 p.
2. Kealy JK, Mc Allister H. Diagnostic radiology & ultrasonography of the dog and cat. 978-2354030117. St. Louis, Mo (Etats uni): Elsevier Saunders; 2005. 512 p.
3. Holloway A, McConnell F. BSAVA Manual of Canine and Feline Radiography and Radiology. 978-1905319442. Quedgelzy (England): British Small Animal Veterinary Association; 2013.393p.
4. Admin. CHEST RADIOGRAPH (X-RAY) FOR CATS | The Big Easy Animal Hospital [Internet]. [consulté le 27/12/ 2022].USA. Disponible sur: <https://tbeah.com/blog/2018/07/17/chest-radiograph-x-ray-for-cats/>
5. Schwarz T, Johnson V. BSAVA manual of canine and feline thoracic imaging. 978-0-905214-97-9. Quedgeley (uk): British small animal veterinary association; 2008. 403p.
6. Yannick R. RADIOGRAPHIE THORACIQUE CN ET CT. ENVA service d'imagerie; YANNICK .R, REGINE SISTIAGA et JACQUES RUSCEL, 1999. CD-Rom
7. Fusellier M, Jossier R. Radiologie canine et féline, un an pour se perfectionner. Bulletin de l'Académie Vétérinaire: MED'COM; 2019;172p 186p.
8. Muhlbauer M, Kneller S. Radiography of the dog and cat: Guide to making and interpreting radiographs.978-1-1185-4747-2. Iowa (USA): Wiley-Blackwell;2013.514p.
9. Le Manuel Du Vétérinaire - Volume 08 imagerie médical. 9782294752582. Edinburgh (UK): EMC ; 2019. 171p
10. Easton S. Veterinary radiography: a workbook for students.978-0750688383. Edinburgh (UK): Elsevier Health Sciences; 2006. 122 p.
11. Agraaham. Small Animal Thoracic Radiography [Internet]. Britain:Today's Veterinary Practice. 2011; [consulté le 25 déc 2022]. Disponible sur: <https://todaysveterinarypractice.com/radiology-imaging/small-animal-thoracic-radiography/>
12. Donald E, Roberson D. Atlas of normal radiographic anatomy & anatomic variants in the dog and cat. 978-1-43377-0178-4. Missouri (USA):ELSEVIER;2011.227p.

13. Donald ET. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. 978-1455703647. North Carolina (USA): ELSEVIER;2012.848p.
14. Robert O'Brien. Thoracic radiology for the small animal. 1-893441-08-3.(USA):TNM;2001.149p.
15. Dennis R. Handbook of small animal radiology and ultrasound: Techniques and differential diagnoses. 978-0702028946. Edinburgh ; New York (USA): Churchill Livingstone/Elsevier; 2010. 370 p.
16. Thrall DE, Robertson ID. Atlas of normal radiographic anatomy & anatomic variants in the dog and cat. Edition 2. 978-0-323-31225-7. St. Louis (USA): Elsevier/Saunders; 2015. 320 p.
17. Kneller SK, Muhlbauer MC. Radiography of the Dog and Cat: Guide to making and interpreting radiographs. 978-1118547472. Iowa(USA) : Wiley-Blackwell ; 2013. 514p
18. Wilfried M. Guide Pratique de Radiographie Canine et Féline.edition. 2-914738-19-6. (France): MED'COM;2003.320p.
19. Orton EC, Monnet E. Small animal thoracic surgery.978-1-118-4341-0.Colorado (USA): WILEY Blackwell; 2018. 260p.

Annexes

Abstract: thoracic radio-anatomy of the cat

1. Introduction

Even if many means of imagery are developed, the thoracic radiography nowadays stills the most accessible test and the most used medical imaging examination test in veterinary medicine in addition to a clinical examination. Although new examination methods are becoming more popular, mastering solid knowledge of radiography is an essential basis for responding to most practical clinical situations(1). The chest X-ray is an examination of choice and of first intention for respiratory and digestive disorders(2).

2. Bibliographic part:

A chest X-ray can visualize the tissues, organs, and bones that lie beneath the skin of the chest cavity; it is recommended for any animal having difficulty breathing, in case of suspected heart or lung disease. They are also indicated in geriatric patients and in patients susceptible to cancer, or who have suffered significant trauma(3). However, a combination of optimal radiographic techniques and a logical approach to interpretation will maximize the clinical information that can be obtained from chest radiographs(4). Restraint of the patient is fundamental; radiation protection should be a priority and a maximum distance from the primary beam should be maintained, lead gowns, gloves and thyroid shields should be used and stored correctly and checked regularly. Pregnant women and people under the age of 18 must not be present (5). When the X-rays are taken on a deeply anesthetized animal, it is common for the oesophagus to be slightly dilated due to the relaxation of the skeletal muscles and some different radiographic signs will appear (2). Several radiography methods are used, there are two types of radiographic film, analogue radiographic film and digital radiographic film which is currently used nowadays; the digital system is actually divided to (DR) system that is digital radiography and (CR) system that is computed radiography. Digital radiography (CR and DR) has made analogue radiography an outdated radiographic technique in terms of both production and image

quality (6). Exposure depends on both exposure time (mAs) and voltage (KV). A well-exposed X-ray shows a low-density pulmonary framework, but the framework and the pulmonary vessels are delimited (2). The preparation and proper restraint of the patient and the reduction of scatter by the use of anti-scatter grids argue in favour of improving the quality of the image (5). Therefore, for a great quality of an X-ray image; good restraint of the animal in adequate positions is necessary for an X-ray views that should be designated by the entry and exit points of the X-ray beam through the patient. A single X-ray view will provide much less information than a two- or three-view study, but may be appropriate if the patient's clinical condition dictates a brief examination. It is recommended for the evaluation of an X-ray image to make the visualization in calm under bright light of a sufficient number of good quality views, to measure in evidence the respiratory phase and to see the changes between films, to inquire about physical conditions, age and breed of the animal (5).

Huge variations exist in a normal X-ray of dogs and body type that can lead to misdiagnosis of pleural effusion or mislead the interpretation (7).

On the lateral chest radiography, generalized cardiomegaly can be assessed using the Vertebral Cardiac Scale (VHS) measurement (8). In dogs and cats radiographies there are three groups of vessels in the thorax: the aorta, caudal vena cava, pulmonary arteries and veins. Each of these groups should be examined (10). The trachea is slightly to the right of the midline in the RV and DV views and is ventral to the oesophagus. In most breeds, the intrathoracic trachea diverges from the vertebral column from the level of the thoracic inlet caudally to the carina (11). An empty oesophagus is rarely visible on x-rays. The radio-anatomical particularities between species (dogs and cats) and between breeds (log line breeds and short line breeds) and functions (inspiration, expiration) must be taken into consideration during the radiographic exploration. It is also essential to use objective assessment by estimating the size parameters of certain chest organs (8).

The pleura is very thin and merges everywhere with the adjacent soft tissues except in the interlobar fissures, where it is in contact only with the lung. Thin pleural lines between the lobes are sometimes visible (9). About the interpretation; the lungs are the the most important organs to observe, the main consideration when looking at X-rays is to see if the lungs are too opaque or too clear and an excess fat accumulation in the caudal mediastinum between the right accessory pulmonary lobe and the caudal left pulmonary lobe in obese patients may seen as a pleural fissure (7).

The chest wall is composed of skin, fat, subcutaneous and inter-costal muscles, parietal pleura, vessels and nerves. The spine, ribs, costal cartilages and sternum provide rigid support for the soft tissues of the rib cage. Careful inspection of extra-thoracic soft tissues and bony structures is always necessary and important also in the radio-thoracic (9).

3. Experimental part

3.1. Material

The experimental work was carried out in two veterinary clinics; "Jardin D'essai" and "N Hafiz", located in Algiers during the year 2022-2023. Both clinics have X-ray machines for exploration purposes. To take pictures, we used digital X-ray devices using the "CR" method and animal restraint equipment for immobilization (muzzles, sandbags).

Cats are the main target animals of our work. Dogs are the secondary target animals whose objective is to highlight the effect of the species on the radiographic parameters. All the animals (30 cases) are healthy and are admitted for radiographic research reasons.

3.2. Methods

The anatomical region of interest is the thoracic region. The images were taken in profile that is to say on animals placed in lateral side. Bad quality images have been redone for better reading. All snapshots are saved for data collection. The data collected on the X-rays relate to 3 types of parameters: Signalement, position and size parameters.

To measure the distances of the size parameters on the images, we used the "ImageJ" software. Two types of statistical analyzes were carried out: A simple descriptive analysis for calculating the means and standard deviations of the parameters; we used *Microsoft Excel 2007* and the "R 4.3.0" statistical software. An inferential analysis for meter highlights the statistical differences of the parameters studied (sizes) according to 3 factors (Age, sex, weight): "*Shapiro-wilks*" (normality test), "*Student test*", "*Wilcoxon*".

3.3. Results

The average weight of dogs is 25.89 ± 4.35 Kg for an average age of 34.67 ± 19.85 months, while cats have an average weight of 4.04 ± 1.11 kg for an average age of 42.14 ± 27.32 months. Compared to dog parameters, we find that cats are older than dogs ($42.14 \pm$

27.32 vs 34.67 ± 19.85 in months), while dogs are heavier than cats (25.89 ± 4.35 vs 4.04 ± 1.11 in kg).

The entry of the thorax measured in mm is 250.56 ± 19.04 in dogs and 147.76 ± 26.23 in cats. The Lrg-Tr in dogs is 57.67 ± 10.22 mm and 27.10 ± 6.21 mm in cats; the trachea in the dog is wider than that of the cat, it constitutes approximately the double. Regarding the width of the 3rd dimension (Lrg-3cote), dogs have an average of 19.67 ± 2.96 mm while cats have an average of 10.38 ± 2.34 mm. This parameter, compared to that of the cat, is also double. Regarding the R-Tr a slight difference was noted between dogs and cats of 0.05 mm in favor of those of dogs (0.23 ± 0.03 vs 0.18 ± 0.02) mm. About the size of the trachea in relation to the 3rd rib, it is about 3 times larger than the width of the 3rd rib in dogs (2.96 ± 0.34 mm) while, in cats, it is about 2.6 greater than the width of the 3rd dimension (2.61 ± 0.25 mm).

In dogs, the averages of Gaxe1 and Paxe1 are estimated at 320.44 ± 66.96 mm and 266.56 ± 46.47 mm respectively; while in the cat they are estimated at 229.57 ± 37.46 mm and 150.38 ± 27.48 mm respectively. For the 2nd axis, expressed in number of vertebrae, the dogs have an average of 5.22 ± 0.25 and 4.28 ± 0.25 for Gaxe2 and Paxe2 respectively. The results of the VHS, expressed in number of vertebrae reveal averages of 9.50 ± 0.33 and 7.52 ± 0.14 in dogs and cats respectively. Compared to those of the dog, the averages of the cat of all the parameters are lower than those of the dog

ET values in cats calculated in mm are between 96 and 192 with an average of 147.8 ± 30.88 and Lrg-Tr values are between 15 and 41; the mean is 25 ± 7.76 . The R-Tr was calculated in the same individual and the tracheal ratio was found to be between 0.15 and 0.22, with an average of 0.18 ± 0.02 .

In cats; the Gaxe1 and the Paxe1 calculated in mm, have an average of 229.6 ± 49.14 and 150.4 ± 34.46 respectively; with an interval of [130; 326] for Gaxe1 and an interval of [93; 230] for Paxe1. In cats; the VHS calculated from the Gaxe and Paxe of the cardiac silhouette, have an average of 7.52 ± 0.24 , with a minimum of 7.5 and a threshold of 8.

According to student test and wilcoxon test on cats, we obtained values higher than 0,05 so the sex does influence neither the parameters tracheal size nor the heart size parameters.

About the age and the weight factors, we devised the cat's age on two categories (under 24 months and above 24 months) and cat's weights in two categories also (under 4 kg and

above 4 kg) so the results showed that there is no influence of the age or weight on cat's size parameters

3.4. Discussion

We recall that our study aimed to determine the normal radiographic parameters of the thoracic region and study the effect of factors: Age, race, weight and species; for this and after our calculations on the X-rays obtained, we found that the position parameters are identical in dogs and cats. In dogs and cats the skeletal structure of the thorax consists of 13 pairs of ribs and 12 intercostal spaces, 13 vertebrae, and 8 sternbrae (12); with an estimated slight difference of 0.33 in DCr and 0.5 in FCr between cats and dogs. This slight difference between the cat and the dog is the result of the anatomical variation of the cardiac silhouette in the species observed on radiography images (5). Regarding the size parameters; First for the trachea, we measured the entrance to the thorax, the width of the thorax, the trachea ratio, the ratio of the width of the trachea to the width of the 3rd rib and the width of the 3rd rib in dogs and cats and we observed a difference in the size of the ET, the Lrg-Tr and the larg3cot, which are larger in dogs than in cats constituting almost double what actually does which corresponds to the research mentioned by THRALL and ROBERTSON (7). this was subsequently proven by carrying out the statistical analysis which revealed a highly significant difference for the ET, the Lrg-Tr, the Lrg3cote and the RTr which has already been mentioned as the width ratio trachea/width of the middle of the is 0.2 ± 0.03 (7) and a non-significant difference for the ratio of the width of the trachea to the width of the 3rd rib of which we found the size of the trachea in relation to the 3rd rib is about 3 times larger than the width of the 3rd rib in the dog while, in the cat, it is about 2.6 larger than the width of the 3rd rib, this reinforces what has been says that the width of the trachea is 3 times the width of the 3rd rib (11). Thereafter, we moved on to the measurement of the size parameters of the cardiac silhouette represented by: the measurement of the Gaxe and Paxe of the cardiac silhouette in millimeters and in thoracic vertebrae, and the measurement of the VHS in the two species studied, after an analysis of the results obtained; compared to those of the dog, the averages of the cat of all the parameters of the cardiac silhouette are lower than those of the dog. For this, we have successfully proven statistically that there is a difference between the cat and the dog of these parameters which reinforces what was said by DENNIS that the average size of the vertebral heart is 9.7 ± 0.5 in dogs, while in cats this value is 7.5 ± 0.3 (8).

about the study of the influence of the factors age, sex, weight on the parameters of size in the cats, the results obtained by statistical calculations on the values taken from the x-rays showed that for the trachea, we took the same previous parameters and we analyzed the effect of the three factors, gender, age and weight, our exploration has shown that there is no influence on all size parameters, whether of the trachea or the cardiac silhouette.

3.5. Conclusion

This anatomical and statistical study of 30 thoracic radiographs made it possible to determine the normal radiographic parameters of the thoracic region in cats with a comparison with that of dogs; and the study of the effect of factors: Age, race, weight and species on these parameters. This experiment shows the importance of the radio-anatomical bases for the interpretation of a radio-thoracic X-ray and to know the radio-anatomic variations on an X-ray; this study provides veterinarians with a data source of normal chest radiographic parameters in cats and dogs. It is therefore relevant before making an interpretation or giving a diagnosis; to ensure that the anomalies, if they are present on the X-ray, are not radio-anatomical variations of species, age, weight, sex or race. It is important to know the norms or physiological values in Cats and dogs before saying that it is cardiomegaly or an enlarged trachea or others.

References list

1. Wilfried M. Guide Pratique de Radiographie Canine et Féline.edition. 2-914738-19-6. (France): MED'COM;2003.320p.
2. Fusellier, Jossier. RADIOLOGIE CANINE ET F2LINE UN AN POUR SE PERFECTIONNER. Angers (France):MED'COM; 2018. 334 p.
3. admin. CHEST RADIOGRAPH (X-RAY) FOR CATS | The Big Easy Animal Hospital [Internet]. [consulted 27 dec 2022]. Disponible sur: <https://tbeah.com/blog/2018/07/17/chest-radiograph-x-ray-for-cats/>
4. Holloway A, McConnell F. BSAVA Manual of Canine and Feline Radiography and Radiology. 978-1905319442.Quedgelzy (England): British Small Animal Veterinary Association; 2013.393p
5. Schwarz T, Johnson V. BSAVA manual of canine and feline thoracic imaging. 978-0-905214-97-9. Quedgeley (uk): British small animal veterinary association; 2008. 403p.
6. Muhlbauer M, Kneller S. Radiography of the dog and cat: Guide to making and interpreting radiographs.978-1-1185-4747-2. Iowa (USA): Wiley-Blackwell;2013.514p.
7. Thrall DE, Robertson ID. Atlas of normal radiographic anatomy & anatomic variants in the dog and cat. 1st ed. St. Louis: Elsevier/Saunders; 2011. 214 p.
8. Dennis R. Handbook of small animal radiology and ultrasound: Techniques and differential diagnoses. 978-0702028946. Edinburgh; New York (USA): Churchill Livingstone/Elsevier; 2010. 370 p.
9. Donald E.Thall. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. 978-1455703647. North Carolina (USA): ELSEVIER;2012.848p.
10. Robert T.O'Brien. Thoracic radiology for the small animal. 1-893441-08-3.(USA):TNM;2001.149p
11. Thrall DE, Robertson I D. Atlas of normal radiographic anatomy & anatomic variants in the dog and cat. 978-0-323-31225-7. St. Louis (USA): Elsevier/Saunders; 2015. 214 p.
12. Orton E C, Monnet E. Small animal thoracic surgery.978-1-118-4341-0.Colorado (USA): WILEY Blackwell; 2018. 260p.

BOUDEBBOUZ Nedjoua

Université de Blida- 1 / Institut des Sciences Vétérinaires

Promoteur : Dr HARKAT S

Radio-anatomie thoracique chez le chat

Résumé :

La radiologie est un examen complémentaire couramment utilisé pour mener au investigations de diagnostic. Il existe deux types de films radiographiques, analogique et numérique (DR ou CR). Pour fournir une bonne qualité radiographique, une bonne contention de l'animal est nécessaire pour deux vues orthogonales minimum, aussi l'appréciation de la densité, le contraste, la netteté et la grille anti diffusante. Cependant la radioprotection est indispensable. Il est donc important de maîtriser les bases techniques et la radio-anatomie du thorax ainsi que les variations par rapport à l'espèce et la race.

Une étude de 30 clichés de chats et chiens sains a été réalisée pour déterminer des paramètres radiographiques de signalement, de position et de taille du cœur et de la trachée du chat et l'influence des facteurs: âge, race, poids et espèce sur ces paramètres. Cette étude a permis de constater que la Lrg-Tr est 3 fois la Lrg 3 côte chez les chiens, chez les chats le rapport est 2,6. Le cœur d'un chat occupe maximum 2,5 EIC et chez le chien 3,5 EIC. Le VHS obtenu est de $9,5 \pm 0,33$ chez le chien et $7,54 \pm 0,13$ chez le chat. L'ET, Lrg-Tr et Lrg-3 côte d'un chien constitue le double de celle d'un chat. Il a été prouvé par cette étude que le sexe, l'âge et le poids n'ont pas d'effet sur les paramètres de taille chez les chats.

Mots clés : *Radiologie, films radiographiques, radio-anatomie, chat, chien.*