

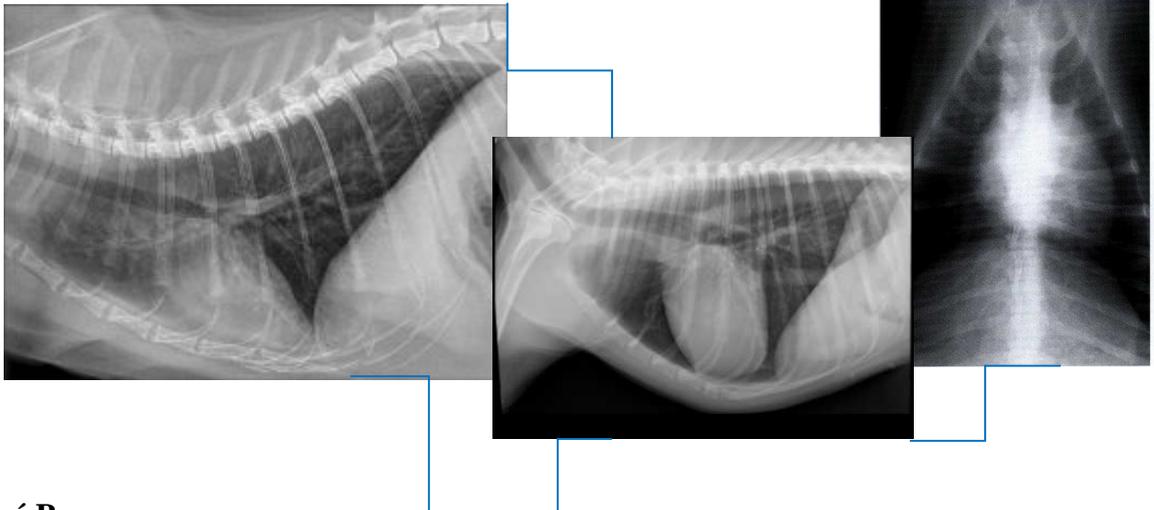
Département : CLINIQUE

Module : IMAGERIE MEDICALE

## Polycopié pédagogique

### Radiologie du thorax chez les carnivores domestiques

- Cours destinés aux étudiants de master
- Clinique chirurgie 4 et 5 ème année
- Clinique canine 4 et 5 ème année.



#### Rédigé Par :

Nom et Prénom : Zenad Ouahiba  
Grade : MCB, ENSV

#### Expertisé par

Dr Bouabdallah. R.	MCA	ENSV
Dr Remichi. H.	MCA	ENSV
Dr Sahraoui H.	MCA	Université de Blida

## Liste des figures

<b>Figure 1</b>	Spectre électromagnétique (Conchou., 2010).....	02
<b>Figure 2</b>	Radiographie du thorax vue de profil (Mai., 2003).....	03
<b>Figure 3</b>	Radiographie de l'abdomen vue de profil( O'Brien et Barr,2009).....	03
<b>Figure 4</b>	Radiographie du code vue de profil (Coulson et Lewis., 2002).....	03
<b>Figure 5</b>	Radiographie de profil radius-ulna de chien (Brinker <i>et al.</i> , 1994).....	04
<b>Figure 6</b>	Radiographies de face du thorax d'un chien (Bushberg <i>et al.</i> , 2002).....	05
<b>Figure 7</b>	Radiographies du thorax d'un chien vue de profil (Bushberg <i>et al.</i> , 2002).....	05
<b>Figure 8</b>	Flou cinétique d'une radiographie de profil du bassin chez le chien (Bushberg <i>et al.</i> , 2002).....	06
<b>Figure 9</b>	développement des films radiographiques conventionnels (Conchou., 2010) (Conchou., 2010).....	08
<b>Figure10</b>	Radiographie numérique (Conchou., 2010).....	08
<b>Figure11</b>	Chaine de formation de l'image numérique versus conventionnelle (Bansal ,2006).....	09
<b>Figure 12</b>	Radiographie du thorax : projection latérale (Morgan <i>et al.</i> , 1981., Schwartz et Jonhson.,2008).....	12
<b>Figure 13</b>	Radiographie du thorax projection dorso-ventrale (à gauche) et ventro- dorsale (à droite) (Morgan <i>et al.</i> , 1981.,Schwartz et Jonhson.,2008).....	13
<b>Figure 14</b>	Radiographie thoracique de chien; vue de profil, densité correcte et prise en inspiration. (Stambouli., 1994) .....	14
<b>Figure 15</b>	Radiographie thoracique de chien ; vue de profil. (Stambouli., 1994) .....	14
<b>Figure 16</b>	Radiographie thoracique de chien ; vue de profil. (Stambouli., 1994) .....	14
<b>Figure 17</b>	Radiographie thoracique de chien ; vue de profil. (Stambouli., 1994) .....	15
<b>Figure 18</b>	Radiographie du chien. Superposition des côtes (flèches). à leur origine (positionnement correct de l'animal ; thorax normal) (Stambouli., 1994).....	15
<b>Figure 19</b>	Radiographie thoracique de chien ; vue de face (ventro-dorsale) (Stambouli.,1994)....	16
<b>Figure 20</b>	Radiographie thoracique du chien vue de face (dorso-ventrale) (Stambouli., 1994) .....	16
<b>Figure 21</b>	Radiographie du larynx de chien (vue de profil). .(Kealy et Mcallister., 2008).....	17
<b>Figure 22</b>	Radiographies thoraciques (vues de profil) d'un chien teckel (Stambouli., 1994) .....	18
<b>Figure 23</b>	Radiographies thoraciques (vues de profil et de face) d'un chien teckel. (Morgan <i>et al.</i> , 1981 ; Suter & Lord., 1984).....	19
<b>Figure 24</b>	Aspect normal des côtes chez un chiot. (Morgan <i>et al.</i> , 1981 ; Suter et Lord., 1984) .....	19
<b>Figure 25</b>	Radiographie d'un thorax normal chez un chien âgé de 11 ans, projection de profil (Morgan <i>et al.</i> , 1981 ; Suter et Lord., 1984).....	19
<b>Figure 26</b>	Radiographies thoraciques normales chez un chien âgé et obèse. (Morgan <i>et al.</i> , 1981 ; Suter et Lord., 1984).....	20
<b>Figure 27</b>	Représentation schématique de l'aspect du diaphragme du chien sur des clichés radiographiques thoraciques de profil (Suter et Lord, 1984 ; Kealy et Mcallister., 2008).....	21
<b>Figure 28</b>	Représentation schématique de l'aspect du diaphragme du chien sur des clichés radiographiques thoraciques de face (Suter et Lord, 1984 ;Kealy et Mcallister., 2008). .....	22

<b>Figure 29</b>	Représentation schématique du médiastin du chien sur un clichés radiographiques thoraciques de profil (Conchou.,2010). ....	23
<b>Figure 30</b>	Aspect du médiastin sur une projection dorso-ventrale (Suter & Lord, 1984).	24
<b>Figure 31</b>	Radiographies thoraciques chez le chien (vues de profil) (Thrall., 2013).....	25
<b>Figure 32</b>	projection des gros troncs artificiels et des quatre cavités cardiaques sur la vue de profil (Pouchelon., 1984). ....	26
<b>Figure 33</b>	Radiographie du cœur du chien sur une vue de profil (Buchanan.,2000).....	26
<b>Figure 34</b>	Projection des gros troncs artificiels et des quatre cavités cardiaques sur la vue de face (Thrall.,2007) .....	27
<b>Figure 35</b>	Représentation de l'analogie du cadran horaire (Thrall.,2007).....	27
<b>Figure 36</b>	Radiographies de face et de profil d'un thorax normal de chien longiligne (lévrier) (Begon., 1982). ....	27
<b>Figure 37</b>	Radiographies de face et de profil d'un thorax normal de chien médioligne (berger allemand) (Begon., 1982). ....	28
<b>Figure 38</b>	Radiographies de face et de profil d'un thorax normal de chien bréviligne (boxer). (Begon., 1982). ....	28
<b>Figure 39</b>	Vues radiographiques latérales (A) et ventro-dorsales (B) montrant la position du cœur du félin (Thrall., 2013) .....	29
<b>Figure 40</b>	Radiographie latérale d'un thorax de chien. (Baines., 2008).....	30
<b>Figure 41</b>	Milieu de contraste dans les ventricules canins marquant les grands vaisseaux (Baines., 2008) .....	30
<b>Figure 42</b>	Projection anatomique des différentes parties du cœur sur des radiographies thoraciques.(Baines., 2008).....	30
<b>Figure 43</b>	Topographie des ganglions de la région thoracique (Evans et Christensen, 1979).....	31
<b>Figure 44</b>	Représentation schématique des lobes pulmonaires du chien sur une radiographie thoracique de profil. (Evans et Christensen., 1979 ; Coulson et Lewis., 2010).....	32
<b>Figure45</b>	Représentation schématique des lobes pulmonaires du chien sur une radiographie thoracique de face (Coulson et Lewis., 2008 ; Evans et Christensen., 1979).....	33
<b>Figure 46</b>	Représentation schématique de la disposition des vaisseaux pulmonaires par rapport aux bronches sur les radiographies thoraciques du chien (Mai.,2003 ; Schwartz et Jonhson,2010).....	34
<b>Figure 47</b>	l'incidence de profil du larynx chez le chien, présente une fracture de l'os hyoïde (flèche). (Kealy et Mcallister, 2008).....	35
<b>Figure 48</b>	Adénopathie médiastinale (1), trachéobronchique (2) et sus-sternale (3) chez un chien atteint d'un lymphosarcome. La projection de profil (A) et sur la projection de face (B), (Stambouli, 1994).....	36
<b>Figure 49</b>	Jabot œsophagien. sur la vue de profil , vue de face (B) et Radiographie de profil (C) avec produit de contraste ( Serrau., 2018).....	36
<b>Figure 50</b>	Vue latérale (debout) du cou d'un chien atteint d'un mégaoesophage généralisé. (Bradley, 2016).....	37
<b>Figure 51</b>	L'incidence de profil du thorax d'un chien montre un rétrécissement de la lumière trachéale (flèche),(Kealy et Mcallister.,2008).....	37
<b>Figure 52</b>	Radiographie d'un chien qui a développé une toux (Alexander., 2018).....	38
<b>Figure 53</b>	Sur l'incidence de profil, chez un chien, on note la présence d'une masse radiotransparente. (Kealy et Mcallister., 2008). ....	40
<b>Figure 54</b>	Vue de profil du thorax. Syndrome de rétention aérique chez un chat (Begon, 1996).....	41

<b>Figure 55</b>	Gros plan de la partie caudo dorsale du champ pulmonaire du chat. (Begon, 1996).....	41
<b>Figure 56</b>	Incidence de profil du thorax d'un chien atteint d'une bronchite chronique. (Kealy et Mcallister, 2008).....	42
<b>Figure 57</b>	Incidence de profil du thorax d'un chien atteint d'une broncho pneumopathie infectieuse (Begon, 1996).....	43
<b>Figure 58</b>	Gros plan de la partie centrale et dorsale du poumon du chien , montrant des images d'infiltrat péri bronchique intense ( Begon, 1996).....	43
<b>Figure 59</b>	Syndrome alvéolaire. Vue de profil (A) et de face (B) du thorax d'un chien, (Kealy et Mcallister, 2008).....	44
<b>Figure 60</b>	Image radiographique d'un bronchogramme aérique sur un cliché thoracique de profil chez un chien (Mai., 2003).....	44
<b>Figure 61</b>	Un syndrome interstitiel, étendu est présent dans les poumons, profil et face (A,B).(Kealy et Mcallister, 2008).....	45
<b>Figure 62</b>	Radiographie du thorax (face et profil) d'un berger allemand qui présentait de la toux. (Kealy et Mcallister, 2008). ....	45
<b>Figure 63</b>	Radiographie du thorax d'un rottweiler, présente une toux et une tachypnée. (Kealy et Mcallister, 2008).....	46
<b>Figure 64</b>	Radiographies d'un chat présenté une anorexie et la toux ( profil et face ) (Kealy et Mcallister, 2008).....	47
<b>Figure 65</b>	Radiographies de profil et de face: Métastases dites « en boulet de canon » fréquemment associées à l'ostéosarcome (Kealy <i>et al.</i> , 2011).....	48
<b>Figure 66</b>	Hernie diaphragmatique chez un chat. (Yayingüül <i>et al.</i> ,2019).....	49
<b>Figure 67</b>	Épanchement pleural chez un chat. Sur la projection latérale. (Jossier <i>et al.</i> ,2013). ....	51
<b>Figure 68</b>	Épanchement pleural chez un chat. Sur la projection dorso-ventrale. (Jossier <i>et al.</i> , 2013). ....	51
<b>Figure 69</b>	Pneumothorax. Sur la projection latérale droite (A), (Kealy et Mcallister, 2008). ....	52
<b>Figure 70</b>	Pneumothorax. Sur la projection de face (B), (Kealy et Mcallister, 2008).....	52
<b>Figure 71</b>	Masse médiastinale crâniale. Sur la vue de profil(A) et de face (B). Thrall,2007)	54
<b>Figure 72</b>	Lymphosarcome médiastinal chez un chat. Sur la projection de profil (A) et sur la projection de face (ventro-dorsale) (B).(Suter et Lord, 1984).....	55
<b>Figure 73</b>	Radiographie latérale droite d'un chien présentant une légère hypertrophie des ganglions lymphatiques trachéobronchiques. (Thrall., 2013).....	56
<b>Figure 74</b>	Radiographies thoraciques (profil et face). (A) et (B) d'un chien présentant un corps étranger œsophagien caudal. (Thrall, 2013).....	56
<b>Figure 75</b>	Pneumomédiastin chez un chien, projection de profil.(Faginn , 1988 ; Baines, 2008).....	57
<b>Figure76</b>	Insuffisance cardiaque gauche chez un chien .Sur la vue de profil (Jossier <i>et al.</i> ,2013). ....	58
<b>Figure77</b>	Insuffisance cardiaque gauche chez un chien. Sur la vue de face (Jossier <i>et al.</i> ,2013). ....	61
<b>Figure78</b>	Cliché radiographique de face chez un chien atteint de bronchite chronique (Dennis <i>et al.</i> , 2001).....	62
<b>Figure79</b>	Clichés radiographiques du thorax chez un chien atteint de persistance du canal artériel. Le cliché de profil . (Chetboul et Pouchelon ,1996).....	63
<b>Figure80</b>	œdème cardiogénique, vue de profil) (Chetboul et Pouchelon ,1996).....	63

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b>	Comparaison entre la radiologie conventionnelle et la radiologie numérique (Conchou., 2010).....	10
<b>Tableau2</b>	Exemple d'artéfacts techniques (Morgan <i>et al.</i> , 1981).....	13
<b>Tableau 3</b>	Densification circonscrite (Suter et Lord, 1984).....	45
<b>Tableau 4</b>	Diagnostic radiologique des masses médiastinales chez le chien (Mai,2003).	52
<b>Tableau 5</b>	Principaux aspects radiographiques d'une cardiomégalie (Chetboul et Pouchelon, 1996).....	58
<b>Tableau 6</b>	Modifications radiographiques des gros troncs artériels (Chetboul et Pouchelon ,1996).....	61
<b>Tableau 7</b>	Principales modifications radiographiques de l'insuffisance cardiaque (Pouchelon, 1994).....	63

## Liste des abréviations

<b>kV</b>	kilovolts
<b>mA</b>	Milliampérage
<b>S</b>	Temps d'exposition en secondes
<b>DV</b>	Dorso-ventrale
<b>VD</b>	Ventro-dorsale
<b>AD</b>	Atrium droit
<b>AG</b>	Atrium gauche
<b>VD</b>	Ventricule droit
<b>VG</b>	Ventricule gauche
<b>AO</b>	Aorte
<b>TP</b>	Tronc pulmonaire
<b>VCC</b>	Veine cave caudale
<b>CrVC</b>	Veine cave crâniale
<b>LS</b>	Artère sous Clavière
<b>CdVC</b>	Veine cave caudale ;
<b>MMVD</b>	Maladie valvulaire dégénérative mitrale
<b>MCD</b>	Myocardiopathie dilatée
<b>PCA</b>	Persistance de canal artériel
<b>HCM</b>	Myocardiopathies hypertrophiques
<b>RCM</b>	Myocardiopathies restrictives
<b>STAP</b>	Sténoses pulmonaires
<b>HTP</b>	Hypertension pulmonaire



# Sommaire

*Introduction* ..... 01

---

## **PREMIERE PARTIE : Bases physiques de la radiographie**

I. Généralités .....	02
II. Formation de l'image radiographique.....	02
III. Facteurs d'exposition .....	04
III.1. Qualité de l'image .....	04
III.1.1 Noircissement .....	04
III.1.2. Contraste .....	05
III.1.3. Résolution spatiale.....	05
III.2. Constantes radiographiques.....	06
III.2.1. kilovolts (kV).....	06
III.2.2 .Milliampérage (mA).....	06
III.2.3. Temps d'exposition en secondes (s) .....	07
IV. Comment se réalise une radiographie .....	07
IV.1. Radiographie conventionnelle : Technologie argentique .....	07
IV.2. Radiographie numérique.....	08
IV.3. Comparaison entre la radiologie conventionnelle et la radiologie numérique...	09

## **DEUXIEME PARTIE : Radiographie du thorax**

I. Généralités.....	11
I.1. Technique radiographique.....	11
I.1.1. Choix des constantes radiographiques.....	11
I.1.2. Grille.....	11
I.1.3. Positionnement de l'animal.....	11
I.1.3.1. Incidence latérale.....	11
I.1.3.2. Incidence de face.....	12
I.1.3.2.1. Projection dorso-ventrale.....	12
I.1.3.2.2. Projection ventro-dorsale.....	12
II. Interprétation.....	13
II.1. Évaluation de la qualité du cliché.....	13
II.1.1. Densité.....	14
II.1.2. Contraste. ....	15

II.1.3. Netteté. ....	15
II.1.4. Positionnement. ....	15
III. Méthode d'examen d'une radiographie thoracique. ....	16
IV. Aspect radiographique normal du thorax ....	17
IV.2. Larynx	17
IV.2. Limites du thorax.....	18
IV.2.1. Charpente osseuse.....	18
IV.2.1.1. Sternum et colonne vertébrale.....	18
IV.2.1.2. Côtes.....	18
IV.2.2. Tissus mous.....	20
IV.2.3. Diaphragme ....	20
IV.2.3.1. Vue de profil.....	20
IV.2.3.2. Vue de face.....	21
IV.3. Médiastin.....	21
IV.3.1. Topographie.....	21
IV.3.1.1. Médiastin crânial.....	22
IV.3.1.1.1. Vue de profil.....	22
IV.3.1.1.2. Vue de face.....	23
IV.3.1.2. Médiastin moyen ....	23
IV.3.1.3. Médiastin caudal.....	23
IV.3.2. Organes médiastinaux visibles.....	24
IV.3.2.1. Trachée.....	24
IV.3.2.2. Cœur.....	24
IV.3.2.2.1. Vue de profil.....	25
IV.3.2.2.2. Vue de face. ....	26
IV.3.2.3. Gros vaisseaux.....	29
IV.3.3. Organes médiastinaux non visibles.....	30
IV.3.3.1. Œsophage.....	30
IV.3.3.2. Nœuds lymphatiques.....	30
IV.4. Cavité pleurale.....	31
IV.5. Poumons.....	32
<b>TROISIEME PARTIE : Radiographies lésionnelles du thorax.....</b>	<b>35</b>
I. Larynx.....	35
II. Trachée.....	35
II.1. Déplacement dorsal de la trachée.....	35
II.2. Déplacement ventral de la trachée. ....	36

II.3. Hypoplasie de la trachée. ....	37
II.4. Obstruction.....	38
III. Principales affections du poumon. ....	38
III.1. Localisation des lésions.....	38
III.1.1. Localisation au champ pulmonaire.....	38
III.2. Caractérisation des lésions.....	39
III.2.1. Anomalies de la densité pulmonaire.....	39
III.2.1.1. Lésions par augmentation de la transparence pulmonaire.....	39
A. Lésions circonscrites.....	40
B. Lésions généralisées.....	40
III.2.1.2. Lésions par augmentation de la densité pulmonaire.....	41
III.2.1.2.1. Lésions disséminées.....	41
III.2.1.2.1.1.Densification de type bronchique.....	42
III.2.1.2.1.2.Densification de type vasculaire.....	43
III.2.1.2.1.3.Densification de type alvéolaire.....	43
III.2.1.2.1.4.Densification de type interstitiel.....	44
III.2.1.2.1.5.Pneumonie.....	45
III.2.1.2.1.6. Bronchopneumonie.....	46
III.2.1.2.2.Lésion circonscrite.....	46
III.2.1.2.2.1. Lésions lobaires.....	46
III.2.1.2.2.2.Lésions nodulaires (nodule ou masse).....	47
III.2.1.2.2.3.Néoplasie pulmonaire.....	47
IV. Diaphragme.....	48
IV.1.Hernie diaphragmatique ....	48
V. Principales affections pleurales.....	49
V.1. Épanchement pleural.....	49
V.1.1.Projection latérale.....	50
V.1.2.Projection de face.....	50
V.1.2.1.Projection dorso-ventrale (DV).....	50
V.1.2.2.Projection ventro-dorsale (VD) ....	50
V.2.Masses pleurales.....	51
V.3. Pneumothorax.....	51
V.3.1. Vue latérale.....	51
V.3.2.Vue de face (DV ou VD). ....	52
VI. Principales affections médiastinales.....	52
VI.1. Anomalies de taille et de forme (masses médiastinales). ....	53
VI.1.1. Médiastin crânial.....	54

VI.1.2.Masses médiastinales de la région du hile.....	55
VI.1.3. Masses médiastinales dorsales.....	56
VI. 2. Anomalies de densité.....	57
VI.2.1. Pneumomédiastin.....	57
VII. Principales anomalies cardiaques visibles en radiologie.....	58
VII.1.Modifications radiographiques élémentaires cardiaques.....	58
VII.1.1.Cardiomégalie gauche.....	59
VII.1.1.Cardiomégalie droite.....	61
VII.2.Modifications radiographiques extracardiaques associées.....	62
<i>Conclusion</i> .....	65
<i>Références bibliographiques</i> .....	66

---

## **Avant-propos**

Au cours de leur cursus vétérinaire, les étudiants doivent acquérir des bases en radiologie et en lecture d'images radiographiques pathologiques. À cet effet, des cours d'imagerie médicale ainsi que des cliniques sont proposés aux étudiants de cinquième année de l'École Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV) d'Alger dans le cadre du master en Sciences Vétérinaires. Au cours de leur formation clinique, les étudiants assistent tous les matins durant leur stage en clinique canine et de chirurgie à l'interprétation et à l'explication de clichés radiographiques par les enseignants. Le présent polycopié a été créé pour les étudiants du cycle clinique, le but est de présenter un cours simple des principes de base de l'interprétation d'images radiographiques de manière à ce qu'il puisse être facilement compris.

Ce document n'est pas destiné à décrire les images radiographiques de toutes les pathologies thoraciques mais à décrire les principales lésions habituellement rencontrées en clinique chez les carnivores domestiques. Ces images légendées et commentées permettront aux étudiants d'acquérir ou de confirmer leurs connaissances en imagerie radiographique. La base d'interprétation utilisée dans ce manuel reste centrée sur la description des anomalies radiographiques basée sur les signes de Roentgen (changements de taille, de forme, d'emplacement, de nombre, de marge et d'opacité).

En médecine et en chirurgie des carnivores domestiques, la radiographie est un examen complémentaire important. La radiographie du thorax est un examen complémentaire essentiel dans l'exploration des affections respiratoires et cardiaques. La cavité thoracique des carnivores domestiques se compose de quatre compartiments : l'espace extra-pleural, l'espace pleural, le médiastin et le compartiment pulmonaire. Le médiastin héberge des structures « nobles » de deux des grands appareils anatomiques du corps : appareils circulatoire, respiratoire, de par sa position centrale et crâniale, ce qui semble cohérent avec la protection physique dont il fait l'objet et qui ne facilite pas son abord. Ainsi, les affections qui le touchent ont rapidement une répercussion systémique et peuvent aboutir à des situations d'urgences médicales et/ou chirurgicales (Dyce *et al.*,2010).

L'ensemble de ces éléments constituent un enjeu de taille pour le clinicien, qui se devra de maîtriser les différentes techniques d'imagerie pour établir un diagnostic dans un premier temps, puis d'envisager une prise en charge médicale et / ou chirurgicale (Suter., 1984).

Ce polycopié expose dans une première partie et la deuxième partie, les détails du positionnement, quelques notions d'appareil et les caractéristiques anatomiques radiographiques spécifiques du thorax chez un carnivore domestique sain, puis s'intéresse dans une troisième partie aux principales affections qui impactent le thorax.

## I. Généralités

La radiographie est une technique d'imagerie médicale utilisant **les rayons X** pour obtenir une image du corps de l'animal. Les rayons X sont des rayonnements électromagnétiques de haute énergie dont les fréquences sont comprises entre  $10^{16}$  Hertz et  $10^{20}$  Hertz. Leur longueur d'onde est en effet très courte, de l'ordre de  $10^{-8}$  à  $10^{-12}$  mètres (Figure 1), ils n'ont pas de charge, pas de masse, ils se déplacent en ligne droite et à vitesse constante (celle de la lumière), ils sont invisibles et ne peuvent pas être ressentis. Le domaine des rayons X se situe entre l'ultra-violet et les rayons gamma (Conchou, 2010).

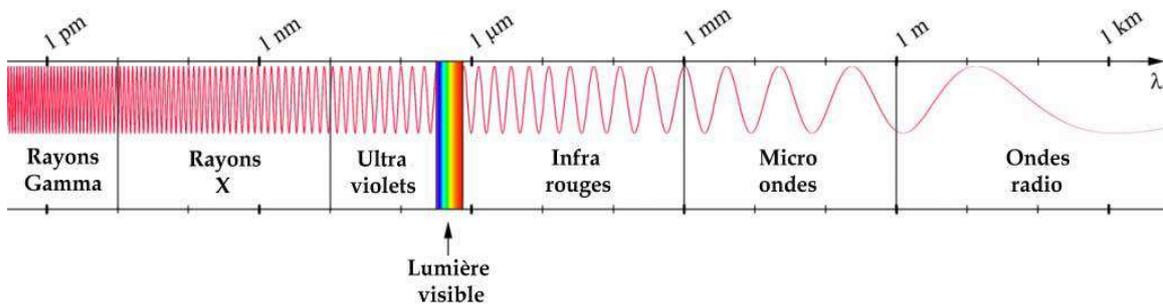


Figure 1. Spectre électromagnétique (Conchou, 2010)

Les rayons X produisent des changements biologiques dans les tissus en modifiant la structure des atomes ou des molécules, ou en provoquant des réactions chimiques dues à l'ionisation des atomes et à la génération de radicaux libres. Ces ionisations, si elles ont lieu au niveau de l'ADN, peuvent être à l'origine de mutations, de malformations fœtales, de cancérogénèse ou de mort cellulaire. La radioprotection est donc essentielle pour les professionnels travaillant quotidiennement au contact de ces rayons. Néanmoins, certains effets peuvent être bénéfiques pour la radiothérapie des tumeurs (Jossier *et al.*, 2013)

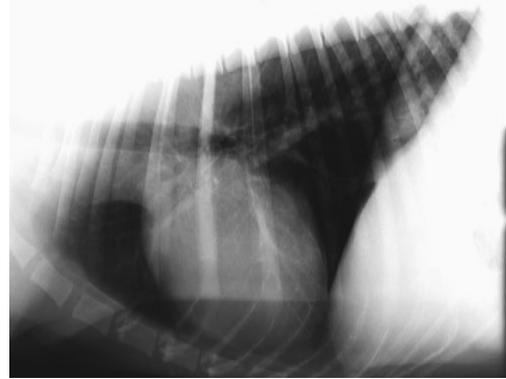
## II. Formation de l'image radiographique

L'examen radiographique consiste à envoyer des rayons X sur une partie du corps par l'intermédiaire d'un générateur haute tension qui transforme l'énergie électrique en rayons X ; ceux-ci vont plus ou moins noircir un support radiographique qui sera révélé sur un film ou sur un écran (Thrall, 2013).

En fonction des structures traversées, l'image aura une densité différente. Les zones traversées par les rayons X deviennent noires, tandis que les zones où les rayons X ont été absorbés (par les os ou le métal) apparaissent blanches.

Les différentes densités sont :du l'air (noir) (figure 2), la graisse (gris foncé) et les tissus mous (gris) (figure 3), l'os (gris clair ≈blanc) (figure4) , le métal (blanc) (figure5), et en allant du plus atténuant au moins atténuant du faisceau de rayons X.

**1. Noir** : l'air contenu dans les poumons ou dans le tube digestif.



**Figure 2** .Radiographie du thorax, vue de profil (Mai, 2003).

**2. Nuances de gris foncé à moyen** : les liquides ou organes liquidiens (cœur, foie, reins, vessie, vaisseaux, masses, kystes, abcès...)



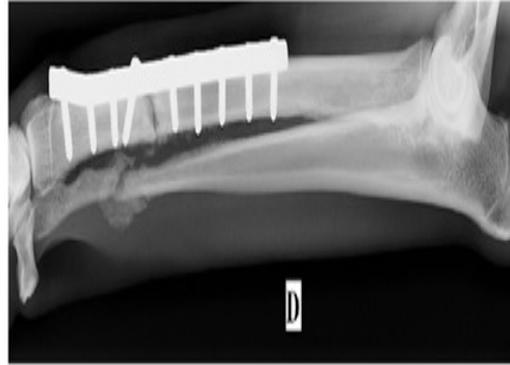
**Figure 3** .Radiographie de l'abdomen vue de profil (O'Brien et Barr., 2009).

**3. Nuances de gris clair** : les os



**Figure 4** . Radiographie du coude, vue de profil (Coulson et Lewis., 2002).

**4. Blanc : le métal.**



**Figure 5** .Radiographie de profil radius-ulna de chien (Brinker *et al.*, 1994).

### III. Facteurs d'exposition

#### III.1 Qualité de l'image

En imagerie médicale, la fonction d'une image est de permettre d'aboutir à un diagnostic juste. Le but est donc de produire une image la plus fidèle afin de pouvoir détecter les anomalies les plus fines. Des facteurs sont utilisés pour décrire la qualité d'une image radiographique tels que le noircissement, le contraste, et la résolution spatiale (Bushberg *et al.*, 2002).

##### III.1.1 Noircissement

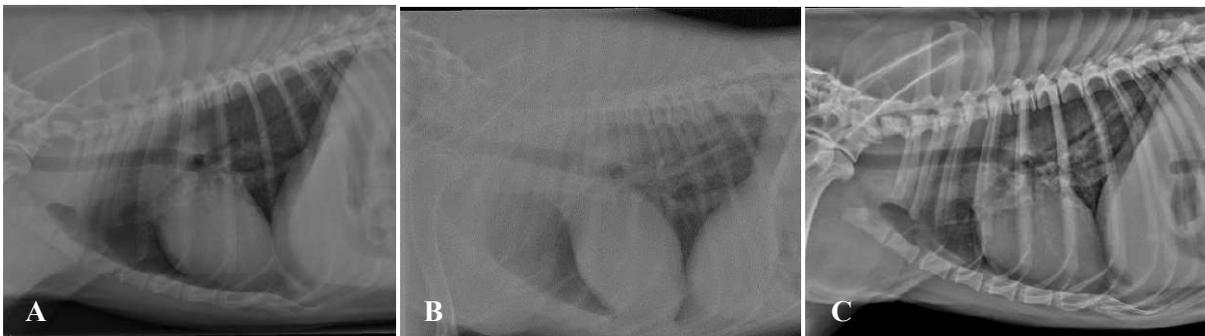
Le degré de noirceur du film est affecté par le nombre de rayons X frappant le film mais aussi par l'énergie du faisceau de rayons X, qui est contrôlée par le réglage kV. Une radiographie est une image négative, ce qui signifie qu'une exposition plus importante aux rayons X donne une image plus noire. Si la radiographie n'est pas assez noire, elle est alors sous-exposée : il n'y a pas assez de rayons X ou leur énergie est trop faible. À mesure que l'énergie des rayons X augmente, une plus grande proportion des rayons X pénètre dans le patient, ce qui augmente la noirceur du film (figure6). En réalité, augmenter le kVp augmente aussi légèrement le nombre de rayons X produits. En radiographie numérique, la sous exposition se traduit aussi par une pixellisation visible et des contours mal définis (Bushberg *et al.*, 2002).



**Figure6.** Radiographies de face du thorax d'un chien. De gauche à droite :(A) radiographie sous-exposée ; (B) radiographie correctement exposée et (C) radiographie surexposée (Bushberg *et al.*, 2002).

### III.1.2. Contraste

Le contraste d'une image fait référence à la différence de luminosité ou d'obscurité entre une zone d'intérêt et ses environs. Le contraste dépend à l'origine de la différence de densité physique des milieux traversés et de l'épaisseur des tissus (Bushberg *et al.*, 2002).



**Figure7.** Radiographies du thorax d'un chien, vue de profil. De gauche à droite : (A) radiographie correctement contrastée, (B) radiographie insuffisamment contrastée et (C) radiographie trop contrastée (Bushberg *et al.*, 2002).

### III.1.3. Résolution spatiale

La résolution spatiale est le détail de l'image. Plus sa propension à représenter distinctement deux objets lorsqu'ils sont de plus en plus petits et proches est bonne, plus la résolution est bonne. Le flou diminue la résolution spatiale, celui-ci intervient notamment lorsque l'animal bouge lors de l'acquisition de la radiographie (figure 8). (Bushberg *et al.*, 2002).



**Figure 8.** Flou cinétique d'une radiographie de profil du bassin chez le chien (Bushberg *et al.*, 2002).

### III.2. Constantes radiographiques

L'exposition radiographique est créée par une combinaison de facteurs de milliampères seconde (mAs) et de kilovoltage radiographique (kV), qui sont déterminés par le réglage de l'appareil à rayons X. Les facteurs peuvent être trop élevés (radiographie surexposée) ou trop faibles (radiographie sous-exposée) ou la proportion des deux peut être mal équilibrée conduisant à un contraste incorrect de la radiographie. Le degré de contraste peut être modifié par le choix des facteurs d'exposition (Bushberg *et al.*, 2002).

#### III.2.1. Kilovolts (kV)

La capacité d'un rayon X à pénétrer dans les tissus dépend de son énergie. Les rayons X générés à des valeurs kVp élevées ont une énergie plus élevée. La sélection du paramètre kVp est un facteur important à prendre en compte dans le choix des facteurs d'exposition. Si le kVp est trop faible, trop peu de rayons X pénètrent dans le patient et la radiographie est sous-exposée (trop blanche), alors que si le kVp est trop élevé, trop de rayons X pénètrent dans le patient, et la radiographie est surexposée (trop noire). Le kVp a également un effet sur le contraste du sujet (Bushberg *et al.*, 2002).

Lorsque les kV augmentent, l'énergie des rayons X augmente donc l'exposition augmente et le contraste diminue.

#### III.2.2. Milliampérage (mA)

Le mA détermine le nombre total de photons produits pendant l'exposition et est directement lié à la quantité de rayons X produits. Ceci est responsable du noircissement global du film (déterminé par le nombre de rayons X atteignant le détecteur). Le réglage de la commande mA modifie le nombre d'électrons libérés par l'émission thermoïonique, le courant du tube et l'intensité du faisceau de rayons X qui parcourt la cathode. Lorsque les

mA augmentent, le nombre de rayons X augmentent donc l'exposition augmente (Bushberg *et al.*, 2002).

### **III.2.3. Temps d'exposition en secondes (s)**

Le temps d'exposition est la durée d'application du courant qui parcourt la cathode. La quantité de rayons X produite dépend aussi de la durée de l'exposition (secondes). Un mAs donné peut être obtenu en utilisant un mA fort avec un temps court ou un mA bas avec un temps long. L'effet sur le film est le même, sauf que plus l'exposition est longue, et il est plus probable qu'un flou de mouvement se produise (Bushberg *et al.*, 2002).

## **IV. Comment se réalise une radiographie**

La radiographie est un outil très utilisé en médecine vétérinaire et la technologie numérique tend à se développer rapidement. Dans un premier temps, nous rappellerons le fonctionnement d'un appareil radiographique conventionnel (classique), puis sur les technologies numériques accessibles aux vétérinaires aujourd'hui.

La durée d'un examen radiographique est directement liée au nombre de vues nécessaires. En règle générale, deux projections orthogonales sont effectuées (ex : face et profil). La plupart des examens radiographiques se font sur animal vigile. Un examen dure entre 10 min et 30 minutes, ce temps peut être minimisé en utilisant une sédation ou une anesthésie pour les patients non coopératifs, ou pour des examens complexes nécessitant un positionnement précis ou des examens avec produit de contraste tels que des études de la colonne vertébrale (Conchou, 2010).

### **IV.1. Radiographie conventionnelle : Technologie argentique**

Dans ce type de radiographie, les films nécessitent un "développement humide" dans une chambre noire avec l'utilisation de produits chimiques. Le développement des films radiographiques conventionnels se réalise en trois étapes : le développement (au sens propre), le fixage et le rinçage. La majorité des cliniques utilisant ce genre de films possède une développeuse qui réalise ces trois étapes, mais il est aussi possible de les réaliser manuellement.

Lors du développement (Figure 09) le film est plongé dans un révélateur. Celui-ci est un réducteur qui transforme les ions argent en atome d'argent métallique, noir et visible sur le

film. Cette étape est cruciale et doit se dérouler à température constante et dans un temps de développement constant. Le fixage sert à dissoudre les cristaux d'iodobromure qui n'ont pas été réduits en argent métallique par les deux étapes précédentes. Enfin, le film est lavé pour retirer le surplus de fixateur avant d'être séché (Conchou,2010).

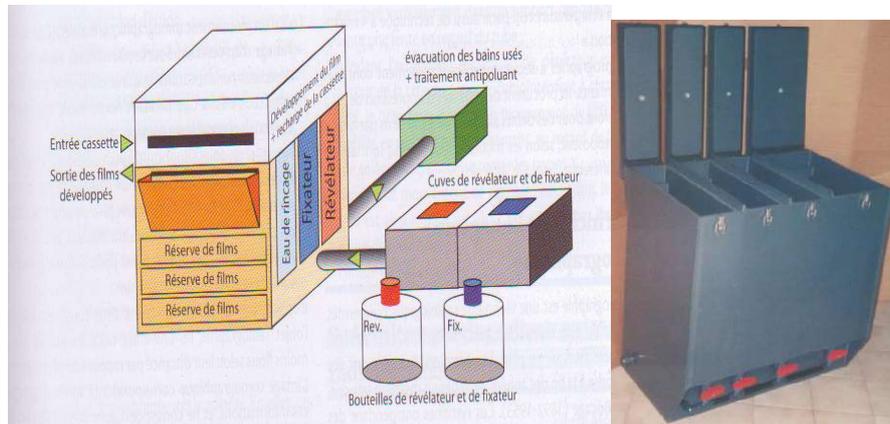


Figure 09 . Développement des films radiographiques conventionnels (Conchou,2010).

## IV.2. Radiographie numérique

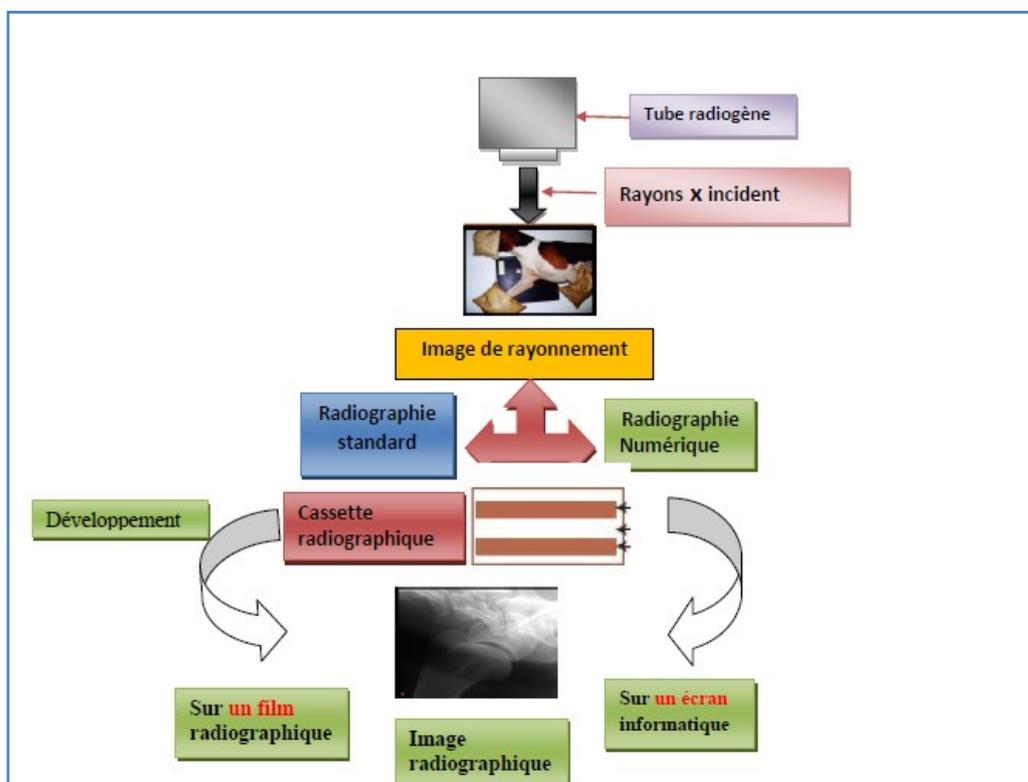
La technologie numérique repose sur le même système d'obtention de l'image. Le matériel pour créer le faisceau de rayons X est le même que pour une radiographie conventionnelle. Après passage du faisceau au travers de l'objet à radiographier, l'image de rayonnement créée sera détectée par un récepteur qui transformera ce signal analogique en un signal numérique, (figure10). (Conchou,2010)



Figure 10 : Radiographie numérique (Conchou,2010)

### IV.3. Comparaison entre la radiologie conventionnelle et la radiologie numérique.

La radiologie conventionnelle utilise comme récepteur un système de cassettes comprenant un écran scintillateur et un film radiologique. Sous l'effet des rayons X, l'écran émet un rayonnement lumineux qui insole le film. Il est ensuite nécessaire de développer, ce film pour obtenir l'image à interpréter. L'évolution de la radiologie conventionnelle en radiologie numérique consiste en la numérisation des images produites par remplacement du couple écran film par un récepteur qui permet la numérisation de l'image ; l'image finale est alors visible sur un écran d'ordinateur (figure 11 et tableau1) (Bansal , 2006)



**Figure11.** Chaîne de formation de l'image numérique versus conventionnelle (Bansal , 2006)

**Tableau 1.** Comparaison entre la radiologie conventionnelle et la radiologie numérique (Conchou,2010).

<b>CRITÈRES</b>	<b>ARGENTIQUE</b>	<b>NUMÉRIQUE</b>
<b>Temps d'exposition</b>	<b>&gt;</b>	<b>&lt;</b>
<b>Exposition aux produits chimiques</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
<b>Économique</b>	<b>Film</b>	<b>Pas de film</b>
<b>Respect de l'environnement</b>	<b>NON</b> <b>Produits chimiques</b>	<b>OUI</b> <b>Pas de produits chimiques</b>
<b>Utilisation</b>	<b>Aléas du développement</b>	<b>Pas d'aléas du développement</b>
<b>Archivage</b>	<b>Encombrant</b>	<b>Non encombrant</b>
<b>Propriétaire</b>	<b>Film à remettre</b>	<b>Fichier par mail/CDROM</b>

## Sémiologie radiologie du thorax

### I. Généralités

La radiographie du thorax est un examen complémentaire essentiel dans l'exploration des affections respiratoires et cardiaques. Les indications sont nombreuses et doivent être justifiées par un examen clinique complet. Un protocole d'interprétation est ensuite proposé (Stambouli, 1994).

#### I.1. Technique radiographique

##### I.1.1. Choix des constantes radiographiques

L'intensité (milliampères par seconde et kilovolts) du faisceau de rayons X nécessaire est déterminée par l'épaisseur du thorax à radiographier. Pour une même intensité, on utilise un kilovoltage élevé et un milliampère par seconde bas (mA élevé et un temps d'exposition court). Les mouvements respiratoires et cardiaques sont responsables d'un manque de netteté (flou cinétique) qu'il est possible d'éviter en choisissant des temps d'exposition très courts compris entre 1/20e à 1/120e s. Les structures vasculaires et bronchiques sont représentées par une large gamme de gris que l'on ne peut observer que sur un cliché très peu contrasté (Morgan *et al.*, 1981 ; Shwarz et Johnson., 2008).

##### I.1.2. Grille

Un thorax de plus de 10 cm d'épaisseur doit être radiographié avec une grille pour réduire l'effet du rayonnement diffusé sur le film. Une grille améliore le contraste du film et permet d'absorber une partie des rayonnements diffusés responsables d'un manque de netteté de l'image mais les facteurs d'exposition doivent donc être légèrement augmentés lors de l'utilisation d'une grille (Morgan *et al.*, 1981 ; Shwarz et Johnson., 2008).

##### I.1.3. Positionnement de l'animal

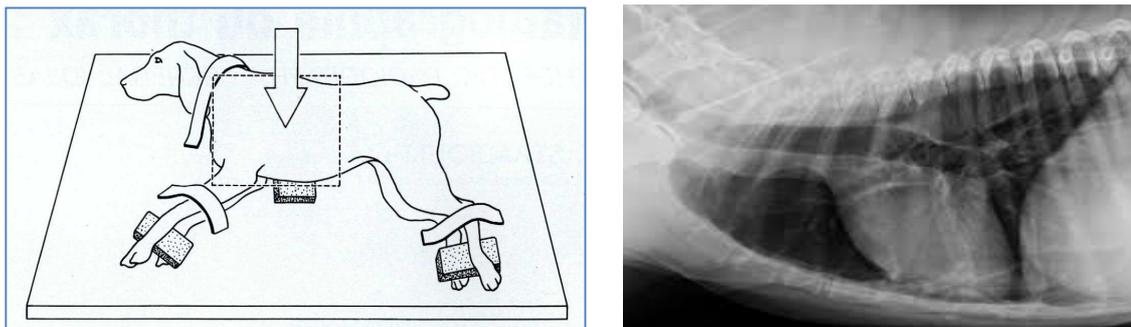
L'examen radiographique thoracique de base chez le chien et le chat doit être composé de projections latérales gauche, latérale droite et ventro-dorsale ou dorso-ventrale (Thrall., 2018)

###### I.1.3.1. Incidence latérale

L'animal est placé en décubitus latéral droit ou gauche (Figure12), a fin de pouvoir comparer les images entre elles. La tête et le cou sont étendus, les membres antérieurs sont tirés doucement vers l'avant et maintenus en place avec des sacs de sable ou des attaches pour éviter la superposition des muscles triceps sur les lobes pulmonaires crâniens. La partie centrale du faisceau de rayons X doit être perpendiculaire à la partie à radiographier,

la colonne vertébrale et le sternum doivent se trouver sur un même plan horizontal parallèlement à la table d'examen. Ventralement, le sternum doit être inclus. Le faisceau de rayons X est centré sur le cinquième espace intercostal (bord caudal de la scapula) en incluant les limites du thorax (première côte, diaphragme cranio-ventral, sternum) (Brinkman *et al.*, 2006 ; Shwarz et Johnson., 2008)

Les vues latérales droite et gauche fournissent des informations différentes et doivent donc être obtenues toutes les deux. Cependant, si l'examen est limité à une seule vue latérale, la



**Figure12.** Radiographie du thorax : projection latérale (Morgan *et al.*, 1981., Schwartz et Jonhson.,2008).

vue latérale droite est généralement préférable (Shwarz et Johnson., 2008).

### **I.1.3.2. Incidence de face**

Suivant le type d'affection suspectée (cardiaque ou pulmonaire), les projections seront différentes (Figure13)

#### **I.1.3.2.1. Projection dorso-ventrale**

Elle est indiquée pour l'examen du cœur qui, se trouvant dans sa position naturelle. L'animal est placé en décubitus sterno-abdominal ; les membres antérieurs sont tirés vers l'avant et les coudes de chaque côté de la poitrine de telle sorte que les omoplates soient parallèles à la paroi thoracique et les membres postérieurs fléchis, ce qui met l'animal en position accroupie. Le faisceau de rayons X est centré sur la colonne vertébrale juste en arrière des omoplates (Shwarz et Johnson., 2008).

#### **I.1.3.2.2. Projection ventro-dorsale**

Elle est indiquée pour l'étude de l'appareil respiratoire profond car elle permet une meilleure visualisation du champ pulmonaire et chez les animaux en détresse respiratoire. L'animale est placé en décubitus dorsal, les membres antérieurs sont tirés vers l'avant et fixés. Le cou est allongé doucement le cou et posé si nécessaire sur un bloc de mousse. Un sac de sable est placé sur le cou, en prenant soin de ne pas compromettre les voies

respiratoires. Le sternum doit se situer dans le même plan vertical que la colonne vertébrale. Le faisceau de rayons X est centré sur le cœur (quatrième ou cinquième espace intercostal). Pour toutes ces projections, il est important de vérifier que l'ensemble du thorax se trouve dans le champ d'exposition (Morgan *et al.*, 1981., Shwarz et Johnson., 2008).



**Figure 13.** Radiographie du thorax projection dorso-ventrale (à gauche) et ventro- dorsale (à droite) (Morgan *et al.*, 1981 ;Shwarz et Johnson., 2008).

## II. Interprétation

### II.1. Évaluation de la qualité du cliché

L'interprétation de toute radiographie exige que celle-ci soit de qualité satisfaisante. Certains facteurs peuvent en effet être à l'origine d'artefacts conduisant à une interprétation erronée de la radiographie (Tableau 2) (Morgan *et al.*, 1981., Kealy et Mcallister., 2008).

**Tableau 2 :** Exemple d'artefacts techniques (Morgan *et al.*, 1981).

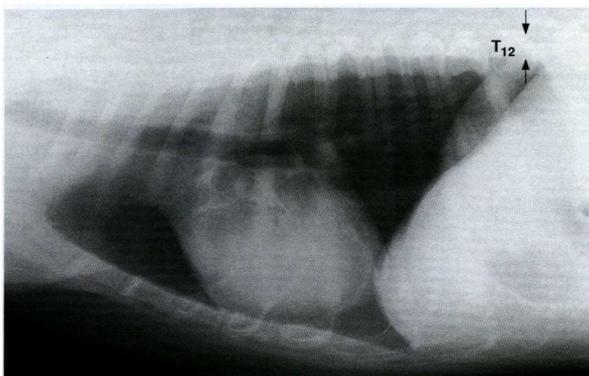
Qualité du cliché	Aspect radiographique	Confusion
<b>Surexposé</b> (Densité diminuée)	Cliché trop sombre (augmentation de la radio-transparence)	Emphysème pulmonaire Pneumothorax
<b>Sous-exposé</b> (Densité augmentée)	Cliché trop blanc (augmentation de la densité pulmonaire)	Infiltration pulmonaire (broncho-pneumonie)
Rotation, mauvais centrage	Modification des silhouettes : -Médiastinale -Cardiaque -Pulmonaire	Affection : -Médiastinale -pulmonaire
Flexion du cou	Incurvation de la trachée	Masse médiastinale.
Membres antérieurs fléchis sur le thorax	Augmentation de la densité de la portion crâniale du thorax	Affection dans le médiastin crânial et/ou dans les lobes pulmonaires crâniiaux.
<b>Flou cinétique</b>	Structure pulmonaire (vaisseaux, bronches)	Peut masquer des lésions
<b>Expiration</b>	Augmentation : -De la densité pulmonaire. -de la taille du cœur	Affection pulmonaire et/ou cardiaque.

Les critères à considérer sont au nombre de cinq : Densité, contraste, netteté, positionnement et phase respiratoire.

### II.1.1.Densité

Elle correspond au degré de noircissement de l'image. On l'évalue sur un cliché thoracique en examinant la colonne vertébrale. La densité est correcte, sur un cliché de profil, lorsque les espaces intervertébraux sont peu visibles dans la moitié antérieure et en revanche bien visibles dans la moitié postérieure (Figure14).(Stambouli., 1994) La radiographie est qualifiée de :

- **sous-exposée** lorsque les espaces intervertébraux sont peu nets en région postérieure (Figure15).
- **surexposée** lorsqu'on observe trop les espaces intervertébraux dans la moitié antérieure du thorax(Figure16)



**Figure14.**Radiographie thoracique de chien ; vue de profil, densité correcte et prise en inspiration. Flèche Les lobes caudaux paraissent plus radio-transparents et les structures pulmonaires sont plus visibles (Stambouli., 1994)



**Figure15.**Radiographie thoracique de chien ; vue de profil. Noter l'augmentation de la densité pulmonaire généralisée diffuse. Le cliché est sous-exposé(les espaces intervertébraux en région postérieure sont peu visibles (pris en expiration flèche). (Stambouli., 1994)



**Figure16.** Radiographie thoracique de chien ; vue de profil. Notez l'augmentation de la radio transparence pulmonaire. Les espaces intervertébraux sont trop visibles. Cliché surexposé (Stambouli., 1994).

### II.1.2. Contraste

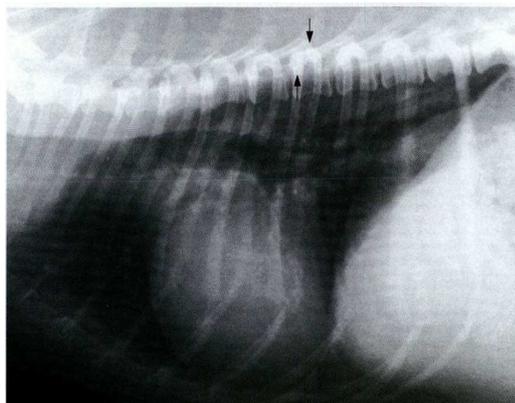
Dans le cas d'un cliché thoracique (surtout pour un examen du champ pulmonaire), on recherche une image présentant une gamme de gris très étendue (très faible contraste). Ce dernier est évalué en examinant les côtes (Coulson et Lewis, 2010)

### II.1.3. Netteté

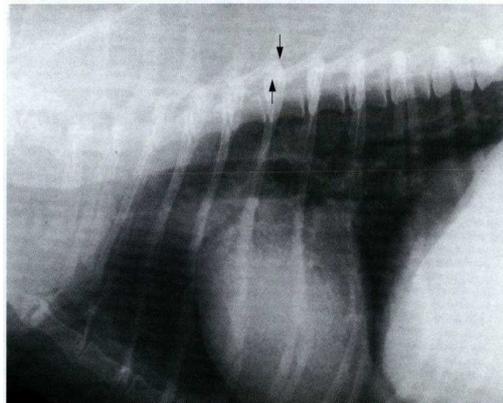
Elle correspond à l'absence de flou et à la finesse des détails. On l'apprécie par l'examen des structures connues (le cœur, les côtes, les sternèbres...) dont les contours doivent être nets (Stambouli., 1994).

### II.1.4. Positionnement

Le positionnement est correct sur la vue de profil (Figure 17 et 18) lorsque les côtes sont superposées à leur base et que les jonctions chondro-costales sont au même niveau. En incidence de face (Figures 19 et 20) la colonne vertébrale et le sternum doivent être superposés et partager le thorax en deux parties égales. Sur la radiographie, l'ensemble du thorax doit être visible, de la première côte au diaphragme inclus (BSAVA., 2008)



**Figure 17.** Radiographie thoracique de chien ; vue de profil. Les arcs supérieurs des côtes ne sont pas superposés (flèches). La trachée semble légèrement déviée dorsalement (le thorax est en rotation) (Stambouli., 1994).



**Figure 18.** Radiographie du chien. Superposition des côtes (flèches) à leur origine (positionnement correct de l'animal ; thorax normal) (Stambouli., 1994).



**Figure19.** Radiographie thoracique de chien ; vue de face (ventro-dorsale).La silhouette cardiaque est déplacée dans l'hémithorax droit. Ceci est dû à un mauvais positionnement avec rotation du sternum vers la droite (Stambouli, 1994).



**Figure20.**Radiographie thoracique du chien, vue de face (dorso-ventrale).La silhouette cardiaque a une position normale. Les processus épineux des vertèbres sont bien superposés aux sternèbres (Stambouli., 1994).

### III. Méthode d'examen d'une radiographie thoracique

Il existe de nombreuses techniques appropriées pour la lecture des radiographies. Certaines personnes préfèrent évaluer les structures anatomiques dans un ordre particulier. D'autres personnes préfèrent évaluer un film de haut en bas, ou du centre vers l'extérieur ou de gauche à droite (Shwarz et Johnson., 2008).L'étude d'une radiographie doit être méthodique si l'on veut obtenir le maximum d'informations (Morgan *et al.*, 1981 ; Suter et Lord., 1984).Elle exige le respect de certaines règles :

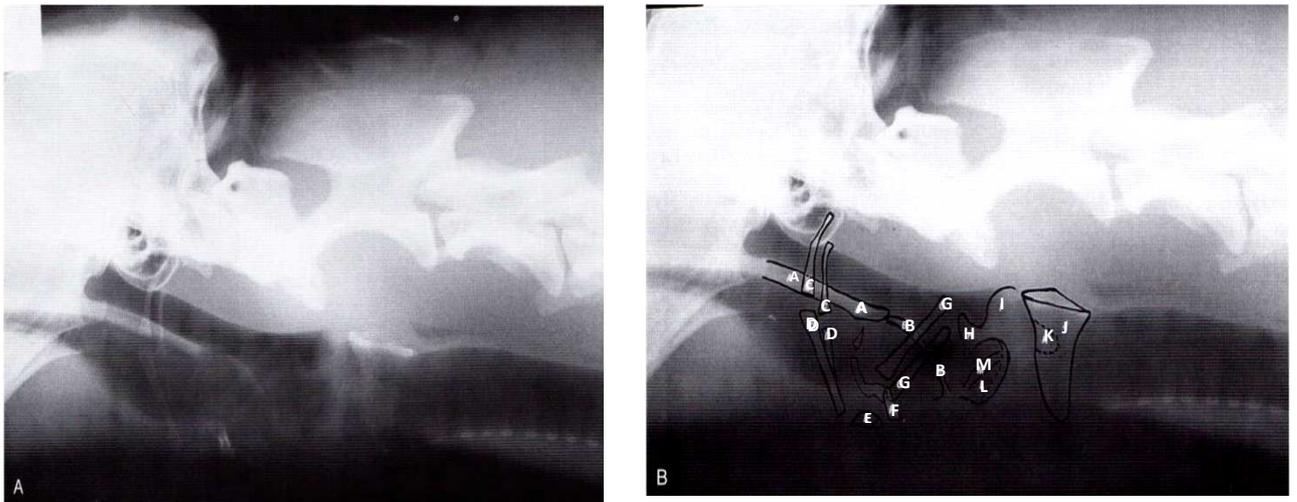
- Placer toujours les clichés de la même façon sur le négatoscope de manière à reconnaître et à situer rapidement les différentes structures anatomiques.
- Étudier toujours au moins deux clichés pris dans des plans perpendiculaires.
- Examiner le positionnement de l'animal et la qualité diagnostique des clichés radiographiques.
- Examiner toutes les structures extra-thoraciques visibles (charpente osseuse, tissus mous.
- Faire la synthèse de toutes les anomalies observées
- Ce n'est qu'à ce moment que l'on pourra classer la lésion et établir une liste des affections compatibles avec telle image.

## IV. Aspect radiographique normal du thorax

L'aspect radiographique normal du thorax présente de nombreuses variations liées à l'espèce, la race, le sexe, l'âge et la condition physique qu'il est important de bien connaître avant toute interprétation radiographique (Schwarz et Johnson., 2008). Grâce à l'air contenu dans les poumons, une partie des organes thoraciques est bien visible. C'est le cas de la trachée, du cœur, des gros vaisseaux, du médiastin et du diaphragme. Les autres organes ne sont pas identifiables soit parce qu'ils ne sont pas contrastés par de l'air, soit parce qu'ils sont de trop petite taille.

### IV.1. Larynx

Se compose d'un certain nombre de cartilages : le cartilage épiglottique, le cartilage thyroïde, le cartilage cricoïde et deux cartilages aryténoïdes. L'appareil hyoïdien est une structure osseuse qui suspend la langue et le larynx. Est facilement identifiable sur l'incidence de profil du cou sur les bons clichés, on peut voir le voile du palais, l'appareil hyoïdien, l'épiglotte et le cartilage cricoïde. le diamètre du larynx est un peu plus large que celui de la trachée (figure 21). (Kealy et Mcallister., 2008).



**Figure 21.** Radiographie du larynx de chien (vue de profil).

**A** : voile du palais ; **B** : épiglotte ; **C** : os stylohyoïdiens ; **D** : os épihyoïdiens ; **E** : os cératohyoïdiens ; **F** : os basihyoïdien ; **G** : os thyrohyoïdiens ; **H** : corne craniale du cartilage thyroïde ; **I** : processus corniculé du cartilage aryténoïde ; **J** : cartilage cricoïde ; **K** : processus musculaire du cartilage thyroïde ; **L** : ventricule latéral ; **M** : corde vocale. (Kealy et Mcallister., 2008).

## IV.2. Limites du thorax

Les limites de la cage thoracique sont représentées par une charpente osseuse recouverte par les tissus sous-cutanés et la peau ; le diaphragme sépare le thorax de l'abdomen.

### IV.2.1. Charpente osseuse

La charpente osseuse est constituée par la colonne vertébrale, le sternum, et les côtes ; elle détermine la conformation du thorax, qui varie d'une race à l'autre et influe beaucoup sur l'aspect des organes intra-thoraciques, notamment celui du cœur. On distingue ainsi chez le chien trois types de conformation :

- Type longiligne, au thorax étroit et profond (Lévrier, Setter).
- Type bréviligne, au thorax large et peu profond (figure 22), (Boxer, Teckel...);



**Figure 22.** Radiographies thoraciques (vues de profil) d'un chien Teckel. (Stambouli., 1994).

- Type médioligne, de conformation intermédiaire (Berger Allemand, Caniche...).

Le chat a une conformation thoracique de type médioligne, très peu variable d'une race à une autre (Stambouli., 1994).

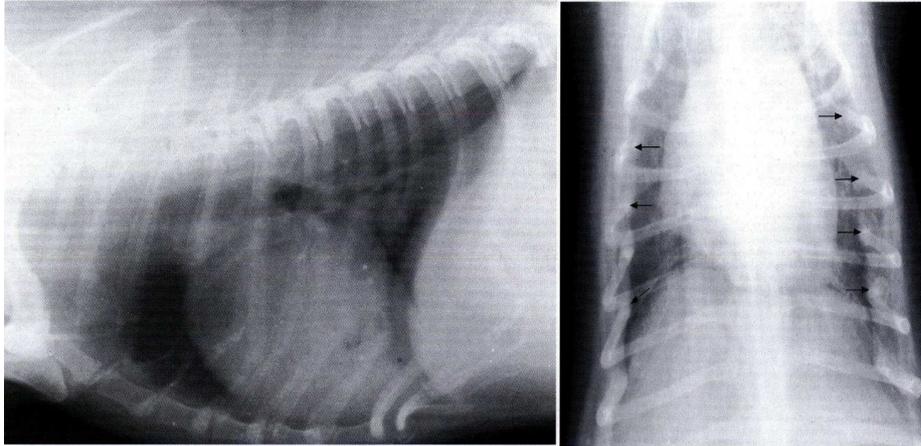
#### IV.2.1.1. Sternum et colonne vertébrale

Ils représentent les limites ventrales et dorsales du thorax. Leur position est en général fixe. Des anomalies congénitales de la colonne vertébrale (hémi-vertèbres, raccourcissements vertébraux, scoliose, cyphose...) peuvent être observées sur certaines races telles que le Bulldog. Il existe également des variations fréquentes de la taille et du nombre des sternèbres et de la forme du manubrium. Ces malformations n'ont en général aucune répercussion clinique, mais elles peuvent modifier l'aspect et la position de certains organes intra thoraciques. Ces deux structures revêtent une importance particulière dans l'évaluation des qualités techniques d'un cliché (Stambouli., 1994).

#### IV.2.1.2. Côte

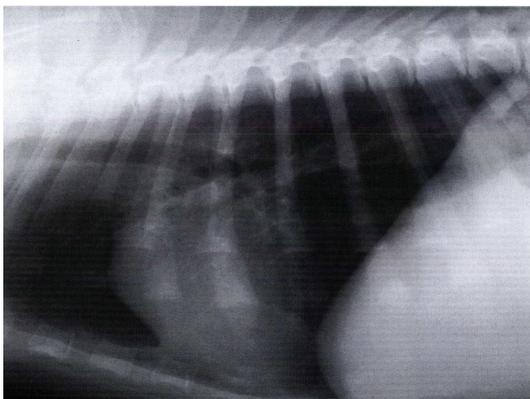
On distingue treize paires de côtes. La dernière paire présente parfois des anomalies de forme, de taille ou de nombre, par exem

ple, absence unilatérale d'une côte. Les races chondrodystrophiques (Teckel, Basset...) ont des côtes d'un aspect très particulier (courbure convexe puis concave puis de nouveau convexe) qui peut être confondu avec des lésions pleurales ou pulmonaires, surtout sur la projection de face. (Figure 23) (Morgan *et al.*, 1981 ; Suter et Lord., 1984)



**Figure 23.** Radiographies thoraciques (vues de profil et de face) d'un chien teckel. Noter l'aspect particulier des côtes. Sur la vue de face, la projection des côtes (Flèches) (Morgan *et al.*, 1981 ; Suter et Lord., 1984)

Les côtes sont formées d'une partie proximale osseuse et d'une partie distale cartilagineuse donc invisible chez le jeune (Figure 24), mais qui se calcifie progressivement avec l'âge. Chez l'animal âgé, les cartilages costaux et les jonctions chondro-costales sont souvent le siège d'ostéo-proliférations irrégulières qui ne doivent pas être confondues avec des masses thoraciques (Figure 25). Chez le chat, les extrémités costales sont beaucoup plus fines que chez le chien (Morgan *et al.*, 1981 ; Suter et Lord., 1984).



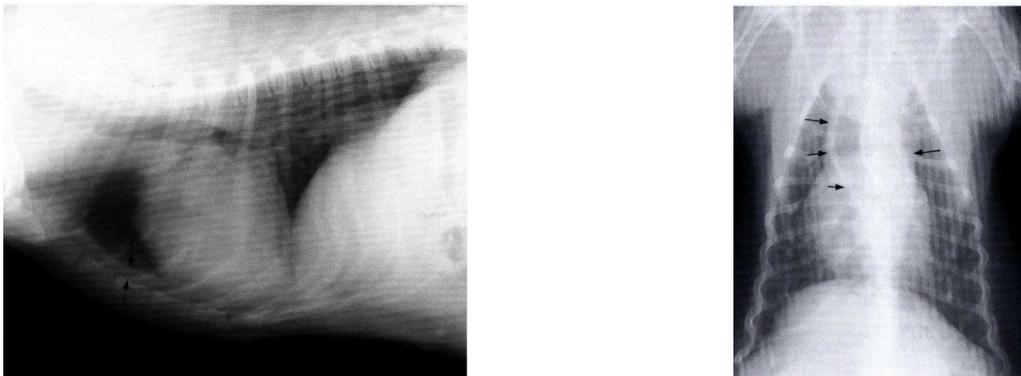
**Figure 24.** Aspect normal des côtes chez un chiot. Les extrémités distales de nature cartilagineuse ne sont pas visibles (Morgan *et al.*, 1981 ; Suter et Lord., 1984).



**Figure 25.** Radiographie d'un thorax normal chez un chien âgé de 11 ans, projection de profil. Noter la calcification des jonctions chondro-costales (flèches) (Morgan *et al.*, 1981 ; Suter et Lord., 1984).

### IV.2.2. Tissus mous

Ils comprennent les muscles, le tissu sous-cutané et la peau. On peut observer dans le tissu sous-cutané une accumulation de graisse plus ou moins importante. L'épaisseur du tissu adipeux sous-cutané doit être appréciée avant toute interprétation d'image anormale intra thoracique (figure 26). Des masses cutanées ou sous-cutanées, ainsi que les tétons peuvent mimer des opacités pulmonaires ; il est très important de pouvoir les localiser sur les deux clichés (face et profil) (Morgan *et al.*, 1981).



**Figure 26.** Radiographies thoraciques normales chez un chien âgé et obèse. La densité thoracique semble augmentée. Sur la projection de profil, la séparation des lobes pulmonaires ventraux des sternèbres est due à une accumulation de graisse dans l'espace pleural (flèches). Sur la projection de face, le médiastin crânial (flèches) semble élargi ainsi que la silhouette cardiaque dont les contours sont peu nets. Cela est dû à un dépôt de graisse dans le médiastin, le péricarde, la plèvre et le tissu sous-cutané (Morgan *et al.*, 1981 ; Suter et Lord., 1984)

### IV.2.3. Diaphragme

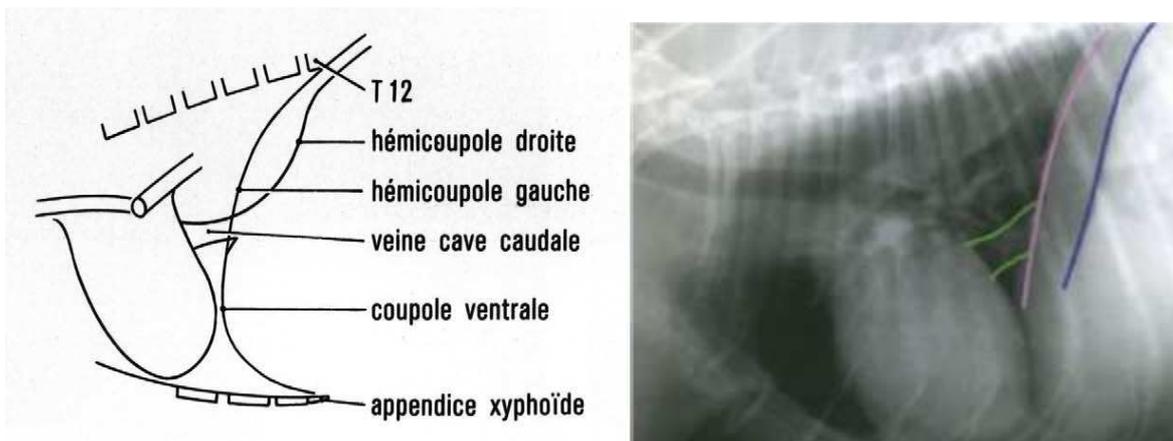
Le diaphragme est une structure musculo-tendineuse qui forme la limite caudale de la cage thoracique. Sa face crâniale (thoracique) est visible grâce à l'air contenu dans les poumons. Sa face caudale forme un signe de la silhouette avec les viscères abdominaux (foie, estomac). Le diaphragme comprend deux hémicoupoles (droit et gauche) de nature musculaire et une coupole ventrale de nature tendineuse ; il comporte trois orifices qui permettent le passage de l'aorte, de la veine cave et de l'œsophage (Kealy et Mcallister., 2008).

L'aspect du diaphragme est très variable et dépend de plusieurs facteurs :

- Positionnement de l'animal, phase respiratoire ;
- Les facteurs liés à l'animal, espèce, race, âge, pression des viscères abdominaux.

### IV.2.3.1. Vue de profil

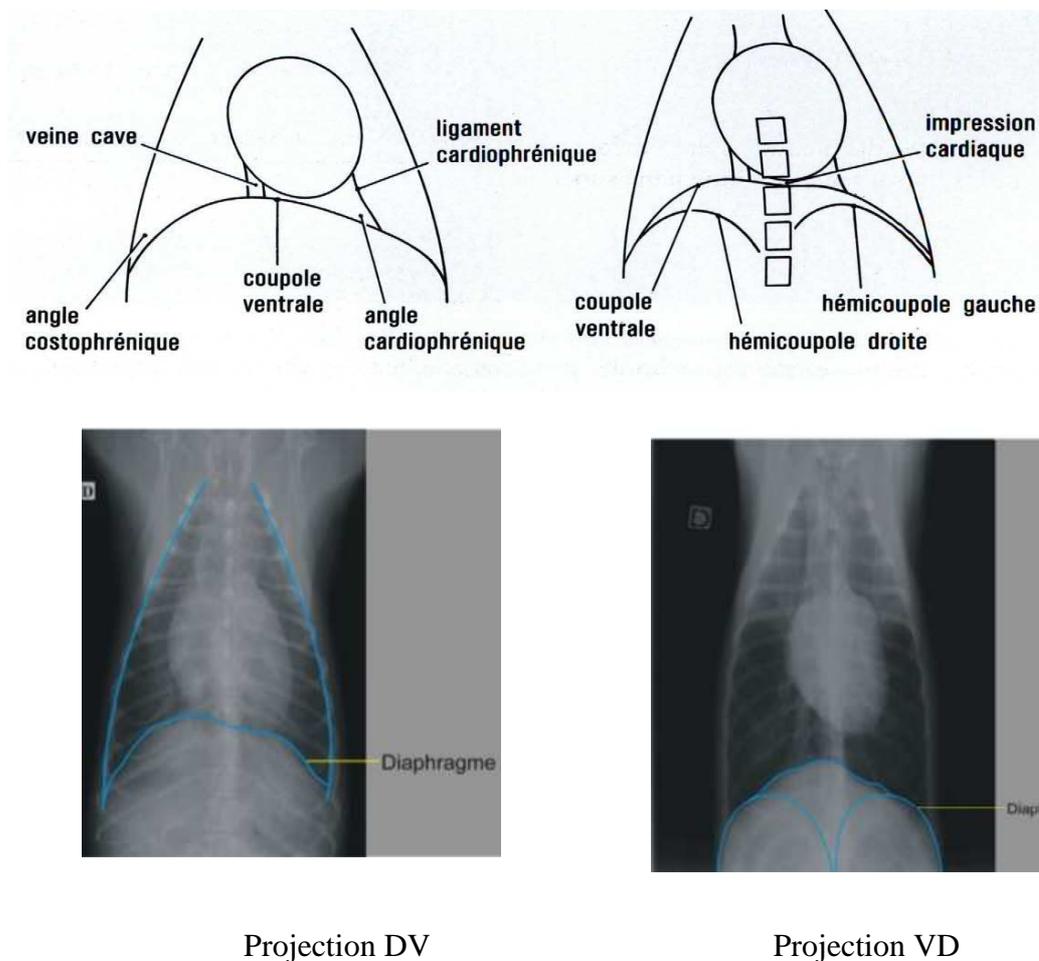
Le diaphragme a un aspect le plus souvent en Y dont les branches supérieures correspondent aux deux piliers droit et gauche et la branche verticale à la coupole ventrale (Figure27). Les deux piliers du diaphragme sont en tous les deux visibles chez le chien. En revanche, chez le chat, ils sont pratiquement toujours superposés quelle que soit la position de celui-ci.



**Figure27.** Représentation schématique de l'aspect du diaphragme du chien sur des clichés radiographiques thoraciques de profil (Suter et Lord, 1984 ;Kealy et Mcallister, 2008).

### IV.2.3.2. Vue de face

L'aspect du diaphragme est variable suivant le type de projection. En incidence dorso-ventrale (DV), seule la coupole ventrale est visible sous l'aspect d'une ligne courbe. En incidence ventro-dorsale (VD), les deux hémicoupoles droite et gauche sont visibles et apparaissent comme deux demi-cercles à l'intérieur de la coupole ventrale (Figure28). L'hémicoupole droite est souvent plus crâniale que la gauche.



Projection DV

Projection VD

**Figure 28.** Représentation schématique de l'aspect du diaphragme du chien sur des clichés radiographiques thoraciques de face (Suter et Lord, 1984 ;Kealy et Mcallister, 2008).

## IV.3.MÉDIASTIN

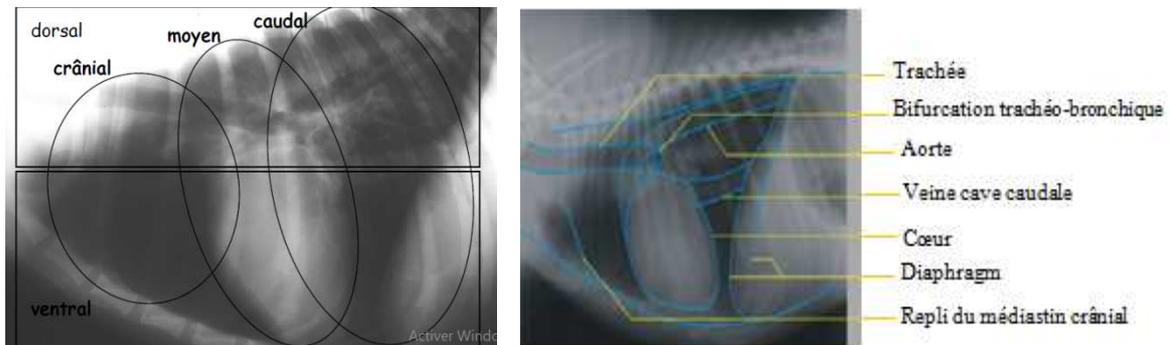
### IV.3.1.Topographie

Le médiastin revêt une très grande importance clinique car il contient de nombreux organes vitaux. Certains sont faciles à observer sur les clichés radiographiques (l'aorte, la veine cave caudale, la silhouette cardiaque) car ils sont entourés de tissu pulmonaire rempli d'air et la trachée parce qu'elle contient de l'air. Les autres organes médiastinaux sont difficiles à observer lorsqu'ils ne présentent pas d'anomalies, car ils sont de petite taille et entourés par des organes qui ont la même opacité radiographique. Il s'agit de l'œsophage, des nœuds lymphatiques (médiastinaux, trachéobronchiques, sternal), de la veine cave crâniale, de l'artère sous-clavière et du tronc brachio-céphalique (Dyce *et al.*, 2010).

Dans un but descriptif, on peut adopter la subdivision proposée par Myer, 1978 qui considère trois parties dans le médiastin (figure 29) :

- une partie crâniale (antérieure ou précardiaque) ;

- une partie moyenne (centrale ou cardiaque) ;
- une partie caudale (postérieure ou postcardiaque).



**Figure 29.** Représentation schématique du médiastin du chien sur un clichés radiographiques thoraciques de profil (Conchou,2010).

#### IV.3.1.1.Médiastin crânial

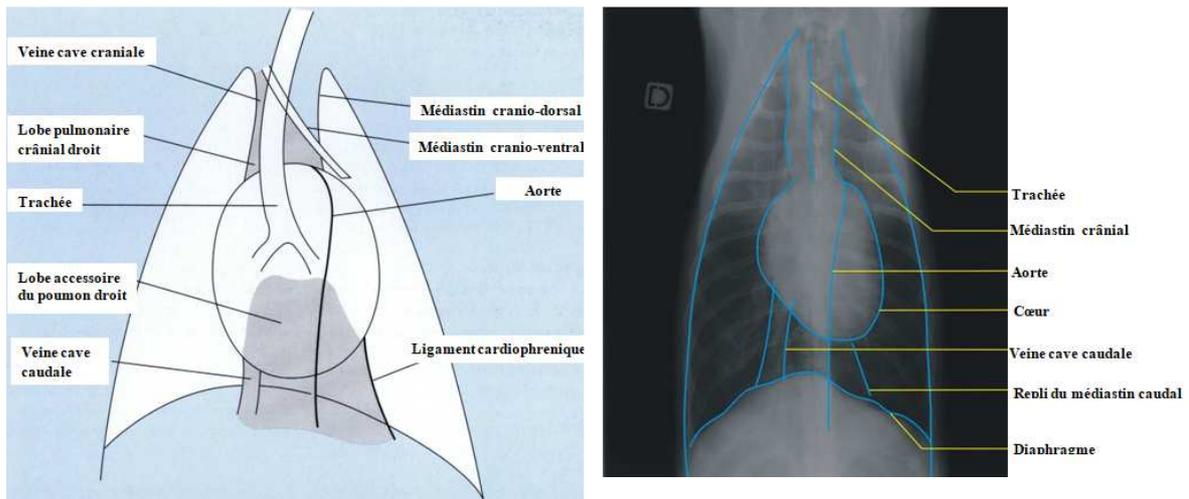
On distingue un compartiment ventral et un compartiment dorsal, la trachée marquant la séparation entre les deux. La projection de profil apporte un maximum de renseignements par rapport à la vue de face sur laquelle on observe une superposition de la colonne vertébrale et du sternum (Figure 30). (Dyce *et al.*, 2010)

##### IV.3.1.1.1.Vue de profil

Le médiastin cranio-ventral est situé en avant du cœur, limité dorsalement par la trachée. Il contient les artères sous clavières et thoraciques internes, les vaisseaux et nœuds lymphatiques, le tronc brachio-céphalique, la veine azygos, la veine cave crâniale et des nerfs des systèmes ortho- et parasymphatique. Toutes ces structures sont de même densité et l'on ne peut dissocier l'ombre de chacune d'elles. Le médiastin cranio-dorsal forme une zone relativement opaque, à l'intérieur de laquelle on peut voir la trachée, tubulaire et transparente, s'étendant de l'entrée du thorax jusqu'à la bifurcation trachéobronchique. Dorsalement à celle-ci se trouve l'œsophage, normalement non visible (excepté s'il contient de l'air) (Marescaux,2000).

##### IV.3.1.1.2.Vue de face

Les images du médiastin cranio-ventral et cranio-dorsal sont pratiquement superposées. Le médiastin cranio-dorsal occupe le plan médian, sous la forme d'une bande opaque de part et d'autre de la colonne vertébrale. Sa taille est considérée comme dans les normes si elle est inférieure à deux fois la largeur de la colonne vertébrale du chien. Le médiastin cranio-ventral (plus étroit) a une position oblique de la droite vers la gauche de l'animal.



Médiastin cranio-dorsal est limité à droite par la veine cave craniale et à gauche par l'artère sous-clavière gauche et par l'œsophage. Le médiastin caudal est limité dorsalement et à gauche par l'aorte et ventralement par le ligament cardiophrenique. la veine cave caudale forme sa limite droite.

**Figure 30.** Aspect du médiastin sur une projection dorso-ventrale (Suter et Lord, 1984).

#### IV.3.1.2. Médiastin moyen

Il contient le cœur, la bifurcation trachéobronchique, le départ de l'artère pulmonaire, la crosse aortique, une portion de l'œsophage et les nœuds lymphatiques trachéobronchiques (Marescaux, 2000).

#### IV.3.1.3. Médiastin caudal

Il renferme la veine cave caudale, l'aorte et l'œsophage. Ses limites ne sont visibles que sur la vue de face. Le bord gauche est délimité par la projection de l'aorte descendante et par un repli des plèvres appelé ligament cardiophrenique. Ce ligament s'étend obliquement du cœur au diaphragme et borde le lobe accessoire du poumon droit. Le bord droit du médiastin caudal est formé par la veine cave caudale (Burk, 1976).

### IV.3.2. Organes médiastinaux visibles

#### IV.3.2.1. Trachée

La trachée a un aspect tubulaire, radiotransparente, rectiligne ; elle s'étend de l'entrée de la poitrine au milieu du thorax (cinquième vertèbre thoracique) (Figure 31). Elle se divise dans la région du cœur pour donner les deux bronches principales droite et gauche qui forment entre elles un angle. La bifurcation trachéobronchique se projette sur la ligne médiane et donne une image arrondie, radiotransparente.

La trachée est facile à identifier grâce à l'air qu'elle contient. On distingue une portion cervicale (ou extra-thoracique) et une portion thoracique. Cette dernière est localisée dans le médiastin crânial. Elle est surtout visible sur la projection latérale limitée dorsalement par l'œsophage et ventralement par le médiastin cranio-ventral. Sur la projection de face (DV, elle se situe légèrement à droite La superposition de la colonne vertébrale et du sternum rend son identification difficile



**Figure 31.**Radiographie thoracique chez le chien (vue de profil) (Thrall, 2013)

### IV.3.2.2. Cœur

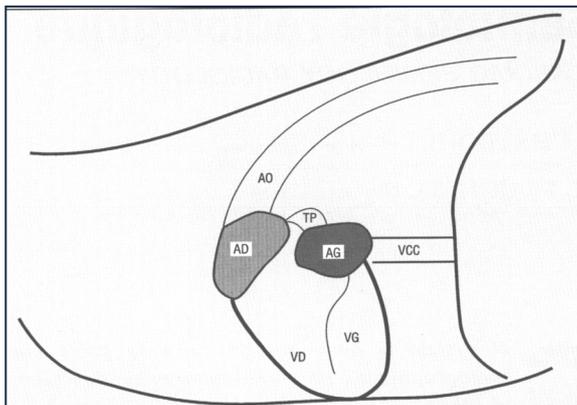
Le cœur est l'organe médiastinal le plus volumineux, située généralement entre le 3ème et 6ème espace intercostal dans le médiastin moyen, apparaît comme une structure ovale d'opacité liquidienne. Sa taille, sa position et sa forme varient beaucoup suivant l'espèce, la race, l'individu et l'âge. Des facteurs techniques tels que le positionnement et le centrage du tube à rayons X peuvent être responsables d'importantes variations de l'aspect du cœur. On considère cependant que, sur la vue de profil, la taille du cœur ne devrait pas dépasser celle de trois espaces intercostaux chez les chiens médioligne (Berger allemand), trois espaces intercostaux et demi chez les chiens brévilignes (Bulldog) et deux espaces intercostaux et demi chez les chiens longilignes(Lévriers) (Pouchelon, 1984).

#### IV.3.2.2.1. Vue de profil

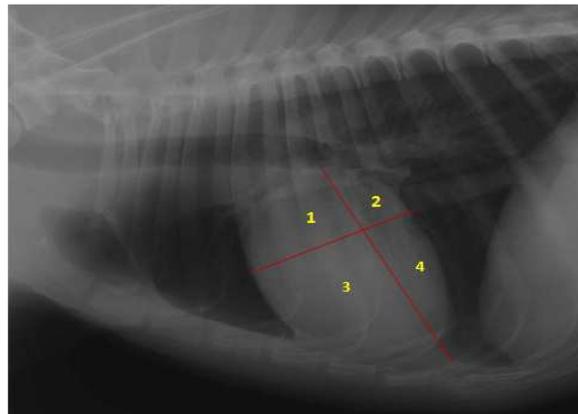
Sur la projection de profil, on distingue un bord crânial convexe, un bord caudal plus rectiligne, une base dorsale et une extrémité ventrale (apex). Si l'on trace une ligne allant de la bifurcation trachéale à l'apex (Figure32 et 33), on délimite ainsi deux parties inégales : deux tiers pour le cœur droit situé en partie crâniale et un tiers pour le cœur

gauche (Buchanan,2000). Une ligne perpendiculaire à la précédente et tracée entre le tiers supérieur et le tiers moyen permet de localiser quatre régions :

- la région cranio-dorsale (oreillette droite, crosse aortique et artère pulmonaire) ;
- la région cranio-ventrale (ventricule droit) ;
- la région caudo-dorsale (oreillette gauche) ;
- la région caudo-ventrale (ventricule gauche).



**Figure 32.** Projection des gros troncs artériels et des quatre cavités cardiaques sur la vue de profil (Pouchelon, 1984).



**Figure 33.** Radiographie du cœur du chien sur une vue de profil (Buchanan,2000)

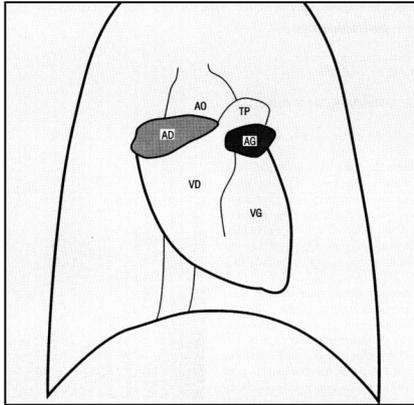
**AD(1)** : atrium droit ; **AG (2)** : atrium gauche ; **VD (3)** : ventricule droit ; **VG (4)** : ventricule gauche ; **AO** : aorte ; **TP** : tronc pulmonaire ; **VCC** : veine cave caudale ;

#### IV.3.2.2.2. Vue de face

Le cœur occupe une position centrale, légèrement oblique par rapport au plan médian et s'étend de la troisième à la huitième paire de côtes. L'apex est dirigé vers la gauche de l'animal et forme avec le diaphragme un angle appelé angle cardiophrénique. Le ventricule droit forme donc l'essentiel du bord cardiaque droit. Le ventricule gauche forme l'apex et les deux tiers du bord cardiaque gauche. Le bord gauche est presque rectiligne, ce qui contraste avec la forme presque semi-circulaire du bord droit. Le contour crânial gauche du cœur est formé par l'atrium gauche et l'artère pulmonaire (Brinkman,2006).

Pour situer les différentes structures cardiaques, le cœur peut être assimilé à un cadran horaire (Figures 34 et 35) dont le midi (12h) est placé à l'intersection avec la colonne vertébrale, et le 6h à l'apex (Thrall,2007). On détermine ainsi :

- ❖ la crosse aortique est généralement située entre 11 h et 1 h ;
- ❖ le tronc pulmonaire entre 1 et 2 h ;
- ❖ l'atrium gauche entre 2 et 3 h ;
- ❖ le ventricule gauche entre 3 et 6 h ;
- ❖ le ventricule droit entre 6 et 9 h ;
- ❖ l'atrium droit entre 9 et 11 h ;



**Figure 34.**Projection des gros troncs artériels et des quatre cavités cardiaques sur la vue de face (Thrall,2007)



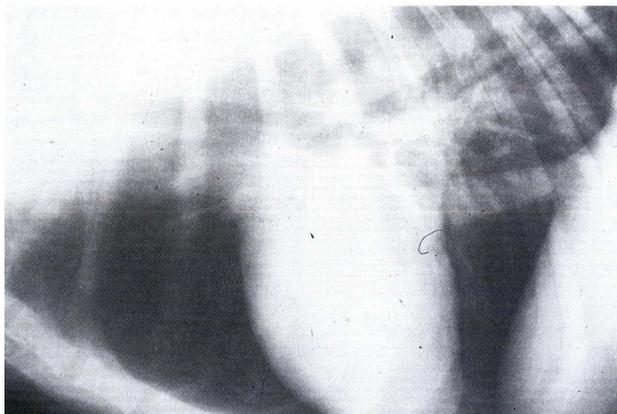
**Figure 35.** Représentation de l'analogie du cadran horaire (Thrall,2007)

AD : atrium droit ; AG : atrium gauche ; VD ; ventricule droit ; VG : ventricule gauche ; AO : aorte ; TP : tronc pulmonaire ;

-La forme du cœur varie avec la conformation du thorax :

➤ **Les chiens de type longiligne** (Lévrier .....).

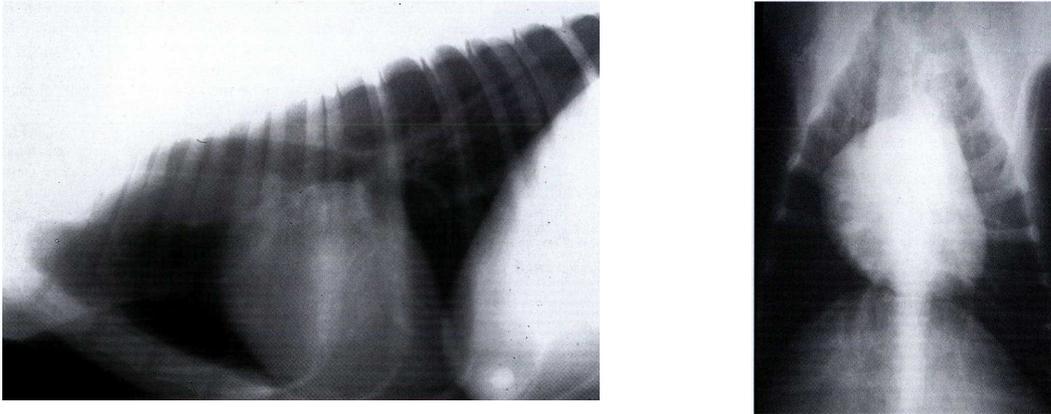
Ces chiens ont un cœur ovale relativement étroit. Sur la vue de profil, il apparaît vertical avec un contact apex-sternum réduit. Sur la projection de face, le cœur est presque circulaire et l'apex se situe sur le plan médian (figure36) (Begon, 1982).



**Figure 36.** Radiographies de face et de profil d'un thorax normal de chien longiligne (Lévrier). Sur la vue latérale, la taille de la silhouette cardiaque est de deux espaces intercostaux, Sur la vue de face, noter la position de l'apex cardiaque près de la ligne médiane (Begon, 1982).

➤ **Chez les chiens de type médioligne** (Berger Allemand...)

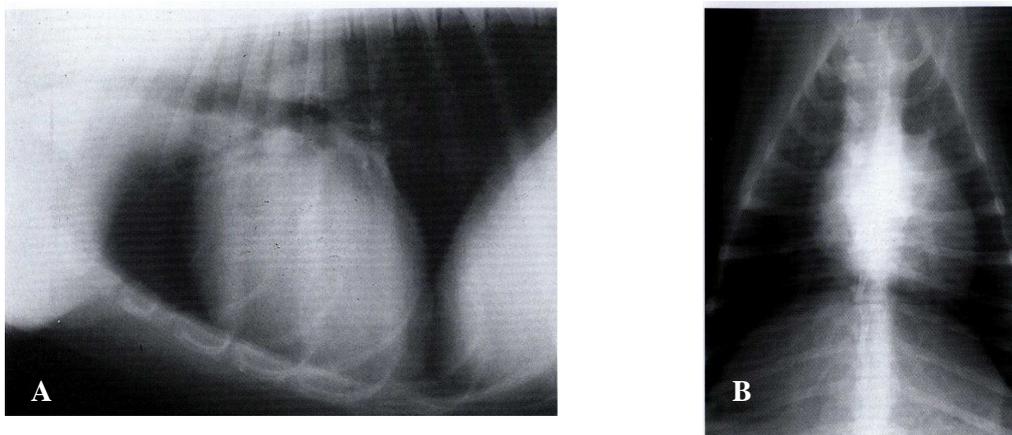
La forme de la silhouette cardiaque est en forme de D inversé sur les deux projections ; il est plus incliné crânialement sur la vue de profil, l'apex est situé à gauche par rapport au plan médian sur la vue de face (Figure37).



**Figure37.** Radiographies de face et de profil d'un thorax normal de chien médioligne (Berger Allemand). Sur la vue de profil, le diamètre cranio-caudal du cœur est environ de trois espaces intercostaux. Sur la vue de face, la forme du cœur est plus globuleuse mais ne dépasse pas les deux tiers du diamètre thoracique (Begon, 1982).

➤ **Chez les chiens de type bréviligne (Boxer).**

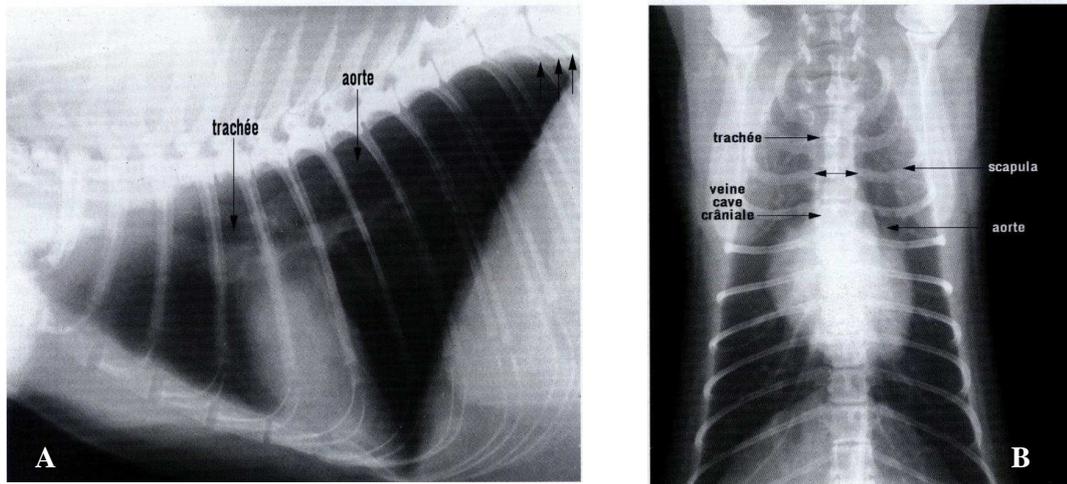
Le cœur est plus large et incliné vers l'avant ; le contact avec le sternum est relativement important et l'apex est nettement situé dans l'hémithorax gauche sur la vue de face (Figure38) (Begon, 1982).



**Figure38.** Radiographies de face et de profil d'un thorax normal de chien bréviligne (Boxer). Sur la vue de profil (A), le cœur semble très globuleux avec un contact apex-sternum augmenté. Sur la vue de face (B), l'apex est situé nettement plus à gauche par rapport au plan médian (Begon, 1982).

➤ **Chez le chat,** l'oreillette gauche se projette entre 1 h et 2 h.

La silhouette cardiaque est ovale sur les deux incidences, inclinée crânialement sur la vue de profil (position oblique) (Figure 39). (Thrall, 2013).



**Figure 39.** Vues radiographiques latérales (A) et ventro-dorsales (B) montrant la position du cœur du félin (Thrall, 2013).

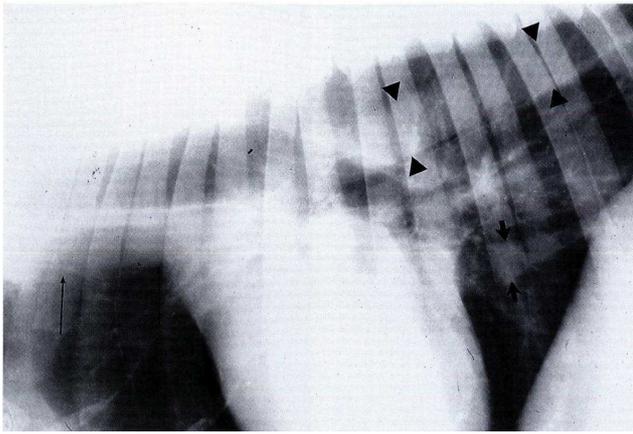
La taille du cœur varie également avec la phase respiratoire et le cycle cardiaque. La silhouette cardiaque apparaît plus globuleuse au cours de l'expiration et en phase diastolique (Begon, 1982).

#### IV.3.2.3. Gros vaisseaux

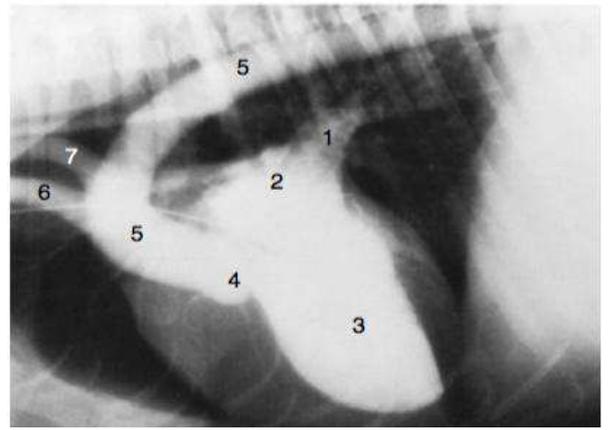
À la base du cœur prend naissance l'aorte descendante qui apparaît sur la vue latérale comme une bande de densité liquidienne en région caudo-dorsale parallèlement à la colonne vertébrale

Sur la projection de face, l'aorte est superposée au cœur (11h-1h) et située à gauche en région para vertébrale. Bien visibles chez les chiens de grandes races.

La veine cave caudale est située dans le médiastin caudal. Sur la vue de profil, elle apparaît comme une bande horizontale de densité liquidienne entre le bord cardiaque caudal et le diaphragme. Sur la projection de face, elle est visible dans l'hémithorax droit entre le cœur et le diaphragme (Figure 40,41 et 42) (Baines, 2008).

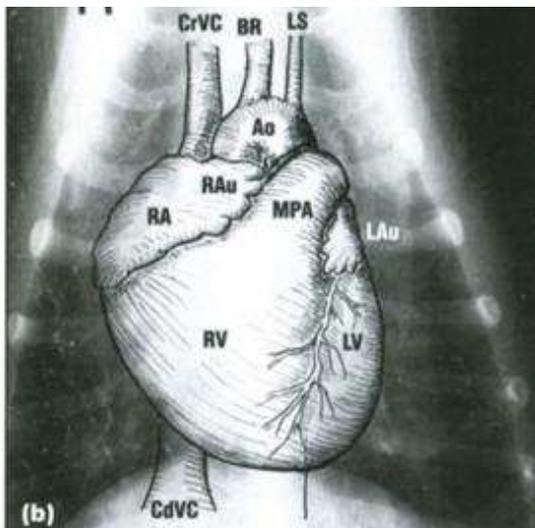


**Figure 40.** Radiographie latérale d'un thorax de chien. Les têtes de flèches indiquent la position et la taille normale de l'aorte. Les flèches soulignent la veine cave caudale (Baines, 2008).



**Figure 41.** Milieu de contraste dans les ventricules canins marquant les grands vaisseaux (Baines, 2008).

1 : veines pulmonaires ; 2 : oreillette gauche ; 3 : ventricule gauche ; 4 : position de la valve aortique ; 5 : aorte ; 6 : tronc brachio-céphalique ; 7 : artère sous-clavière gauche.



**Figure 42.** Projection anatomique des différentes parties du cœur sur des radiographies thoraciques (Baines, 2008).

CrVC : veine cave crâniale ; LS : artère sous-clavière gauche ; CdVC : veine cave caudale ; Ao : l'aorte

### IV.3.3. Organes médiastinaux non visibles

#### IV.3.3.1. Œsophage

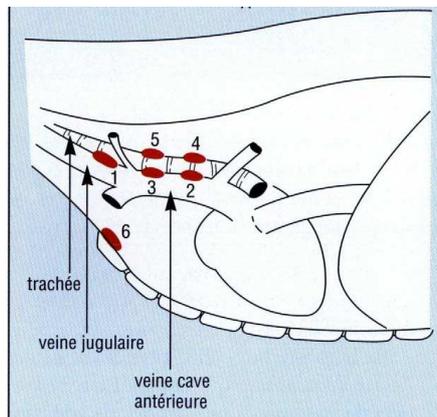
L'œsophage traverse les trois parties du médiastin. Sur la projection de profil, il se situe dorsalement par rapport à la trachée dans le médiastin crânial et moyen et entre l'aorte et la veine cave caudale dans le médiastin caudal. Sur la projection de face, il est localisé au centre ou légèrement à gauche (Thrall, 2007).

#### IV.3.3.2. Nœuds lymphatiques

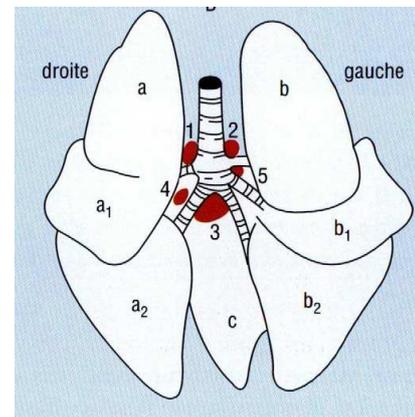
On distingue trois groupes de nœuds lymphatiques (Figure 43) :

- les nœuds lymphatiques médiastinaux, qui se situent ventralement ou ventro-latéralement par rapport à la trachée ; certains peuvent être dorsaux. Leur nombre varie de 1 à 6 à gauche et de 2 à 6 à droite. (Evans et Christensen, 1979).

- les nœuds lymphatiques trachéobronchiques, au nombre de trois ; deux sont situés latéralement à l'origine de chaque bronche, le troisième est dorsal et se trouve à la bifurcation trachéobronchique ;
- le ou les ganglions sus-sternaux ; situés au-dessus du deuxième sternèbres, il peut être unique ou double.



**Vue de profil** des ganglions médiastinaux : 1, 2, 3, 4, 5 : ganglions médiastinaux droits. 6 : ganglion rétrosternal.



**Vue dorsale** des ganglions trachéobronchiques. 1, 2, 3 : ganglions trachéobronchiques gauche, droit et médian. 4, 5 : ganglions pulmonaires.

**Figure 43.** Topographie des ganglions de la région thoracique (Evans et Christensen, 1979)

#### IV.4. Cavité pleurale

La cavité pleurale est l'espace virtuel situé entre les feuillets de la plèvre. Le feuillet pariétal adhère à la paroi thoracique, recouvre le diaphragme et délimite le médiastin (plèvre médiastinale).

Le feuillet viscéral tapisse toute la surface des poumons et s'étend jusqu'au hile où il s'unit avec la plèvre pariétale. L'espace pleural contient normalement quelques millilitres d'un liquide séreux qui permet le glissement des feuillets l'un contre l'autre au cours des mouvements respiratoires.

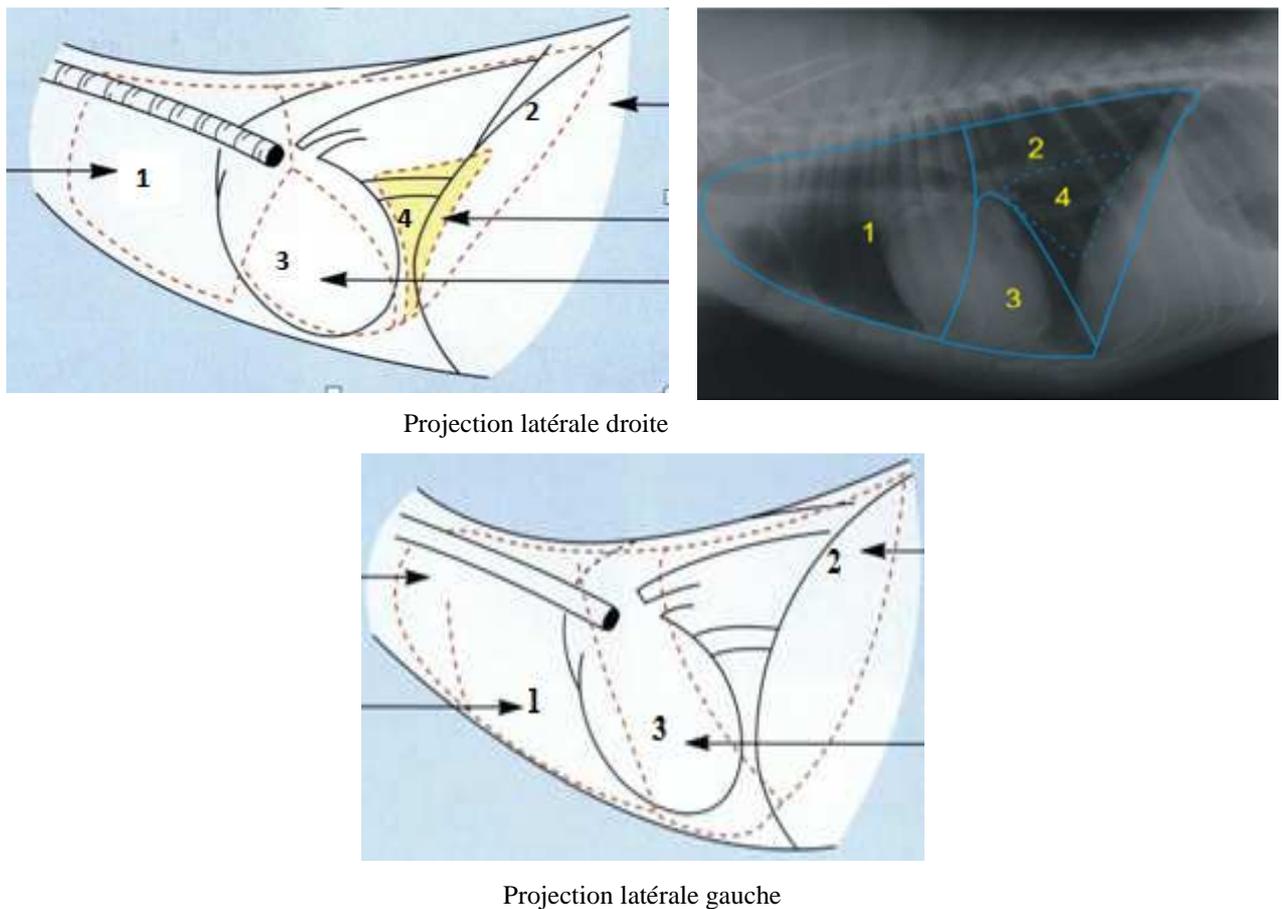
Compte tenu de leur faible épaisseur, l'espace pleural et les plèvres ne sont pas visibles sur une radiographie de chien normal, sauf lorsque la plèvre viscérale est épaissie ou calcifiée chez les animaux âgés (Thrall, 2007).

#### IV.5. Poumons

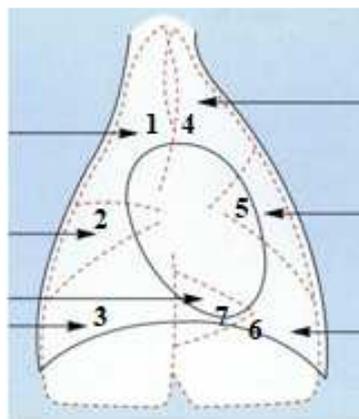
Les poumons occupent toute la partie du thorax laissée libre par le médiastin. De par son contenu aérien, l'aspect du champ pulmonaire est radiotransparent. On distingue un

poumon droit et un poumon gauche. Le poumon droit est constitué de quatre lobes : crânial (apical), moyen (cardiaque), caudal (diaphragmatique) et accessoire (azygos). Le poumon gauche comprend deux lobes : un lobe caudal et un lobe crânial, lui-même divisé en une portion caudale et une portion crâniale. Les lobes pulmonaires sont séparés par des scissures interlobaires qui ne sont normalement pas visibles. Les différents lobes ne peuvent pas être différenciés les uns des autres sur les radiographies normales, car ils ont une opacité identique et sont en contact les uns avec les autres. (Figure 44 et 45).

Le hile correspond à la région de la bifurcation trachéobronchique et des ramifications des vaisseaux pulmonaires et des nerfs (Thrall, 2007).



**Figure 44.** Représentation schématique des lobes pulmonaires du chien sur une radiographie thoracique de profil. 1 : Lobe crânial 2 : Lobe caudal 3 : Lobe moyen 4 : Lobe accessoire (Evans et Christensen, 1979 ; Coulson et Lewis, 2010).



Projection dorso-ventrale

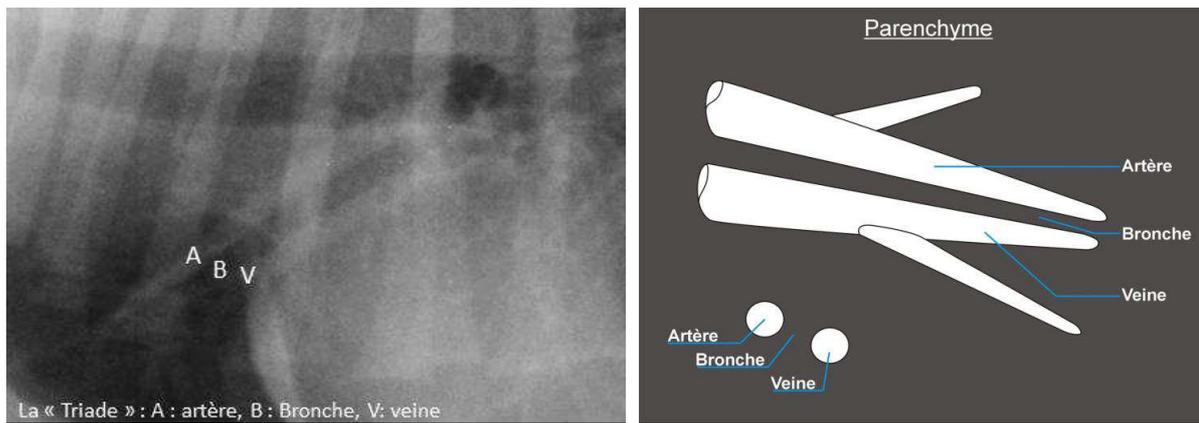


**Figure 45.** Représentation schématique des lobes pulmonaires du chien sur une radiographie thoracique de face.

**1** : Lobe crânial droit, **2** : Lobe moyen droit, **3** : Lobe caudal droit, **4** : Partie crâniale du lobe crânial gauche, **5** : Partie caudale du lobe crânial gauche, **6** : Lobe caudal gauche, **7** : Lobe accessoire (Coulson et Lewis, 2008 ; Evans et Christensen, 1979).

L'image radiographique pulmonaire est composée par l'ombre des vaisseaux pulmonaires, des bronches, du tissu interstitiel, de la plèvre et de la paroi thoracique. Les projections des artères et des veines principales des deux lobes caudaux sont souvent superposées. Sur la vue de profil, elles forment une image caractéristique en arête de poisson, très radiodense. L'air contenu dans les poumons est un bon milieu de contraste qui permet d'identifier les vaisseaux pulmonaires, les bronches et le tissu interstitiel.

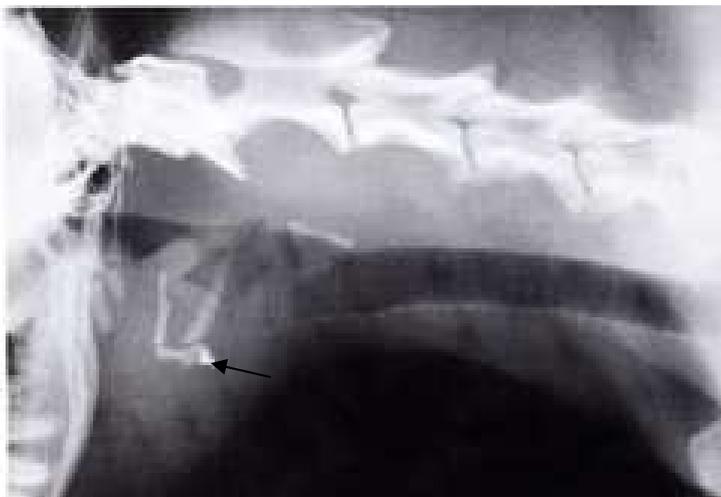
Chaque bronche est accompagnée d'une artère et d'une veine pulmonaire. Sur une vue de profil, l'artère est dorsale et la veine, ventrale par rapport à la bronche ; sur la vue de face, l'artère est latérale et la veine, médiale. Les artères et veines sont surtout visibles en région péri hilare et en région moyenne du thorax. L'association artère-bronches-veine forme une triade caractéristique qui se présente comme une bande radiotransparente (la bronche) bordée par deux bandes de densité liquidienne (artère et veine). (Figure 46). La visualisation des vaisseaux pulmonaires dépend de la quantité d'air dans les poumons, de l'âge de l'animal et des qualités techniques du cliché (Coulson et Lewis, 2008)



**Figure 46.** Représentation schématique de la disposition des vaisseaux pulmonaires par rapport aux bronches sur les radiographies thoraciques du chien (Mai,2003 ;Schwartz et Jonhson,2010).

## I. Larynx

Est facilement identifiable sur l'incidence de profil du cou sur les bons clichés, on peut voir le voile du palais, l'appareil hyoïdien l'épiglotte et le cartilage cricoïde. Les anomalies du larynx sont généralement : le déplacement du larynx, sa compression ou la présence de calcification, elles peuvent entraîner des modifications radiologiques visibles. Les os hyoïdiens peuvent se fracturer (Figure47). La présence d'un corps étranger ou d'une masse est généralement visible parce qu'ils sont entourés d'air permettant de fournir le contraste (Kealy et Mcallister, 2008).

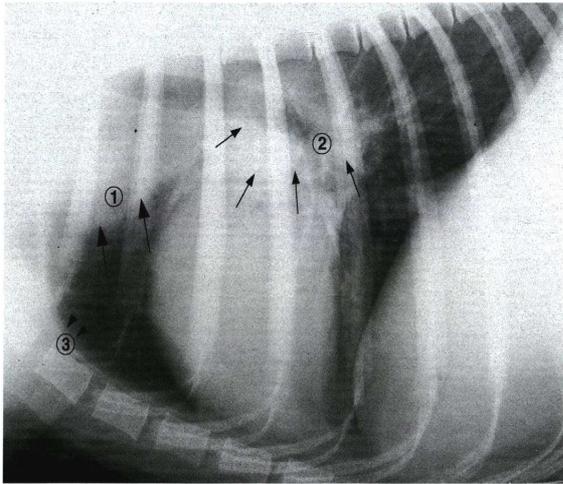


**Figure 47.** Sur l'incidence de profil du larynx chez le chien, présente une fracture de l'os hyoïde (flèche). (Kealy et Mcallister, 2008).

## II. Trachée

### II.1. Déplacement dorsal de la trachée

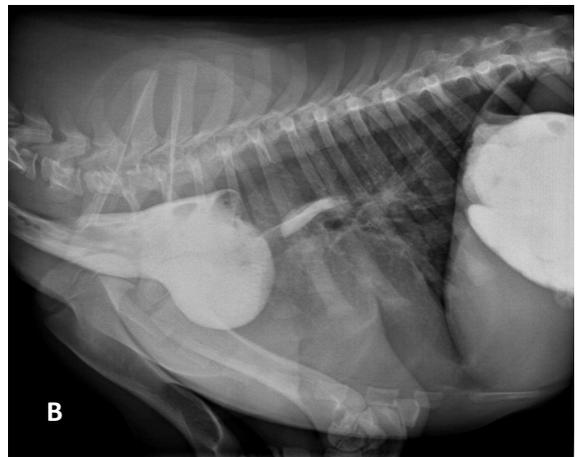
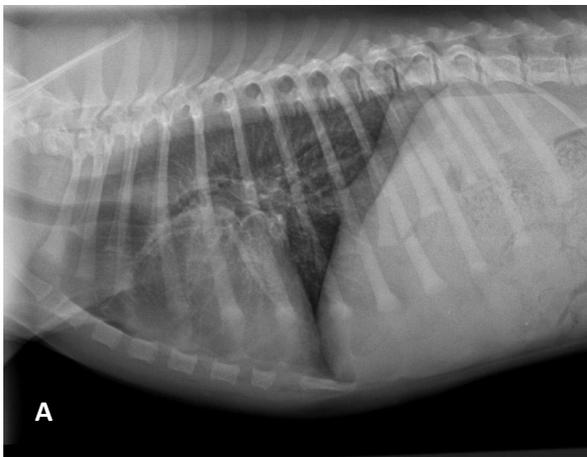
La trachée peut être déplacée par des masses cervicales ou médiastinales ou par un cœur volumineux. Les masses médiastinales craniale la déplacent en général dorsalement et latéralement. Il s'agit le plus souvent d'adénopathies médiastinales dont l'image radiographique est caractéristique) (Figure48). (Burk et Feeney, 2003).



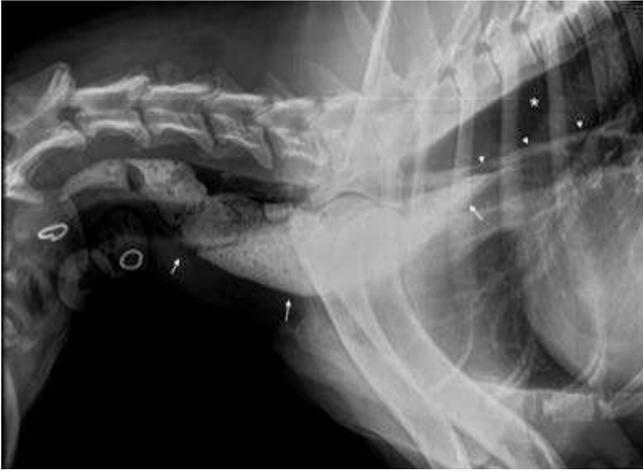
**Figure 48.** Adénopathie médiastinale (1), trachéobronchique (2) et sus-sternale (3) chez un chien atteint d'un lymphosarcome. La projection de profil montre une augmentation de la taille du médiastin cranio-ventral (flèches). On observe une densité liquidienne dans la partie crâniale et ventrale du thorax, correspondant à une adénopathie sus-sternale. La trachée est déplacée dorsalement. (Stambouli., 1994).

## II.2. Déplacement ventral de la trachée

Il indique une lésion située dans le médiastin cranio-dorsal ; il peut s'agir soit d'une affection œsophagienne (dilatation, masse), soit d'une masse péri-œsophagienne. Elles peuvent être localisées (jabot œsophagien) (Figure 49) ou généralisées (mégaœsophage) (Figure 50) (Bradley, 2016).



**Figure 49.** Jabot œsophagien. Il se traduit, sur la vue de profil (A), par un déplacement ventral de la trachée. Radiographie de profil (B) avec produit de contraste : dilatation de l'œsophage et accumulation de produit de contraste associé en avant de T4 (Serrau, 2018).



**Figure 50** .Vue latérale (debout) du cou d'un chien atteint d'un mégaoesophage généralisé. Un transit baryté a été réalisé (en utilisant des aliments semi-liquides) et le produit de contraste s'est accumulé ventralement dans l'oesophage cervical dilaté (flèches). Notez la présence d'air dorsalement au baryum (\*) et la dilatation de l'oesophage thoracique. Un signe de bande trachéale est évident (têtes de flèches) (Bradley, 2016).

### II.3. Hypoplasie de la trachée

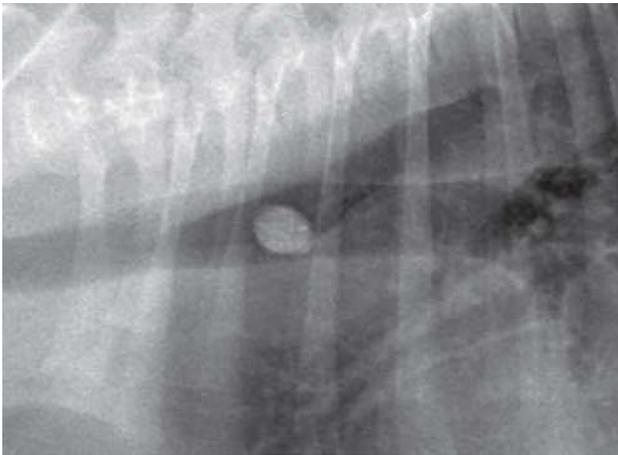
L'hypoplasie trachéale apparaît comme une réduction généralisée du diamètre trachéal et est causée par des cartilages trachéaux apposés ou superposés et une membrane trachéale dorsale raccourcie ou absente. L'hypoplasie congénitale (sténose congénitale) est observée chez certaines races brachycéphales telles que le Bouledogue anglais et le Bullmastiff. On le voit parfois chez d'autres races telles que le Berger allemand, le Labrador retriever et le Basset hound, il est rare chez les chats. La taille de la lumière trachéale est grossièrement rétrécie, généralement sur toute sa longueur. Le diamètre peut être inférieur à la moitié de celui du larynx ou inférieur à la largeur du tiers proximal de la troisième côte (Figure 51) (Alexander., 2018 ; (Kealy et Mcallister, 2008).



**Figure 51.** L'incidence de profil du thorax d'un chien avec un cou fléchi montre un rétrécissement de la lumière trachéale (flèche), sur toute sa longueur (Kealy et Mcallister., 2008).

## II.4. Obstruction

L'obstruction de la trachée par un corps étranger n'est pas courante. La principale constatation clinique est des épisodes soudains de toux sévère. La trachée remplie d'air fournit un bon fond de contraste sur lequel un corps étranger peut généralement être vu. Les corps étrangers résultent généralement de l'aspiration orotrachéale et sont visibles lorsqu'ils sont minéraux ou métalliques, tels que des particules de balle, des aiguilles, des hameçons, dent, croquette, pierre et os. Le matériel végétal n'est généralement pas visible à la radiographie. Les jeunes chats et les chiens de chasse sont les plus touchés . (Figure 52). (Alexander., 2018 ; Kealy *et al.*, 2011)



**Figure 52.** Radiographie d'un chien qui a développé une toux après avoir été observé en train de manger des cailloux. Une structure d'opacité minérale granuleuse bien définie est présente dans la face caudale de la trachée.(Alexander., 2018).

## III. Principales affections du poumon

Toute affection pulmonaire qui modifie, en l'augmentant ou en le diminuant, le rapport air/liquide va produire une modification de la densité pulmonaire (Kealy, 1987).

### III.1. Localisation des lésions

Elle doit être faite de façon très précise car la localisation des lésions intervient toujours, et parfois de façon dominante, dans l'interprétation des images radiographiques. Certaines affections sont observées plus fréquemment ou uniquement dans certaines parties du poumon (Begon, 1996).

#### III.1.1. Localisation au champ pulmonaire

Dans une première étape, il faut s'assurer que l'anomalie identifiée est bien une anomalie du tissu pulmonaire. Plusieurs signes doivent être recherchés dans cette démarche (Begon, 1996).

### 1. Signes d'inclusion

Leur observation prouve que, l'anomalie est bien située dans le poumon :

- la lésion se trouve sur l'aire de projection du poumon sur la vue de profil et sur la vue de face
- la lésion forme des images spécifiques d'une atteinte pulmonaire (anneaux, nodules, cavités, bronchogramme, alvéologrammes)

### 2. Signes d'exclusion

Leur observation prouve que l'anomalie est située en dehors du poumon :

- ❖ la lésion peut être médiastinale ou pleurale ;
- ❖ la lésion peut être extra-pleurale. Cette démarche nécessite de connaître les signes radiographiques caractéristiques des affections médiastinales, pleurales.
- ❖ Des anomalies osseuses costales et vertébrales peuvent être visibles et forment un signe de certitude.

## III.2. Caractérisation des lésions

Lorsque les lésions ont été localisées, il importe de les caractériser plus précisément. Lorsqu'une partie seulement du poumon est densifiée, c'est à cet endroit qu'il faudra rechercher des signes de caractérisation (Begon, 1996).

### III.2.1. Anomalies de la densité pulmonaire

Ces anomalies peuvent être des augmentations de la transparence pulmonaire (diminution de la densité) ou augmentations de la densité pulmonaire. Elles peuvent être relativement faciles à décrire lorsque l'on a observé une lésion pulmonaire généralisée et homogène. Il faut examiner individuellement chaque plage anormale et la caractériser pour ensuite faire la synthèse de toutes les informations (Kealy et Mcallister., 2008).

#### III.2.1.1. Lésions par augmentation de la transparence pulmonaire

Le champ pulmonaire apparaît alors plus noir. Ceci est la conséquence : soit d'une augmentation de la quantité d'air pulmonaire, soit d'une diminution de la quantité de sang pulmonaire. La lésion peut être circonscrite ou généralisée (Kealy et Mcallister., 2008).

### A. Lésions circonscrites

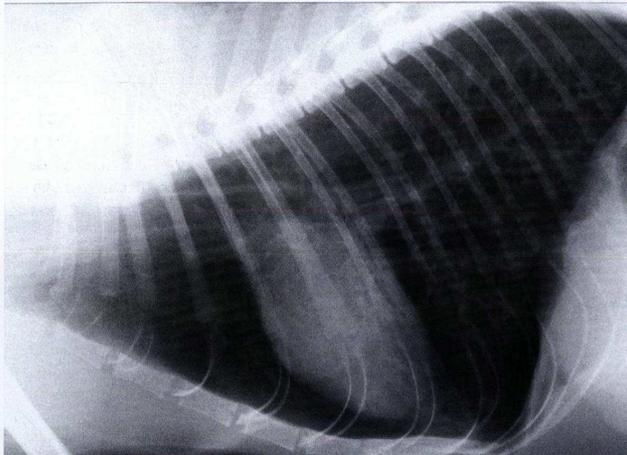
Une ou plusieurs plages de densité inférieure à celle d'un poumon normal sont visibles. On notera pour chacune de ces lésions la localisation précise, la taille, la forme, la présence ou non d'une paroi, son épaisseur, la régularité de son contour, cas d'un abcès (Figure 53) (Kealy et Mcallister., 2008).



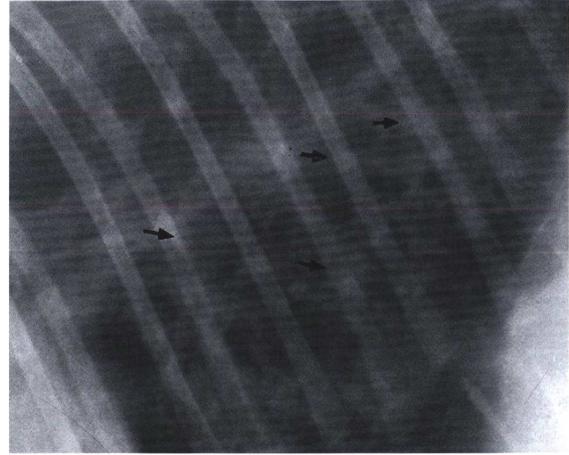
**Figure 53.** Sur l'incidence de profil, chez un chien, on note la présence d'une masse radiotransparente, des images aériques, circulaires, entourées d'une paroi fine et régulière de densité liquidienne (flèche). Il s'agit d'un abcès (Kealy et Mcallister., 2008).

### B. Lésions généralisées

L'ensemble du tissu pulmonaire présente une densité diminuée (Il faut en particulier se méfier des clichés surexposés qui confèrent à l'ensemble de l'image thoracique un aspect trop noir et donner l'impression d'une hyper-transparence pulmonaire, c'est le cas d'emphysème, d'asthme et d'obstruction des voies aérienne intra thoraciques (Figure 54 et 55). (Begon, 1996).



**Figure 54.** Vue de profil du thorax. Syndrome de rétention aérienne chez un chat : asthme secondaire à une bronchite chronique. Augmentation très nette du volume pulmonaire, notez l'augmentation de l'aire de projection du poumon avec augmentation des distances cœur/sternum et cœur/diaphragme et aplatissement du contour diaphragmatique (Begon., 1996).



**Figure 55.** Gros plan de la partie caudo-dorsale du champ pulmonaire du chat de la figure 53. Image en anneaux (flèches), ces anneaux ont un très petit diamètre et ils ressemblent beaucoup à des nodules (Begon, 1996).

### III.2.1.2. Lésions par augmentation de la densité pulmonaire

Ce sont les lésions les plus fréquentes. Une augmentation de la densité pulmonaire est la conséquence de l'un au moins des mécanismes suivants :

- Présence anormale de liquide ou de cellules dans les parois bronchiques (anomalie bronchique), dans les alvéoles (anomalie alvéolaire) dans le tissu interstitiel (anomalie interstitielle)
- Augmentation de la taille et/ou du nombre des vaisseaux pulmonaires ;
- Diminution ou disparition de l'air alvéolaire (collapsus ou atélectasie qui sont aussi classés parmi les anomalies alvéolaires).

Chacune de ces lésions forme une image radiographique particulière. La lésion peut être disséminée (bilatérale et atteignant plus de deux lobes pulmonaires) ou circonscrite (Kealy et Mcallister.,2008).

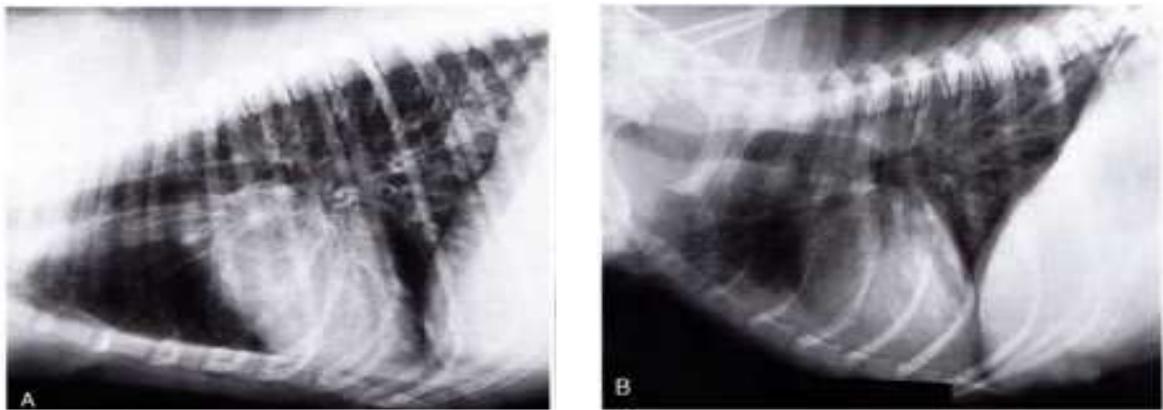
#### III.2.1.2.1. Lésions disséminées

Ce sont les lésions les plus fréquemment observées et les plus complexes à décrire. Ces densifications pulmonaires sont classées en densifications de type bronchique, vasculaire,

alvéolaire, interstitiel, nodulaire et mixte (Kealy et Mcallister., 2008).

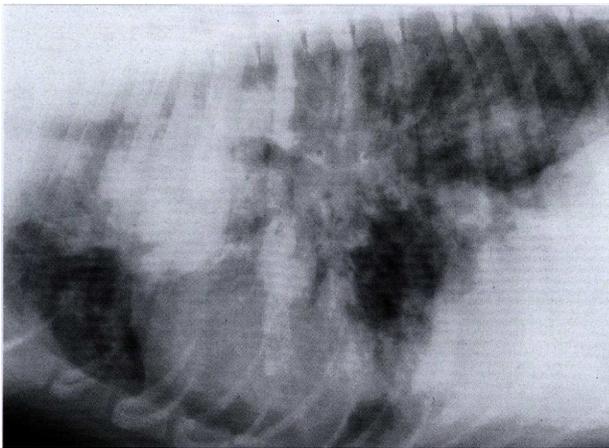
### III.2.1.2.1.1. Densification de type bronchique

Lors d'affection inflammatoire, une infiltration irrégulière peut entourer les bronches, c'est l'infiltration péribronchique. Les parois bronchiques épaissies et/ou le tissu interstitiel péribronchique deviennent visibles. Les bronches atteintes forment des images en anneau. Ces lésions forment des lignes de densité liquidienne qui se surajoutent entre les images des vaisseaux pulmonaires (images en rails de chemin de fer) (Figure 56) (Kealy et Mcallister, 2008).

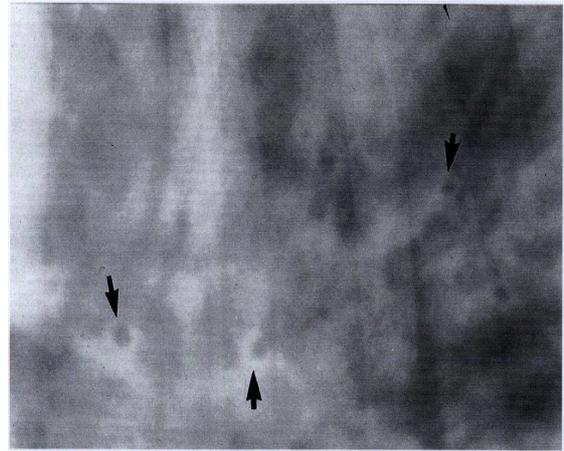


**Figure 56.** Incidence de profil du thorax d'un chien atteint d'une bronchite chronique. De nombreuses bronches sont visibles (A, B) entourées d'une infiltration péribronchique. On note une densification pulmonaire généralisée et de distribution régulière sur l'ensemble du champ pulmonaire (Kealy et Mcallister, 2008).

Les images en anneaux sont faciles à observer chez des chiens de races de grande taille. Elles sont, en revanche, beaucoup plus difficiles à observer et à interpréter chez des animaux de petite taille et particulièrement chez le chat. Une densification bronchique donne alors au poumon un aspect ponctué. Lorsque la paroi des anneaux est très épaisse, le contour mal défini, cela signifie qu'un infiltrat péri bronchique accompagne l'épaississement bronchique. On parle alors de densification de type péribronchique (Figure 57 et 58) (Begon, 1999 ; Kealy et Mcallister., 2008)



**Figure 57.** Densification pulmonaire généralisée mais irrégulière de type mixte, péri bronchique et nodulaire. Incidence de profil du thorax d'un chien atteint d'une broncho pneumopathie infectieuse d'origine hématogène avec plusieurs abcès pulmonaires (Begon., 1996).



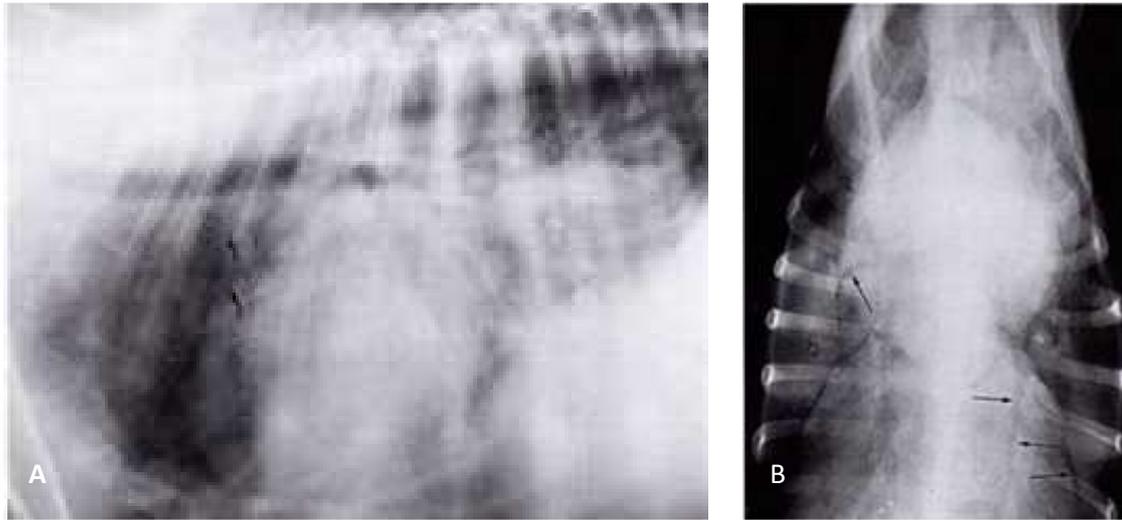
**Figure 58.** Gros plan de la partie centrale et dorsale du poumon du chien de la Figure 52, montrant des images d'infiltrat péri-bronchique intense (anneaux très épais) (flèches) (Begon., 1996).

### III.2.1.2.1.2. Densification de type vasculaire

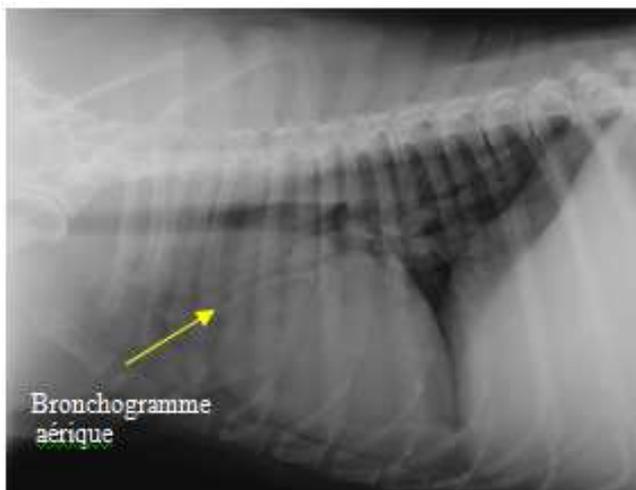
L'augmentation de densité pulmonaire est due à une augmentation de la quantité de sang dans le poumon. Les vaisseaux pulmonaires sont anormalement visibles. Selon la position des vaisseaux par rapport à la projection de la lumière bronchique correspondante, il est possible de distinguer les anomalies des artères et des veines (Mai, 2003).

### III.2.1.2.1.3. Densification de type alvéolaire

L'opacification de ce type s'observe lorsque les alvéoles sont remplies de liquide, de débris cellulaires ou d'une infiltration néoplasique ou lors de collapsus alvéolaire. Le liquide ou les débris déplacent l'air alvéolaire et, de ce fait, les alvéoles ne contribuent plus au contraste général. Les bronches contenant de l'air deviennent visibles et forment des structures tubulaires ou ramifiées radio-transparentes qui contrastent avec le tissu pulmonaire plus opaque du fait de l'infiltration. Cela forme des bronchogrammes aériques. (Figure 59 et 60). Le bronchogramme correspond à un trajet bronchique rendu plus visible par la densification des alvéoles qui l'entourent. Les alvéoles ont alors une densité de type liquidien et elles forment une image de continuité avec les vaisseaux pulmonaires et les parois bronchiques (Mai, 2003).



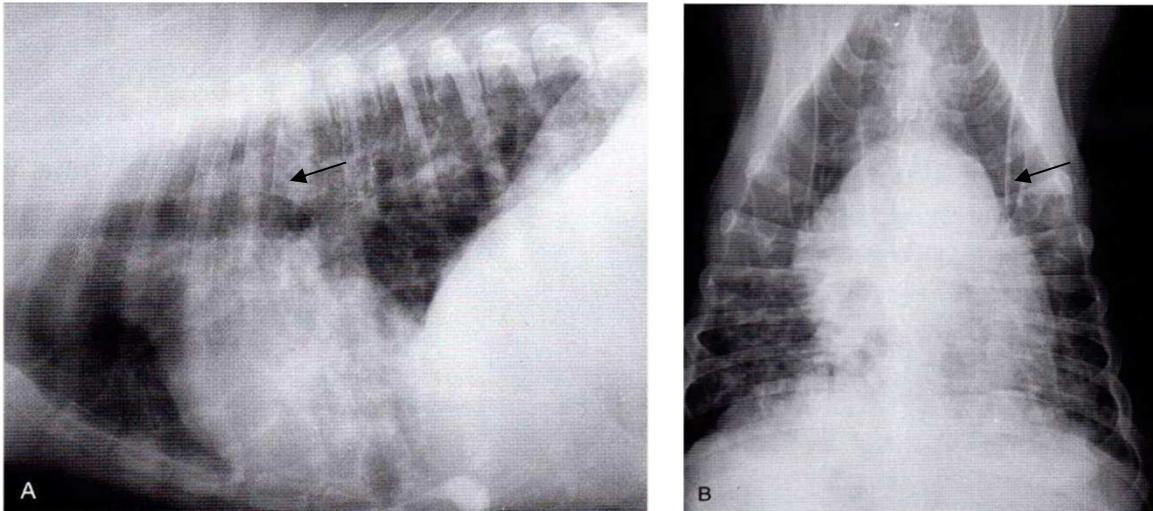
**Figure 59.** Syndrome alvéolaire .Vue de profil (A) et de face (B) du thorax d'un chien, montre le type de floconneux de l'infiltration caractéristique.les infiltrats ont un contour irrégulier. présence de bronchogramme aérique (flèche noire) et de zone alvéologrammes aérique (flèche évidées). (Kealy et Mcallister, 2008).



**Figure60.** Image radiographique d'un bronchogramme aérique sur un cliché thoracique de profil chez un chien suivi pour un lymphome malin (Mai., 2003).

#### III.2.1.2.1.4.Densification de type interstitiel

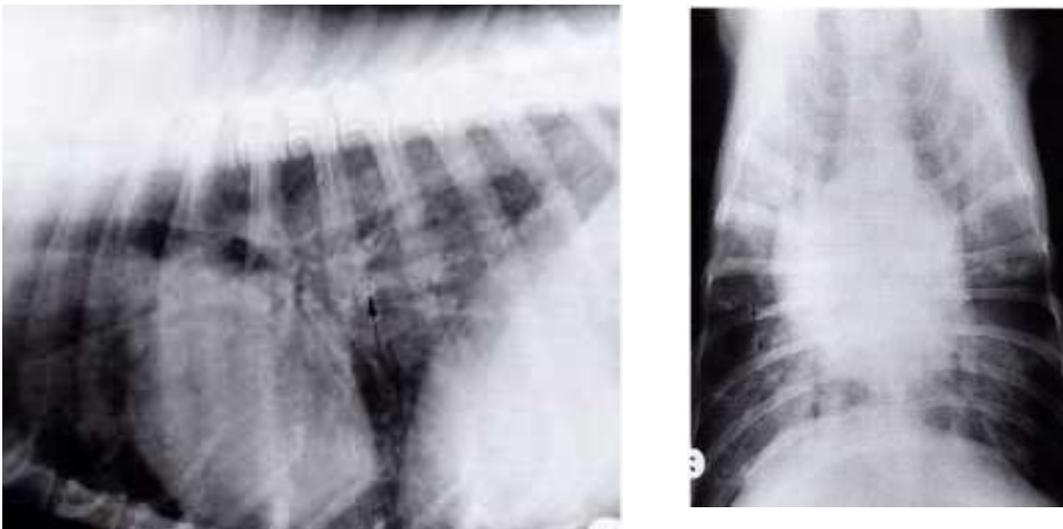
Elle est due à une augmentation de volume du tissu interstitiel par accumulation de liquide ou de cellules. La densité générale du poumon est augmentée et le contour des vaisseaux pulmonaires, devient beaucoup plus difficile à délimiter. (figure 61). Ce type de densification pulmonaire est fréquemment observé. (Mai, 2003).



**Figure 61.** Un syndrome interstitiel étendu est présent dans les poumons (profil et face), la vascularisation pulmonaire est presque complètement effacée. de nombreuses lignes opaques indépendantes des vaisseaux (flèche) (A), donnent un aspect presque réticulé au champs pulmonaires. Présence de nombreuses petites opacités nodulaires (flèche noire) (B). (Kealy et Mcallister, 2008).

### III.2.1.2.1.5. Pneumonie

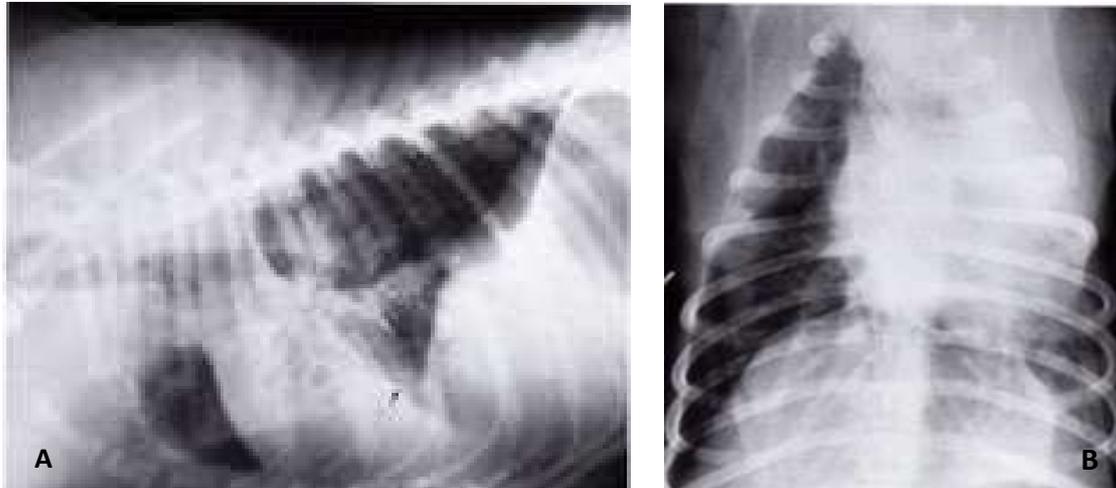
Syndromes radiographiques d'une pneumonie sont les syndromes interstitiel et alvéolaire. lors de pneumonie aigue, les infiltrats pulmonaires se repartissent par plaques dont les limites sont floues et irrégulières. il faut prendre les deux incidences de profil droit et gauche ainsi qu'une incidence de face. (Figure 62). (Kealy et Mcallister, 2008).



**Figure 62.** Radiographie du thorax (face et profil) d'un berger allemand qui présentait de la toux. Noter, une infiltration généralisée en plages associée à une pneumonie, des infiltrats floconneux et des bronchogramme aérique. des infiltrat peribronchique (flèche) peuvent être observées (Kealy et Mcallister, 2008).

### III.2.1.2.1.6. Bronchopneumonie

Affection atteint habituellement les parties déclives des poumons des lobes médians et crâniens (figure63) (Kealy et Mcallister, 2008).



**Figure 63.** Radiographie du thorax d'un rottweiler, présente une toux et une tachypnée. Sur l'incidence de profil(A), une image radiotransparente (bronches dilatées), on peut voir une limite lobaire (flèche).l'incidence dorso-ventral(B), renferme une infiltration généralisée du champ pulmonaire gauche (Kealy et Mcallister, 2008).

### III.2.1.2.2.Lésion circonscrite

#### III.2.1.2.2.1. Lésions lobaires

Les lésions lobaires provoquent une augmentation de la densité d'un lobe ou d'une partie d'un lobe pulmonaire (Tableau 3) (Suter et Lord., 1984).

**Tableau 3 :** Densification circonscrite (Suter et Lord., 1984).

	<b>Étiologie</b>
<b>Lésion alvéolaire d'un lobe ou d'une partie d'un lobe.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Broncho-pneumopathie infectieuse.               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fausse déglutition</li> <li>✓ Corps étranger.</li> </ul> </li> <li>-Hémorragie.</li> <li>-Tumeur primitive.</li> </ul>
<b>Nodule ou masse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Métastase</li> <li>-Tumeur primitive</li> <li>-Hématome</li> <li>-Abscess</li> </ul>

### III.2.1.2.2.2.Lésions nodulaires (nodule ou masse).

Les lésions pulmonaires pouvant produire ce type d'image radiographique sont nombreuses. (Figure 64). Les termes descriptifs importants sont la localisation (centrale, périphérique, dorsale, ventrale, caudale...) et les caractères propres à la lésion tels la taille, la forme, la densité (homogène ou non) et le contour (lisse ou non, net ou non...). (Mai,2003).



**Figure 64.** Radiographies d'un chat présenté une anorexie et la toux. Sur la vue de face et de profil on note de multiples opacités nodulaires éparpillés dans l'ensemble des champs pulmonaires (flèches) (A,B). La densification pulmonaire était généralisée et régulière sur l'ensemble du champ pulmonaire.

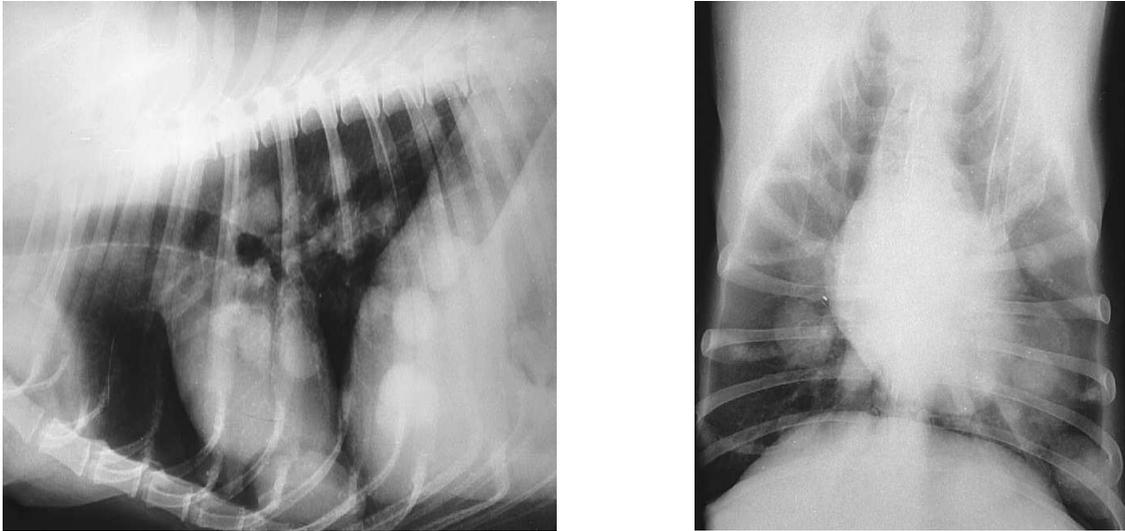
Des petites plages de contour régulier, de densité homogène, sont distribuées de façon régulière dans le poumon. Ce sont des nodules interstitiels. Diagnostic : carcinome anaplasique (Kealy et Mcallister, 2008).

### III.2.1.2.2.3.Néoplasie pulmonaire.

La néoplasie pulmonaire peut être largement divisée en primaire, métastatique et multicentrique ou systémique. Les néoplasies pulmonaire primaires sont relativement rares chez le chien et le chat et peuvent être une découverte fortuite. La maladie pulmonaire métastatique est fréquente chez les chiens, moins fréquente chez les chats. Les vues latérales couchées gauche et droite doivent être réalisées car les petites lésions sont mieux visibles dans le poumon le plus haut. (Figure 65).

Des résultats radiographiques négatifs n'excluent pas la possibilité que des métastases pulmonaires soient présentes. Une maladie métastatique généralisée peut être présente bien que les radiographies thoraciques semblent normales. C'est parce que les lésions sont plus

petites que la taille à laquelle elles projettent une ombre visible ; ils ont probablement moins de 5 mm de diamètre. Les radiographies doivent être faites avec l'animal en décubitus latéral droit et gauche si des métastases sont suspectées (Kealy *et al.*, 2011).



**Figure 65** .Radiographies de profil et face de: Métastases dites « en boulet de canon » fréquemment associées à l'ostéosarcome (Kealy *et al.*, 2011).

## IV. Diaphragme

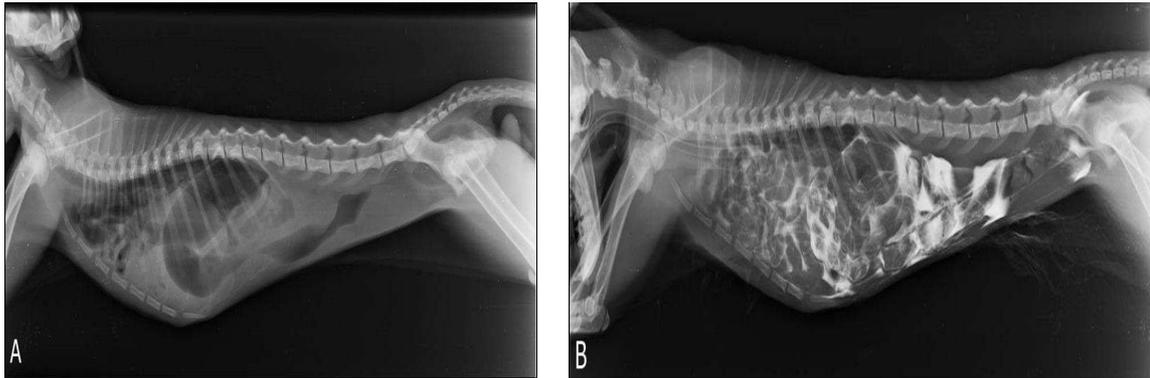
### IV.1. Hernie diaphragmatique

Une hernie diaphragmatique est une saillie des viscères abdominaux à travers le diaphragme dans le thorax.(figure66). Les hernies diaphragmatiques qui peuvent être reconnues radiographiquement comprennent les hernies traumatiques, péritonéo-péricardiques, hiatales, péritonéo-pleurales et celles secondaires à des malformations diaphragmatiques congénitales (Thrall, 2018).

Les signes radiographiques d'une hernie diaphragmatique traumatique sont :

- Viscères abdominaux dans le thorax (avec observation de bulles d'air ou d'images aériques tubulaires limitées par une paroi) ;
- Perte partielle ou complète du contour de la surface diaphragmatique thoracique
- Déplacement crânial des structures abdominales
- Déplacement des structures thoraciques - généralement déplacées crânialement et latéralement loin d'une zone opaque anormale dans le thorax

Pour confirmer la hernie, on peut opacifier le tube digestif avec un produit de contraste (Thrall 2018).



**Figure 66.** Hernie diaphragmatique chez un chat. le contour du diaphragme n'est plus visible .de nombreux replis intestinaux, contenant du gaz sont observés dans le thorax .Le grand axe de estomac est dirigé crânialement sur la projection latérale(A).L'opacification de l'estomac avec un produit de contraste (B) montre un déplacement crânial de celui-ci et le passage du foie dans la cage thoracique (Yayingül *et al.*,2019).

## V. Principales affections pleurales

L'espace pleural et les plèvres ne sont jamais visibles sur une radiographie normale ils le deviennent dans certaines conditions : lorsque l'espace pleural contient du liquide, du gaz ou du matériel tissulaire (fibrine.....) Les affections pleurales peuvent ainsi produire soit une augmentation de densité (épanchement liquidien, masses) soit une diminution de la densité thoracique (pneumothorax) (Burk et Feeney, 2003 ; Thrall., 2013).

### V.1. Épanchement pleural

Il s'agit d'une accumulation de liquide dans l'espace pleural. Le liquide dans l'espace pleural peut être un exsudat, un transsudat ou un transsudat modifié, l'épanchement peut être sanguin (hémothorax), purulent (pyothorax), chyleux (chylothorax) ou séreux (hydrothorax).Il n'existe pas de critères radiographiques permettant de différencier un exsudat d'un transsudat. Ainsi, les signes radiographiques du liquide pleural sont les mêmes, quel que soit le type de liquide, car ni la distribution du liquide pleural ni son opacité ne sont liées à la cause. Les liquides et les tissus (adhérences, brides, hématomes, granulomes...) ont la même densité radiographique. Il est donc impossible de différencier ces deux types de lésions si elles existent simultanément. Le liquide pleural se distribue en fonction de la gravité et de la capacité du poumon à se dilater. Les causes d'un épanchement pleural sont : une insuffisance cardiaque congestive, un pyothorax, une

tumeur pulmonaire ou pleurale, un traumatisme, un défaut de coagulation, une hypoprotéïnémie, une médiastinite, un chylothorax idiopathique, une hernie diaphragmatique (Stambouli., 1994 ; Thrall., 2013; Thrall., 2018).

### **V.1.1.Projection latérale**

Lorsque l'épanchement est minime, on observe une bande de densité liquidienne homogène, située au-dessus du sternum et déplaçant dorsalement les lobes pulmonaires, le cœur et la trachée. Le bord ventral du cœur et du diaphragme est masqué : le signe de la silhouette est positif (Figure 67). On observe des scissures interlobaires le plus souvent entre le lobe moyen et le lobe caudal ainsi qu'entre le lobe caudal et le lobe accessoire.

Lorsque l'épanchement est plus volumineux, l'opacification thoracique est généralisée, diffuse, sans contours nets. Les lobes pulmonaires ventraux sont partiellement ou totalement collabés. Seule la partie dorsale des lobes caudaux est épargnée et présente un aspect caractéristique en aile de papillon (Stambouli., 1994 ; Thrall., 2013).

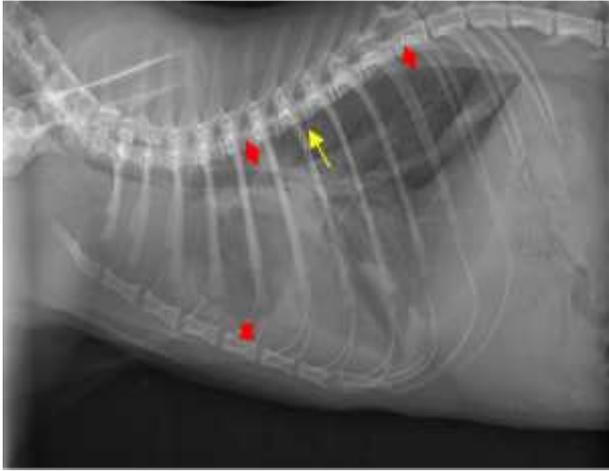
### **V.1.2.Projection de face.**

#### **V.1.2.1.Projection dorso-ventrale (DV)**

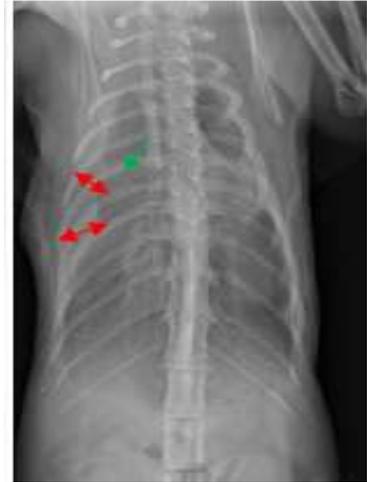
Sur les radiographies DV, avec le chien en décubitus sternal, le liquide gravite ventralement, entre le cœur et le diaphragme et entre les différents lobes pulmonaires et provoque un effacement des bords du cœur, le médiastin crânial et le diaphragme ne sont plus visibles (Figure 68) ( Thrall., 2018). Les scissures interlobaires sont plus fréquemment observées entre les lobes crâniens et moyens droit et gauche. Les poumons collabés sont séparés de la paroi thoracique par une bande de densité liquidienne, homogène.

#### **V.1.2.2.Projection ventro-dorsale (VD)**

Dans les radiographies VD, avec le chien en décubitus dorsal, le liquide pleural n'obscurcit pas le cœur car le liquide gravite vers la région dorsale du thorax, où il n'entre pas en contact avec le cœur et provoque un effacement des bords. Les structures ventrales entourées par du poumon restent visibles. C'est le cas pour le cœur et le médiastin dont les contours sont plus nets que sur la vue dorso-ventrale. Le champ pulmonaire apparaît plus radiotransparent, l'opacité globale du thorax sera plus grande sur les radiographies DV chez les patients atteints de liquide pleural car la profondeur du liquide est plus grande (Thrall, 2018).



**Figure 67.** Épanchement pleural chez un chat. Sur la projection latérale, on note une densification de type liquidien en région cranio-ventrale qui forme un signe de la silhouette positif avec la partie ventrale du cœur et du diaphragme. On observe une rétraction des lobes crâniens par rapport au sternum et des lobes caudaux par rapport à la colonne vertébrale (flèche rouge). Une scissure interlobaire (flèche jaune) (Jossier *et al.*, 2013).



**Figure 68.** Épanchement pleural chez un chat. Sur la projection dorso-ventrale, on observe une densification homogène généralisée du thorax. Le cœur et le diaphragme ne sont pas visibles. Les lobes pulmonaires sont décollés de la paroi costale (en rouge). On note également deux scissures interlobaires (en vert) (Jossier *et al.*, 2013).

## V.2. Masses pleurales

Ce sont des lésions bénignes (abcès, granulomes) ou des métastases. Le diagnostic radiographique de masses pleurales est très difficile car celles-ci sont souvent obscurcies par du liquide (Baines., 2008).

## V.3. Pneumothorax

Le pneumothorax se définit comme une accumulation d'air dans l'espace pleural. L'air peut pénétrer dans l'espace pleural de l'extérieur, du poumon ou du médiastin. Il est le plus souvent secondaire à une rupture de la plèvre viscérale, une perforation de la cage thoracique ou à un pneumo médiastin. En général, le pneumothorax sera plus visible sur les radiographies latérales que sur les radiographies ventro-dorsale ou dorso ventrale (Kealy, 1987 ; Thrall, 2018)

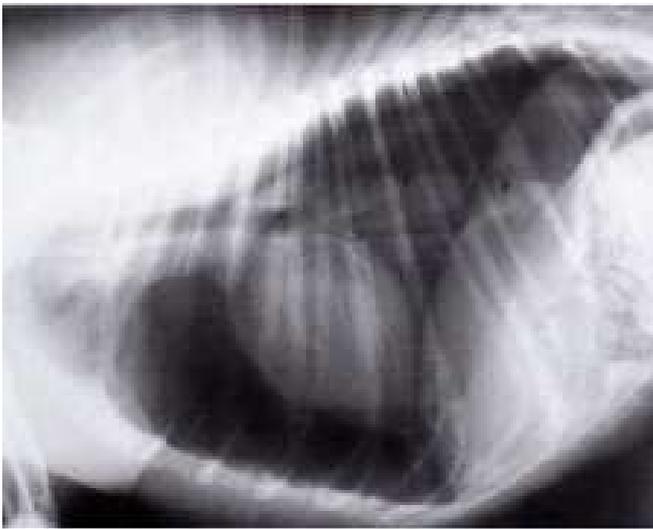
### V.3.1. Vue latérale

L'apparition d'un déplacement dorsal, ou d'une élévation, du cœur par rapport au sternum est souvent observée sur les radiographies latérales. La silhouette cardiaque est séparée du sternum par une bande de densité aérienne dans laquelle aucune structure pulmonaire n'est visible. La radiotransparence du thorax apparaît augmentée en raison d'une plus grande quantité d'air dans le thorax. Le diaphragme est déplacé caudalement. Les lobes

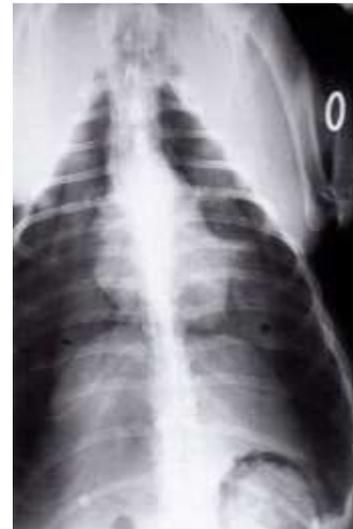
pulmonaires sont partiellement collabés et apparaissent densifiés et séparés du sternum, du diaphragme et de la colonne vertébrale thoracique (Figure 69). (Thrall, 2018).

### V.3.2. Vue de face (DV ou VD).

L'augmentation de la radiotransparence localisée sous forme de deux bandes de densité aérique. Celles-ci séparent le poumon des parois latérales de la cage thoracique (Figure 70) (Thrall, 2018).



**Figure 69.** Pneumothorax. Sur la projection latérale droite (A), on observe une augmentation de la radio transparence du thorax. La silhouette cardiaque est soulevé du sternum.une partie des poumon de forme triangulaire (flèche) est visible décollée de la colonne vertébrale et du diaphragme. (Kealy et Mcallister, 2008). .



**Figure 70.** Pneumothorax. Sur la projection de face (B), on note la présence de chaque coté un collapsus pulmonaire partiel (flèche) .les angle costo-diaphragmatiques sont large. Il s'agit de l'aspect classique d'un pneumothorax. (Kealy et Mcallister, 2008).

## VI. Principales affections médiastinales

Les affections médiastinales sont caractérisées par des modifications de taille, de densité et de position. Les anomalies de taille et de forme sont dues à la présence de masses ou de liquide, mais également à des lésions œsophagiennes ou cardiaques. Les anomalies de densité sont surtout associées à la présence d'air dans le médiastin (pneumo médiastin) ou dans l'œsophage (Stambouli., 1994).Les anomalies médiastinales sont divisées en trois catégories générales : déplacement médiastinal, masse médiastinale et pneumomédiastin (Thall., 2018).

### VI.1. Anomalies de taille et de forme (masses médiastinales).

Les masses médiastinales peuvent être situées n'importe où dans le médiastin, en fonction de leur étiologie et de leur tissu d'origine. Il est possible de les regrouper en cinq localisations préférentielles (tableau4). Comme pour d'autres parties du corps, l'emplacement peut suggérer l'organe ou le tissu d'origine. Par exemple, une masse péri-hilaire est probablement due à une adénomégalie des nœuds lymphatiques trachéobronchiques ou à une masse à la base du cœur (Thrall, 2013).

Toute augmentation de taille du médiastin se traduit sur la vue de profil par une zone de densification localisée à l'aire de projection du médiastin; sur la vue de face, par une augmentation de la densité en partie médiane du thorax, symétrique, à contour net, et refoulant les poumons latéralement (Stambouli., 1994).

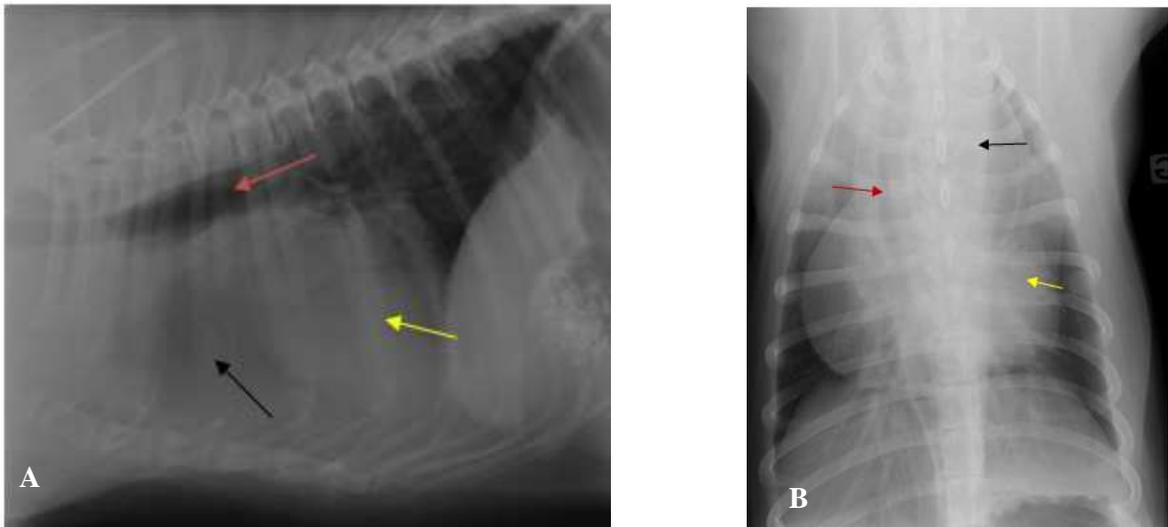
**Tableau 4** : Diagnostic radiologique des masses médiastinales chez le chien (Mai.,2003)

Masses médiastinales caudo-dorsales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse œsophagienne (tumeur, corps étranger, abcès, granulome)</li> <li>• Hernie hiatale, tumeurs ou abcès diaphragmatiques,</li> <li>• Granulomes</li> <li>• Abcès</li> <li>• Mégaoesophage</li> <li>• Hématome</li> </ul>
Masses médiastinales caudo-ventrales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hernie diaphragmatique et hiatale</li> <li>• Granulomes</li> <li>• Abcès</li> <li>• Kystes péricardiques</li> <li>• Hématome</li> </ul>
Masses médiastinales cranio-ventrales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affections tumorales (lymphome avec adénomégalie sternale ou médiastinale crânielles).</li> <li>• Kystes</li> <li>• Granulomes</li> <li>• Abcès</li> </ul>
Masses médiastinales crânio-dorsales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dilatations œsophagiennes (tumeur, mégaoesophage, corps étranger)</li> <li>• Anévrisme aortique</li> <li>• Hématome</li> <li>• Granulomes</li> <li>• Abcès</li> <li>• Tumeur para-vertébrales</li> </ul>
Masses médiastinales moyen (péri-hilaires).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Origine tumorale : lymphome,</li> <li>• Abcès</li> <li>• Hématome</li> <li>• Adénomégalie des nœuds lymphatiques trachéo-bronchiques d'origine non tumorale</li> <li>• Granulome</li> <li>• Corps étranger œsophagien en région péri-hilaire</li> </ul>

### VI.1.1. Médiastin crânial

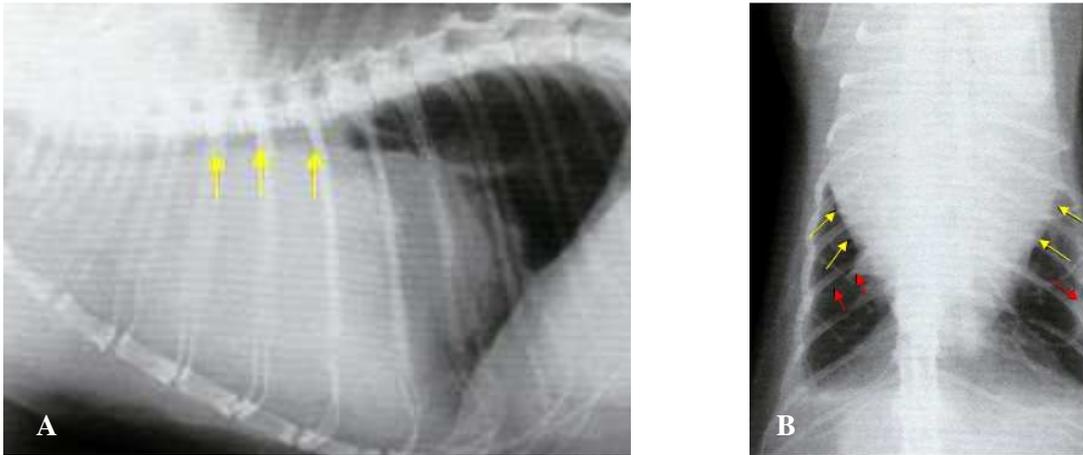
Il indique une masse située dans le médiastin cranio-ventral. Les différentes causes possibles sont indiquées dans le tableau 4. Il s'agit le plus souvent d'adénopathies médiastinales dont l'image radiographique est caractéristique (Burk et Feeney., 2003).

Sur la projection latérale (Figure 71 A), on note une augmentation de taille et de densité du médiastin cranio-ventral et sur la projection de face un contour élargi du médiastin crânial. (Figure 71 B). (Thrall, 2007).



**Figure 71.** Masse médiastinale crâniale. Sur la vue de profil (A), une zone d'opacité liquidienne est visible dans la partie cranio-ventrale du thorax (flèche noire) repoussant la silhouette cardiaque caudalement et dorsalement (flèche jaune). Un déplacement dorsal de la trachée est noté (flèche rouge). Sur la vue de face (B), une zone d'opacité liquidienne repoussant la silhouette cardiaque caudalement (flèche jaune). Élargissement marqué du médiastin crânial (flèche noire). Déplacement latéralement à droite de la trachée (flèche rouge). (Thrall, 2007).

Chez le chat, on estime que la largeur du médiastin ne doit pas dépasser celle de la colonne vertébrale sur la vue ventro-dorsale, une adénopathie même modérée est décelable. Lors d'adénopathie plus importante, le médiastin peut occuper toute la partie antérieure du thorax. Les lobes crâniens pulmonaires sont alors repoussés caudalement vers la paroi costale. C'est une image fréquemment observée lors de lymphosarcome chez le chat (figure 72).



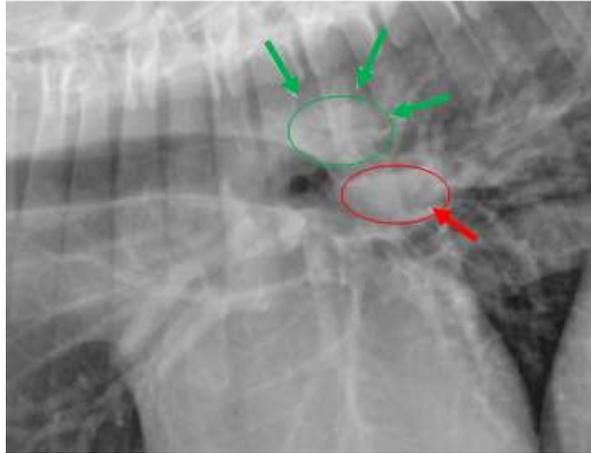
**Figure 72.** Lymphosarcome médiastinal chez un chat.

Sur la projection de profil (A), on note une densification homogène de toute la partie crano-ventrale du thorax avec un déplacement dorsal et une compression de la trachée (flèches en jaune). La silhouette cardiaque semble déplacée caudalement.

Sur la projection de face (ventro-dorsale) (B), on retrouve une densification de toute la partie crâniale du thorax qui se projette en partie médiane. Cette masse, à contours nets, forme un signe de la silhouette positif avec le cœur. On note également, entre les neuvièmes et dixièmes paires de côtes (dans l'hémithorax droit et gauche), deux scissures interlobaires (triangles) qui traduisent la présence d'un épanchement pleural modéré (Suter et Lord., 1984).

### VI.1.2. Masses médiastinales de la région du hile

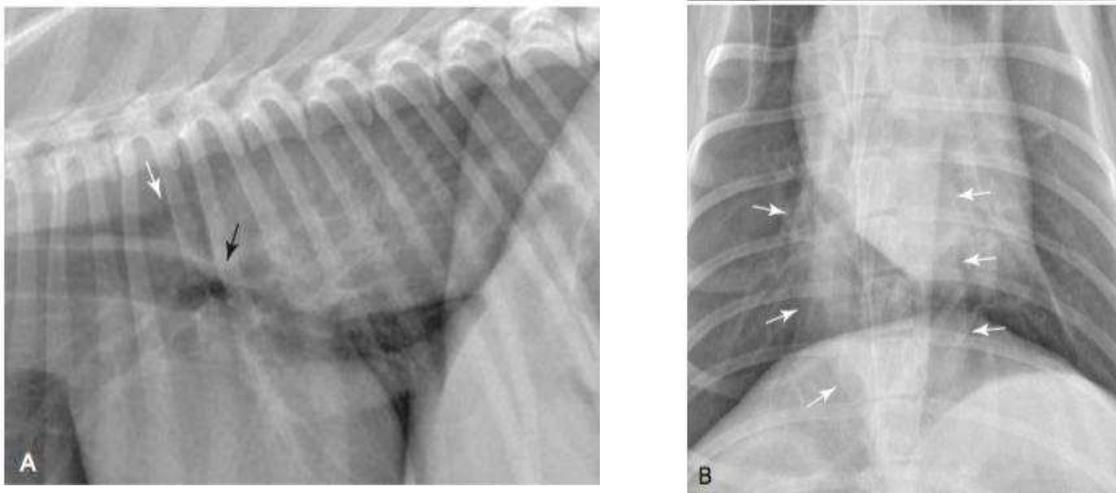
Les principales causes d'une masse médiastinale de la région hilare sont l'hypertrophie des ganglions lymphatiques trachéobronchiques et une masse provenant de la base du cœur. L'hypertrophie des ganglions lymphatiques trachéobronchiques se traduit classiquement par une masse de tissus mous située dorso-caudalement à la bifurcation trachéale sur la vue latérale. Cette masse entraîne généralement un déplacement cranio-ventral de la bifurcation trachéale, (Figure 73) une déviation dorsale de la trachée en avant de la bifurcation et un déplacement ventral des bronches caudales principales, accompagné le plus souvent d'un rétrécissement de la lumière trachéale et bronchique. (Thrall., 2018 ; Thrall., 2013 ; Stambouli, 1994 ;).



**Figure 73.** Radiographie latérale droite d'un chien présentant une légère hypertrophie des ganglions lymphatiques trachéobronchiques (en rouge). Il existe un petit effet de masse caudo-dorsal à la bifurcation trachéale (flèches vertes) qui a provoqué un déplacement cranio-ventrale de la bifurcation. (Thrall., 2013).

### VI.1.3. Masses médiastinales dorsales

Les masses médiastinales dorsales sont beaucoup moins courantes que les masses médiastinales cranio-ventrales ou les masses hilaires. Les masses médiastinales dorsales, qu'elles soient crâniale, médianes ou caudales, provoquent un élargissement du médiastin. (figure 74). La cause la plus fréquente d'une masse médiastinale dorsale est la dilatation œsophagienne (type mégaoesophage). (Brinkman, 2006).



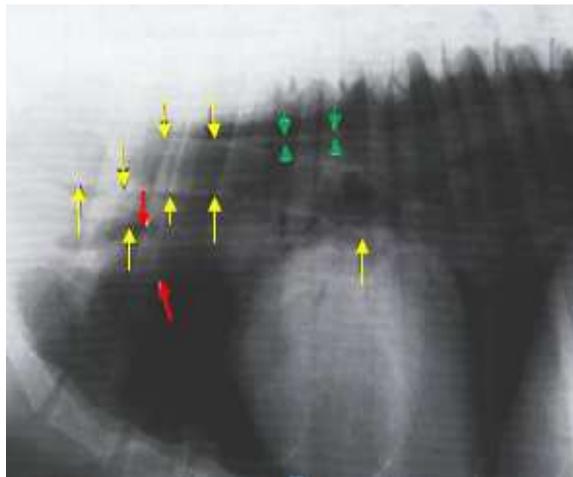
**Figure 74 .** Radiographies thoraciques (profil et face). (A) et (B) d'un chien présentant un corps étranger œsophagien caudal. Le corps étranger est homogène et provoque un effet de masse médiastinal caudo-dorsal qui, en A, déplace légèrement la bifurcation trachéale cranio-ventralement (flèche noire). Il y a aussi une collection de gaz focale dans l'œsophage crânialement à la masse (flèche blanche en A). En B, la masse a provoqué un élargissement du médiastin caudal (flèches blanches). (Thrall, 2013).

## VI. 2. Anomalies de densité

L'augmentation de densité va en général avec une augmentation de taille du médiastin. Les diminutions de densité sont caractérisées par la présence d'air dans le médiastin (pneumomédiastin) ou dans l'œsophage (mégaœsophage). Thrall., 2018).

### VI.2.1. Pneumomédiastin

Le pneumomédiastin correspond à la présence de gaz libre dans le médiastin Il peut être primaire (idiopathique) ou secondaire (traumatique, iatrogène)et consécutif à une rupture œsophagienne, trachéale ou à une lésion du parenchyme pulmonaire. La rupture trachéale chez les chats anesthésiés associée à une distension excessive du brassard du tube endotrachéal est une cause importante de pneumomédiastin. En pratique, les morsures dans la région du cou et les traumatismes perforants de la paroi thoracique sont les causes les plus fréquentes. Les modifications radiographiques sont plus nettes sur la vue de profil (Figure 75).L'air donne une rediotransparence généralisée du thorax et du médiastin. Avec un grand volume de gaz médiastinal, des organes et des structures normalement invisibles deviennent visibles en raison du contraste offert par le gaz adjacent (l'œsophage, la veine cave crâniale, la veine azygos). Avec de plus petites quantités de gaz médiastinal, les changements sont moins dramatiques, par exemple, la seule anomalie peut être la visualisation de la surface adventitielle de la trachée (Faginn., 1988 ;Baines., 2008 ; Thrall., 2018).



**Figure 75.** Pneumomédiastin chez un chien, projection de profil. On note une rediotransparence du médiastin due à la présence anormale d'air qui souligne des structures habituellement non visibles. On distingue la face externe de la paroi trachéale (flèches en jaune),la veine cave crâniale (flèches en rouge) et la veine azygos (flèches en vert). Ce sont des images caractéristiques de Pneumomédiastin (Baines., 2008).

## VII. Principales anomalies cardiaques visibles en radiologie

Les anomalies cardiaques se traduisent surtout par des modifications de la taille et de la forme du cœur. Leur étude nécessite une parfaite connaissance de la taille normale de l'organe, des aires de projection normale des atria, des ventricules ainsi que des gros vaisseaux, aorte et artère pulmonaire principale.(Dennis *et al.*, 2001).

### VII.1.Modifications radiographiques élémentaires cardiaques

Une augmentation de la taille de la silhouette cardiaque peut être secondaire à une cardiomégalie généralisée, à un épanchement péricardique (aspect globuleux) ou à une dilatation spécifique d'une structure anatomique cardiaque. Les modifications radiographiques élémentaires cardiaques se traduisent le plus souvent par une augmentation de la taille du cœur (cardiomégalie). Cette cardiomégalie est souvent, en terme radiologique, dénommée hypertrophie. Elle peut être généralisée ou localisée à une ou plusieurs des quatre cavités cardiaques (atria, ventricules). La cardiomégalie, s'associe toujours une altération de la forme de la silhouette cardiaque, ce qui aide souvent le radiologue à préciser quelle cavité cardiaque est modifiée (tableau5).Une cardiomégalie généralisée modérée à sévère se traduit par une augmentation de la largeur et de la hauteur sur la vue latérale, et de la largeur et de la longueur sur la vue dorso-ventrale (Johnson *et al.*, 2008).

**Tableau 5** : Principaux aspects radiographiques d'une cardiomégalie (Chetboul et Pouchelon, 1996).

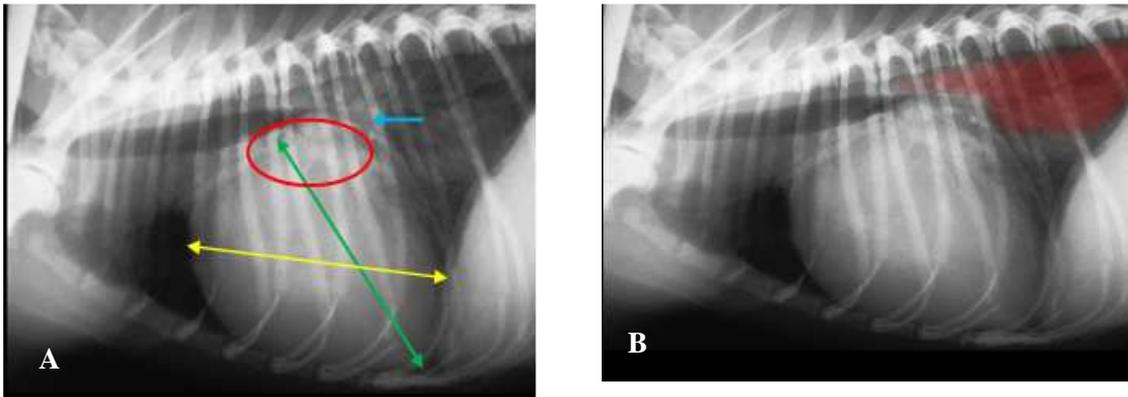
	Cliché de profil	Cliché de face
<b>Dilatation atriale droite</b>	Arrondissement du bord crânial du cœur : l'atrium droit n'est pas réellement visible ou distinct des autres structures	Déformation arrondie entre 9h et 11h
<b>Augmentation de la taille du ventricule droit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bord cardiaque crânial plus rond, apex cardiaque soulevé dorsalement.</li> <li>• Projection globale cardiaque augmentée</li> <li>• Contact sternal augmenté</li> <li>• Surélévation de la trachée en avant de la bifurcation trachéale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projection globale cardiaque augmentée</li> <li>• Cœur arrondi entre 6h et 11h.</li> </ul>
<b>Dilatation atriale gauche</b>	Le bord dorsal caudal du cœur est déformé et soulève la trachée dans sa portion terminale entraînant une bascule de la bronche principale principale gauche.	Bombement visible à 2h et 3h.
<b>Augmentation de la taille du ventricule gauche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allongement de la silhouette cardiaque avec élévation de la trachée</li> <li>• Bord caudal du cœur plus rectiligne.</li> <li>• Projection globale cardiaque augmentée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bord gauche du cœur et apex arrondis,</li> <li>• Projection globale cardiaque augmentée.</li> </ul>

### VII.1.1. Cardiomégalie gauche

La dilatation atriale gauche est l'anomalie la plus fréquemment identifiée. Sur une incidence latérale, elle provoque un déplacement dorsal de la trachée distale, une déformation du contour cardiaque caudo-dorsal et parfois une compression de la bifurcation trachéobronchique. Sur la vue de face, opacité pulmonaire augmentée en région péri-hilaire effaçant partiellement les contours de l'oreille droite. L'opacité est notée sur le lobe caudal droit et gauche, effaçant partiellement la vascularisation pulmonaire. (Figure 76 et 77).

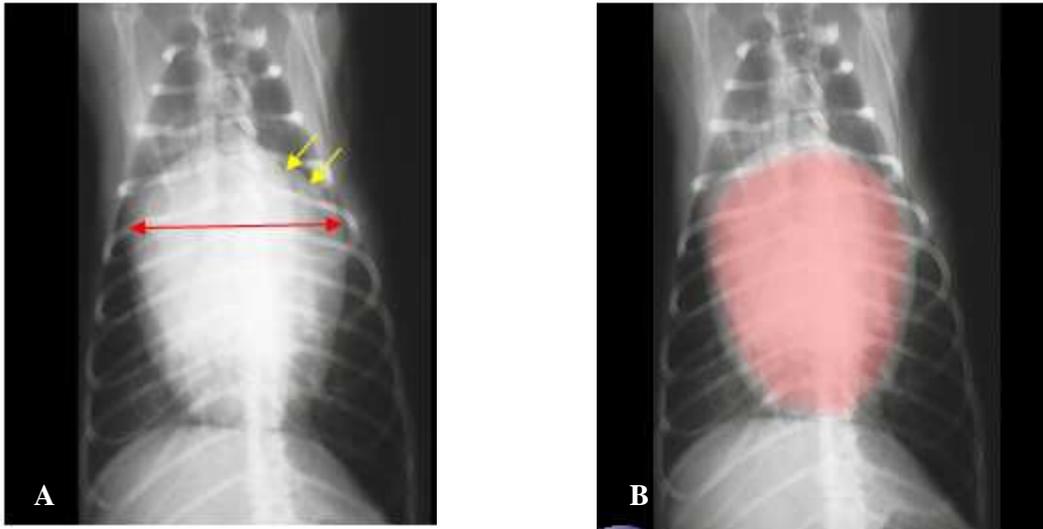
Les causes les plus fréquentes de dilatation atriale gauche chez le chien incluent la maladie valvulaire dégénérative mitrale (MMVD), la myocardiopathie dilatée (MCD) et la persistance de canal artériel (PCA) et chez le chat, les myocardiopathies hypertrophiques (HCM) et restrictives (RCM).

Une dilatation du ventricule gauche peut provoquer, sur une vue latérale, une élévation du cœur, un déplacement de la trachée et une augmentation du rapport cœur gauche / cœur droit. Les cardiopathies les plus fréquemment observées à l'origine d'une dilatation ventriculaire gauche sont la MMVD, la MCD et la PCA. (Dennis *et al.*, 2001).



**Figure 76:** Insuffisance cardiaque gauche chez un chien

Sur la vue de profil : Distance apico-basilaire (A) supérieure à 2/3 hauteur du thorax (en vert), Distance cranio-caudale du cœur supérieure à 4 espaces intercostaux (EIC) (en jaune) ; Augmentation d'opacité entre 12-2h (rouge). Des bronchogrammes sont visibles (flèche bleue), qui correspondent à une opacification pulmonaire alvéolaire. Une augmentation de l'opacité pulmonaire est visible, surtout en région hilare et dorsale masquant partiellement les contours de l'aorte (B), cette opacification est retrouvée en zone de projection du lobe caudal droit, elle est de type liquidien (œdème pulmonaire). La trachée est soulevée dorsalement au niveau de la bifurcation trachéobronchique et cette dernière est pincée. (Jossier *et al.*, 2013).



**Figure 77.**Insuffisance cardiaque gauche chez un chien. Sur la vue de face , Largeur cardiaque supérieure à 2/3 de la largeur du thorax (A) (en rouge) Hypertrophie de l'auricule gauche à 2-3 heures (A) (en jaune): « signe de la double opacité » (Jossier *et al.*,2013).

### VII.1.1.Cardiomégalie droite

Une dilatation atriale droite est beaucoup plus difficile à identifier qu'une dilatation atriale gauche. Néanmoins, en cas de dilatation importante, sur une vue de profil, un déplacement dorsal de la trachée avant la bifurcation trachéobronchique et une déformation du contour cardiaque cranio-dorsal seront identifiés. Sur la vue de face, une ectasie entre 9 et 11h peut être identifiée. Les causes les plus fréquentes de dilatation atriale droite sont la dysplasie tricuspидienne, les sténoses pulmonaires (STAP) et la présence d'hypertension pulmonaire (HTP). (Dennis *et al.*, 2001).

Une dilatation du ventricule droit provoque un arrondissement du bord crânial du cœur, une augmentation du contact cœur-sternum sur la vue de profil et sur la vue de face une image dite de « D inversée », l'apex cardiaque est déplacé vers la gauche. Les cardiopathies à l'origine de ces anomalies sont les STAP, l'HTP, une dirofilariose, la dysplasie tricuspидienne ou autres anomalies congénitales plus rares (figure78).



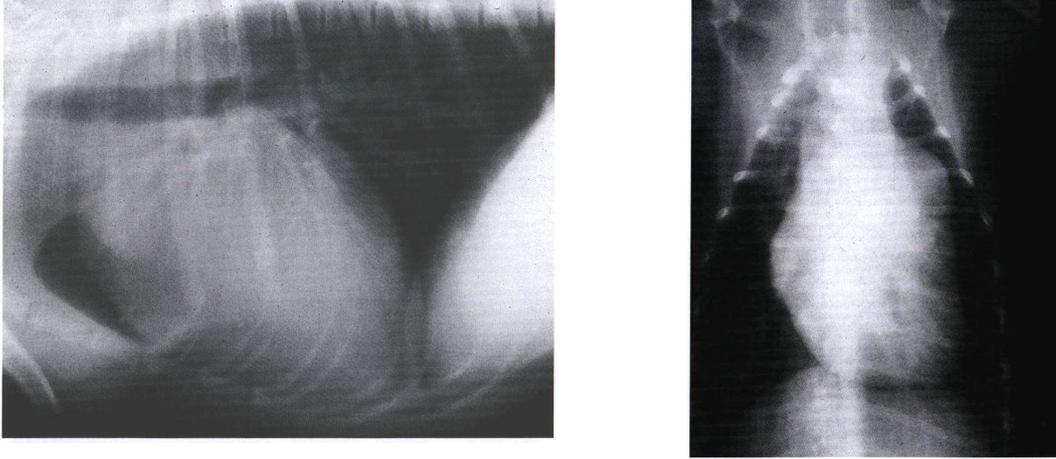
**Figure 78.** Cliché radiographique de face chez un chien atteint de bronchite chronique avec cœur pulmonaire. La cardiomégalie droite se traduit par une forme du cœur en D inversé (Dennis *et al.*, 2001).

#### IV.2. Modifications radiographiques extracardiaques associées

Celles-ci peuvent concerner les gros troncs artériels et se manifestent alors par une augmentation de la taille de l'aorte ou du tronc pulmonaire sur les deux projections (tableau 6). La vue de face est souvent plus spécifique pour préciser quelle artère est concernée par cette variation de diamètre (Figure 79). (Chetboul et Pouchelon, 1996).

**Tableau 6 :** Modifications radiographiques des gros troncs artériels (Chetboul et Pouchelon, 1996).

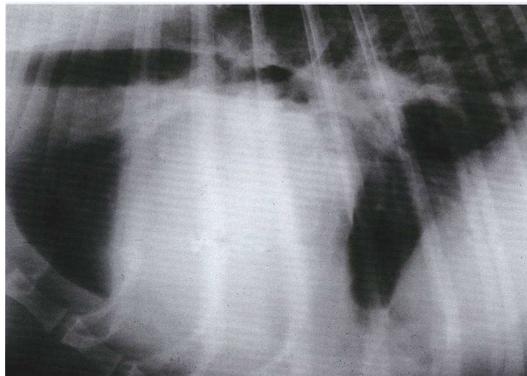
	Aorte	Tronc pulmonaire
<b>Cliché de profil</b>	Protrusion du bord cranio-dorsal.	Protrusion du bord cranio-dorsal.
<b>Cliché de face</b>	Hypertrophie entre 11 h et 1 h.	Hypertrophie entre 1 h et 2 h.
<b>Principales causes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Persistance du canal artériel.</li> <li>- Sténose aortique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sténose pulmonaire,</li> <li>- Persistance du canal artériel.</li> <li>- Communication inter-ventriculaire.</li> <li>- Communication interatriale.</li> <li>- Dirofilariose.</li> <li>- Cœur pulmonaire .</li> </ul>



**Figure 79.** Clichés radiographiques du thorax chez un chien atteint de persistance du canal artériel. Le cliché de profil révèle, une déformation de la partie craniale du cœur. sur la vue de face, on peut préciser que cette déformation craniale est due à une dilatation du tronc pulmonaire entre 1 et 2 h (Chetboul et Pouchelon ,1996).

Les modifications extracardiaques concernent aussi (tableau7).

- le parenchyme pulmonaire (œdème) lors d'insuffisance cardiaque gauche (figure80)
- la veine cave caudale dont le diamètre augmente lors d'insuffisance cardiaque droite ;
- la plèvre (épanchement pleural) lors d'insuffisance cardiaque globale ou parfois droite évoluée (Pouchelon, 1994).



**Figure 80.**œdème cardiogénique débutant en région hilare chez un chien atteint de myocardiopathie dilatée. À la dilatation atriale gauche, entraînant une déformation cardiaque caudale dorsale, s'ajoute une perte des limites de cette cavité (contour moins net en région caudale) (Chetboul et Pouchelon ,1996).

**Tableau 7 :** Principales modifications radiographiques de l'insuffisance cardiaque (Pouchelon, 1994).

<b>Principaux signes radiographiques</b>	
<b>Insuffisance cardiaque gauche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Congestion pulmonaire: distension des veines pulmonaires surtout en zone hilare. Les veines pulmonaires sont légèrement plus grandes que les artères.</li> <li>✓ Œdème interstitiel : opacité diffuse du champ pulmonaire, mauvaise délimitation des artères et des veines pulmonaires.</li> <li>✓ Œdème péri bronchique: œdème interstitiel+images en anneau.</li> <li>✓ Œdème alvéolaire : présence de bronchogrammes, densité hilare marquée, vaisseaux pulmonaires difficilement visibles.</li> </ul>
<b>Insuffisance cardiaque droite</b>	Augmentation du diamètre de la veine cave caudale (hépatomégalie-ascite) parfois épanchement pleural (formes évoluées).
<b>Insuffisance cardiaque globale</b>	Insuffisances cardiaques gauche et droite + épanchement pleural

Contrairement à l'échographie, au scanner, la radiographie thoracique en médecine vétérinaire, s'agit d'un examen complémentaire facilement réalisable et souvent utilisé en première intention et l'interprétation des clichés demandent néanmoins de l'expérience et une bonne méthode.

Grâce à ce polycopié, les étudiants vétérinaires auront accès à une banque d'images normales et pathologiques du thorax du chien et du chat et seront guidés dans l'apprentissage de cette interprétation. Ce travail représente donc un support appréciable pour l'apprentissage de l'imagerie médicale à l'ENSV d'Alger.

1. **Bansal ,G.J. 2006.**Digital radiography. A comparison with modern conventional imaging. *Postgraduate Med* ,**82**:425–8.
2. **Begon ,D. 1982.**Quelques aspects de la radiographie thoracique chez le chat. *Anim. Comp.* , 17 (4), 385-392.
3. **Bradley, K. 2016.**Radiology of thorax. In : *Canine and Feline Radiography and Radiology. A Foundation manual*, British Small Animal Veterinary Association, England Holloway A, McConnell JF Ed. 2nd Ed. pp 109-175
4. **Brinker ,W.O., Piermattei, D.L., Flo ,G.L., Fayolle, P. 1994.**Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des animaux de compagnie. Maison-Alfort : Editions du Point Vétérinaire, 560 p., p. 560. Vol. IV.
5. **Brinkman, E., Biller, D .,Armbrust, L.2006.** The Clinical Usefulness of the Ventrodorsal Versus Dorso-ventral Thoracic Radiograph in Dog. *Journal of the American Animal Hospital Association* [en ligne], **42**, 440–449. <https://doi.org/10.5326/0420440>.
6. **Broek, A. 1986.**Pneumomediastinum in seventeen dogs : aetiology and radiographic signs. *J. Small Anim. Pract.* , 27, 747-757.
7. **BSAVA .2008.** BSAVA Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging. Tobias Schwarz et Victoria Johnson. 396p. ISBN 978-0-9055214-97-9.
8. **Buchanan, J.W.**Vertebral scale system to measure heart size in radiographs, *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 2000, 30(2): p. 379-392.
9. **Burk , R.L., feeney, D.A. 2003.**Small animal radiology and ultrasonography. A diagnostic atlas and text. 3rd Edition., Saunders, , Philadelphia, 740 pages.
10. **Burk, R.L. 1976.**Radiographic definition of the phrenicopericardiac ligament, *Vet. Radiol.*, 17(16): p. 216-218.
11. **Bushberg, J., Seibert, A., Leidholdt ,E., Boone, J. 2002.** The essential physics of medical imaging. 2ème éd. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.
12. **Chetboul, V., Pouchelon, J.L. 1996.**Sémiologie radiologique cardiaque. Encyclopédie Vétérinaire, Paris (Elsevier) , Cardiologie, 0900, 9 p.
13. **Conchou ,F .2010.** Radiographie numérique. Dossier technique Centravet. 42p.

14. **Coulson, A et Lewis ,N. 2002.** Skeletal System, forelimb. In : *An Atlas of Interpretative Radiographic Anatomy of the Dog & Cat*. Editions Blackwell Science p12-14.
15. **Coulson, A et Lewis, N .2010.**Atlas D'anatomie Radiographique Du Chien et Du Chat. Paris : med'com. 659p. ISBN 978-2-35403-064-3.
16. **Coulson, A et Lewis, N.2008.**An atlas of interpretative radiographic anatomy of the dog and cat - 2nd Edition, Blackwell Publishing, , Oxford, 651 pages.
17. **Dennis, R., Kiberger, R.M., Wrigley, R.H., Barr, F. 2001.**Handbook of Small Animal Radiological Differential Diagnosis, Philadelphia, WB Saunders, pp 1-30.
18. **Dyce, K.M., Sack ,W.O., Wensing ,C.J.G., 2010.** Textbook of Veterinary Anatomy. Fourth Edition. Saint-Louis, Missouri. Edition Saunders. 849 pages. ISBN : 978-1-4160-6607-1.
19. **Evans, H. E., Christensen, G. E. 1979.**Miller's Anatomy of the dog. 2nd ed., Philadelphia,W. B. Saunders, 1181 p.
20. **Faginn B. D.1988,** A radiographic approach to diagnosing pneumomediastinum. Vet. Med., 83, 571-577.
21. **Johnson, V., Hansson, K., Mai, W.,Dukes-McEwan, J., Leste,r N., Schwarz, T., Chapman, P., Morandi, F. 2008.**The heart and major vessels.Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging. Schwartz T & Johnson V. British Small Animal Veterinary Association, England .Pp 86-
22. **Jossier, R., Fuselier, M., Laborde, L.2013.** *L'imagerie médicale du chat et du chien au service du praticien*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson. 523p. ISBN978-2-294-72663-7.
23. **Kealy J.K., Mcallister H. 2008.**Radiographie et échographie du chien et du chat, Méd'com, , Paris, 512 pages.
24. **Kealy, J. K. 1987.** Diagnostic radiology of the dog and cat. 2nd ed., Philadelphia, W. B.Saunders, , 547 p.
25. **Lesson, S.C. 2002.**Les moyens de diagnostic en cancérologie canine, Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 234 pages.
26. **Mai, W. 2003.**Guide pratique de radiographie canine et féline, Méd'Com, , Paris, 350 pages.
27. **Marescaux L.1995.** Imagerie du médiastin, Rec. Méd. Vét, 171(4/5): p. 259-268.

28. **Marescaux L.2000.**Radiographie : Indications et limites dans le diagnostic et le bilan d'extension des tumeurs du thorax et de l'abdomen, G.d.é.e.o.d. l'AFVAC, Techniques diagnostiques en cancérologie des carnivores domestiques, PMCAC, Paris, p. 34-56.
29. **Morgan, J. P., Silverman, S., Zontine ,W. J. 1981.** Techniques en radiologie vétérinaire.1re éd. fr. Maisons-Alfort, Éditions du Point Vétérinaire, 218 p.
30. **Myer ,W.1978.**Radiographic review : the mediastinum. J. Am. Vet. Radiol. Soc.19, 197-202.
31. **O'Brien, R et Barr, F. 2009.**Manual of Canine and Feline Abdominal Imaging. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, 252p.
32. **Pouchelon, J. L. 1984.** Le coeur : image radiographique normale et pathologique. Rec Méd Vét ; 160, Numéro spécial " Radiographie des carnivores domestiques" : 203-210.
33. **Pouchelon, J. L. 1994.**Sémiologie radiologique cardiaque (polycopié). École Nationale Vétérinaire d'Alfort,
34. **Randall, E.K. 2018.**Canine and Feline Diaphragm.In : Textbook of veterinary diagnostic radiology,. 7Th édition. Thrall DE Ed. Elsevier, St Louis. Pp 633- 648.
35. **Serrau, C.2018.** Mise en ligne d'un atlas d'images radiographiques lésionnelles du thorax chez les carnivores domestiques thèse doctorat. Toulouse 3. 4048.
36. **Shwartz, T., Johnson ,V. 2008.**Basics of thoracic radiography and Radiology. In :*Manual of Canine and FelineThoracic Imaging..* BSAVA British Small Animal Veterinary Association pp. 1-19.
37. **Stambouli ,F. 1994.**Radiographie du thorax : généralités. - Encyclopédie Vétérinaire, Paris, , Imagerie 0300, 5 p.
38. **Suter , P.F., Lord, P.F. 1984.**Lobar, sublobar or segmental homogenous pulmonary lesions. Wettswil-Switzerland. In : Thoracic radiography. Thoracic diseases of the dog and cat. Peter Suter - Wettswil-Switzerland, ,, 626-650.
39. **Suter, P. F., Lord, P. F. 1984.**Thoracic radiography.A text atlas of thoracic diseases in the dog and cat. Wettswil, Switzerland, 734 p.
40. **Suter, P.F, Lord, P.F .1984.**Lesions with circumscribed and non circumscribed nodular pattern and -pulmonary mass lesions. In : Thoracic radiography. Thoracic diseases of the dog and cat. Peter Suter - Wettswil-Switzerland,, 650-664.
41. **Thrall, D. E. 2013.** *Textbook of veterinary diagnostic radiology.* 6ème éd. St. Louis, Elsevier.

42. **Thrall, D.E. 2007.** *Textbook of veterinary diagnostic radiology- 5th Edition*, Saunders Elsevier, , St Louis, 832 pages.
43. **Thrall, D.E. 2018.** Canine and Feline Mediastinum. In : *Textbook of veterinary diagnostic radiology, 7Th édition*. Thrall DE Ed. Elsevier, St Louis. pp 649-669
44. **Yayingül, R., Bozkan ,Z., Bilgen Şen, Z., Kibar Kurt, B., Belge, A.2019.** Traumatic Diaphragmatic Hernia in Cats: A Retrospective Study of 15 Cases (2016-2017). *Kocatepe Vet J* 12(2):205-212.DOI: 10.30607/kvj.493594.