

ÉTUDE RETROSPECTIVE SUR LES RADIOGRAPHIES DU SERVICE DES URGENCES DE L'ENVT ENTRE 2016 ET 2019 : ETUDE LESIONNELLE SUR 1114 CAS

THESE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

MERICQ Paul

Né le 09/02/1995 à TOULOUSE (31)

Directeur de thèse : M. Fabrice CONCHOU

JURY

PRESIDENTE :
Mme Isabelle BERRY

Professeure à l'Université Paul Sabatier

ASSESEURS :

M. Fabrice CONCHOU
M. Benjamin CARTIAUX

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



ANNEE 2021 THESE : 2021 – TOU 3 – 4073

ÉTUDE RETROSPECTIVE SUR LES RADIOGRAPHIES DU SERVICE DES URGENCES DE L'ENVT ENTRE 2016 ET 2019 : ETUDE LESIONNELLE SUR 1114 CAS

THESE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

MERICQ Paul

Né le 09/02/1995 à TOULOUSE (31)

Directeur de thèse : M. Fabrice CONCHOU

JURY

PRESIDENTE :
Mme Isabelle BERRY

Professeure à l'Université Paul Sabatier

ASSESEURS :

M. Fabrice CONCHOU
M. Benjamin CARTIAUX

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et économie de la santé animale*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYENKO Nathalie**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
- Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
- Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
- Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

Remerciements :

**À mon Président du jury de thèse,
Madame la Professeure Isabelle Berry,**
Professeure à l'Université Paul Sabatier de Toulouse
Praticien hospitalier
Biophysique et Médecine Nucléaire
*Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,
Hommages respectueux.*

**À mon directeur de thèse,
Monsieur le Docteur Fabrice CONCHOU**
Maitre de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Unité d'Anatomie et Imagerie Médicale
*Pour avoir accepté de superviser cette thèse, avec compréhension et écoute,
Remerciements sincères, et avec toute ma gratitude.*

À Monsieur le Docteur Benjamin CARTIAUX
Maitre de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Unité d'Anatomie et Imagerie Médicale
*Pour avoir accepté de participer à ce jury de thèse,
Sincères remerciements.*

Remerciements :

À mes parents,

Pour votre aide et votre soutien continu durant ce long parcours, semé d'embûches, de déménagements, de travail permanent, de révisions et d'examens à n'en plus finir, entre les nombreux stages et les allers retours dans toute la France qui ont fait que les périodes de vacances n'en étaient pas souvent !

À ma sœur et son homme sûr,

Bravo pour votre parcours professionnel et surtout personnel, et cette nouvelle maison. J'attends avec impatience toutes les fois où l'on peut se voir les week-end, et vivement les prochaines !

À ma grand-mère maternelle,

Pour tous ces moments passés à La Loubère, été comme hiver, où j'ai décidé il y a bien des années que je serai vétérinaire rural.

À mes grands-parents paternels,

Pour votre accueil toujours chaleureux, et vos nombreuses attentions toujours appréciées !

À mes oncles, tantes et cousins,

Merci pour tout !

Mention spéciale pour Jean Louis, qui a su me remettre d'aplomb en cet été 2015. Sans cela, je ne pense pas que la suite aurait été la même ! Merci beaucoup, vraiment !

À ce petit village de Saint Christaud

Que ce soit à Bouchet avec Germaine et Joseph, Delphine et Guillaume, Aurélie et Loïc, ou à Machent avec Yves et Jeannot, ou encore à Matiouet avec Jeannot et Cathy, tout ceci serait sûrement bien différent sans l'enfance que j'ai eu sur ces terres à vos côtés. Merci pour tout, je pense à vous !

Mention spéciale à Loïc de m'avoir fait découvrir encore plus en détail le métier de la terre et de l'élevage, ainsi que toutes les sorties et aventures que l'on a passées ensemble. C'est un réel plaisir de revenir quelques heures à Poutousas, même si c'est souvent en coup de vent !

À mes amis de Fermat,

Antoine, PH, Rémi, Thibaud. Les 5 doigts de la main, les meilleurs amis que l'on puisse avoir, et qui ont fait passer les 2 ans de prépa pour une colonie de vacances. Merci pour votre surprise tous les 5 à Grenoble. Merci pour ces retrouvailles chaque été, que ce soit à Béziers, Vias, Montpellier, ou plus récemment dans le Puy de Dôme. C'est un plaisir de partager ces moments ensemble, et j'espère bien que l'on s'y tiendra tous les ans !

Remerciements particuliers à Tonio pour ta grande aide dans cette thèse, que de progrès depuis ce labyrinthe en prépa !

Merci à Amélie pour le temps passé dans votre appart, à faire des callof, ou du placo... Merci à Claire, Louis, et tous les autres !

À mes amis de Grenoble,

Emma et Ninon pour ce trinôme de colle, mais également tout le groupe de « Préparer l'après » pour ce road trip en Provence, et ce nouvel an de folie.

Mention spéciale à Pauline pour m'avoir supporté toute cette année de prépa, et tous ces messages pour s'aider sur les exercices de TD, entre deux dissections de truite ! Quelle chance j'ai eu de t'y rencontrer, je n'aurais pas réussi le concours sans toi.

À mes amis de l'ENVT,

Louis, pour cette semaine d'intégration, ces révisions chaotiques, ce mémorable épisode de pique à Nexon, et tous les autres moments passés ensemble !

Labriffe, pour ces sorties dans le Gers à la chasse et à la pêche avec Louis, pour ces sorties les 9 février en ville tous les trois, et les quelques moments passés sur et en dehors du fameux terrain qu'est Pierre Pons.

Au groupe de WE Poulots Doc,

Au groupe de med pop 2021, et particulièrement Adrien, sans oublier Victor et Martine ! Que ce furent de bons moments passés au service, à 7h du matin, comme à 22h après une dure journée ! Merci pour toutes ces discussions avec Papy Schelch et ces sorties en ambu ! L'avenir appartient à ceux qui se lèvent tôt, alors qu'en est-il de ceux qui se lèvent la nuit ?

Merci à Florian pour la gestion de la med pop, ainsi qu'à Jérémy pour ta constante bonne humeur, et ton aide dans cette thèse, Merci également à Mélanie Roche pour ce mythique stage au Canada, enfermés par 40°C dans une salle informatique sans fenêtre, climatisée à 16°C, mais également l'autopsie de Beluga, les sorties dans les parcs nationaux et toutes les autres fois !

Merci au groupe de TD durant ces 4 années, et aux personnes que j'ai côtoyé durant les diverses rotations.

Merci à Besse pour ce dernier mois à l'école, entre autops de juin et bières au cercle !

Aux cliniques vétérinaires qui m'ont accueilli en stage

Daumazan sur Arize, Carbonne, Arnay le Duc, La Roche sur Yon, Salies du Salat, Lormes, Digoin, merci pour votre formation.

Et merci infiniment à toute l'équipe de Charol'Vet pour l'épopée Tutorielle, merci pour votre patience, votre gentillesse, votre bienveillance (votre aide en urgence !), mais surtout votre partage du savoir et du savoir-faire, autant en rurale qu'en équine. Je n'aurais pu espérer meilleure formation que ces 5 mois avec vous. Merci beaucoup, et à très vite pour de nouvelles aventures !

À cette grande famille Chapuis, et associés,

Merci pour tous les instants passés avec vous, à la maison, en vacances, en confinement ou ailleurs ! C'est un plaisir de revenir à chaque fois !

À Laura,

Merci pour ces 4 ans déjà passés ensemble, merci de m'entraîner là où je ne me serais pas aventuré seul, pour ton soutien, tes conseils et ton aide au quotidien. A nos stages ensemble, à toutes nos aventures et nos escapades, et vivement les prochaines. Le bonheur n'est réel que partagé. Je t'aime.

Remerciements particuliers à ceux qui ont disparu, et à qui j'aurai voulu présenter ce travail.

Une pensée comme souvent à celui que j'aurai voulu connaître.

Table des matières

Table des matières	11
Table des figures	15
Table des tableaux	18
Table des illustrations	19
Introduction	20
Première partie : La radiographie	21
I. Principes physiques des rayons X.....	22
A. <i>Présentation des rayons X</i>	22
B. <i>Le modèle ondulatoire</i>	23
C. <i>Le modèle corpusculaire</i>	24
II. Production des rayons X	24
A. <i>Principes physiques de production des rayons X</i>	24
1. L'émission générale	25
2. L'émission caractéristique.....	26
B. <i>Fonctionnement d'un appareil à rayons X</i>	27
1. Le tube radiogène	27
2. Le générateur haute tension	31
3. Le poste de commande	33
III. Interactions des rayons X avec la matière	33
A. <i>Diffusion cohérente</i>	33
B. <i>Effet photoélectrique</i>	34
C. <i>Effet Compton</i>	36
IV. Formation d'une image radiographique	37
A. <i>Principe d'atténuation</i>	37
B. <i>Réglages nécessaires pour une image de qualité</i>	38
1. L'intensité et le temps d'exposition	38
2. La tension	38
3. Relation entre les constantes et l'image radiographique	38
C. <i>Rayonnement diffusé et grille antidiffusante</i>	40
V. Lecture de l'image radiographique	41
A. <i>Radiographie standard et numérique</i>	41
1. Radiographie standard.....	41
2. Radiographie numérique.....	42
B. <i>Outils numériques</i>	45
VI. Radioprotection	46
A. <i>Effets biologiques des rayonnements</i>	46

B.	<i>Unités de mesure</i>	46
C.	<i>Différents faisceaux</i>	47
D.	<i>Les principes de la radioprotection</i>	48
Deuxième partie : Étude rétrospective		51
I.	Objectifs de l'étude	52
II.	Matériel et méthode :	52
A.	<i>Constitution de la population étudiée et critères d'inclusion</i>	52
B.	<i>Obtention et collecte des comptes rendus radiographiques</i>	52
C.	<i>Relevé d'informations à partir des comptes rendus</i>	53
D.	<i>Analyse des informations relevées</i>	53
1.	Synthèse des différentes races	53
2.	Synthèse du sexe	53
3.	Synthèse de l'âge	54
4.	Synthèse du motif de consultation	54
5.	Synthèse de la conclusion radiographique en diagnostics	55
6.	Détermination des localisations	55
7.	Détermination du nombre de localisations	56
8.	Détermination de l'origine lésionnelle	56
9.	Étude statistique	57
III.	Résultats	58
A.	<i>Étude du nombre de consultations</i>	58
1.	Nombre de consultations par an	58
2.	Nombre de consultations par trimestre	58
3.	Nombre de consultations par mois	59
4.	Nombre de consultations par mois par an	60
B.	<i>Étude de l'espèce</i>	61
1.	Étude générale	61
2.	Étude selon l'année	61
3.	Étude selon le trimestre	62
C.	<i>Étude du sexe</i>	63
1.	Sexe selon l'espèce	63
2.	Effectif selon la stérilisation	64
D.	<i>Étude de la race</i>	65
1.	Étude des races de chats	65
2.	Étude des races de chiens	67
E.	<i>Étude de l'âge</i>	69
1.	Étude générale	69
2.	Sexe des animaux selon l'âge et l'espèce	70
F.	<i>Étude des motifs de consultation aux urgences</i>	73
1.	Étude globale	73
2.	Motifs de consultation selon l'espèce	74
3.	Motifs de consultation selon l'espèce et le sexe	75
G.	<i>Étude du nombre de localisations différentes</i>	76
1.	Étude générale	76

2.	Étude selon la période	76
3.	Étude selon l'espèce	77
4.	Étude selon l'âge	78
H.	Étude de la localisation 1	79
1.	Étude générale.....	79
2.	Étude selon l'espèce.....	80
3.	Étude selon l'espèce et la période	82
4.	Étude selon l'espèce et le sexe	83
5.	Étude selon l'âge et l'espèce	84
I.	Étude de la localisation 2.....	85
1.	Étude générale de la localisation 2	85
2.	Étude de la localisation 2 selon l'espèce	86
3.	Étude de la localisation 2 selon l'espèce et le sexe.....	89
4.	Étude de la localisation 2 selon l'espèce et l'âge.....	92
J.	Étude de la localisation 3.....	95
1.	Étude générale.....	95
2.	Étude selon l'espèce.....	98
K.	Étude du diagnostic.....	100
1.	Observations thoraciques	100
2.	Observations abdominales	102
3.	Observations osseuses.....	104
L.	Étude de l'origine lésionnelle probable.....	106
1.	Étude générale.....	106
2.	Étude selon l'espèce.....	107
IV.	Discussion.....	108
A.	Discussion sur la méthode d'analyse	108
B.	Discussion sur les races.....	108
C.	Discussion sur l'âge	108
D.	Discussion sur les motifs de consultation.....	108
E.	Discussion sur les diagnostics	109
F.	Discussion sur les localisations.....	109
G.	Discussion sur les origines lésionnelles	110
H.	Discussion sur le nombre de localisations	110
I.	Discussion sur l'étude statistique.....	110
	Troisième partie : Étude de cas	113
I.	Présentation des cas	114
II.	Cas de contusions pulmonaires.....	115
III.	Cas de nodule pulmonaire.....	116
IV.	Cas d'épanchement pleural.....	117
V.	Cas de pneumothorax	118
VI.	Cas de cardiomégalie.....	119

VII.	Cas de fracture de côte	120
VIII.	Cas de hernie diaphragmatique	121
IX.	Cas d'épanchement abdominal	122
X.	Cas de syndrome dilatation - torsion d'estomac (SDTE).....	123
XI.	Cas de fracture du bassin et de luxation coxofémorale.....	124
XII.	Cas de fracture du fémur.....	125
XIII.	Cas de fracture vertébrale.....	126
XIV.	Cas d'arthrose du coude	127
XV.	Cas d'emphysème sous cutané.....	128
XVI.	Cas de pneumopéricarde et pneumomédiastin.....	129
	Conclusion	130
	Bibliographie.....	131
	Annexes.....	132
	Annexe 1 : Critères de recherche du logiciel Clovis®.....	132
	Annexe 2 : Exemple de capture d'écran Clovis® d'un compte rendu radiographique.....	132
	Annexe 3 : Organisation du fichier Excel® compilant les informations des comptes rendus.	133
	Annexe 4 : Groupes des races de chiens	134
	Annexe 5 : Groupement des motifs de consultation	135
	Annexe 6 : Script R® de l'algorithme de significativité par le test du Khi-2, avec la figure et la matrice obtenues.	138
	Annexe 7 : Étude de la fréquence des 117 races de chien sans tri préalable (n=615)	139
	Annexe 8 : Motifs de consultation des chats femelle (n=94)	140
	Annexe 9 : Motifs de consultation des chats femelle stérilisées (n=180)	140
	Annexe 10 : Motifs de consultation des chats mâles (n=110)	140
	Annexe 11 : Motifs de consultation des chats mâles castrés (n=316).....	141
	Annexe 12 : Motifs de consultation des chiens femelles (n=260).....	141
	Annexe 13 : Motifs de consultation des chiens femelles stérilisées (n=186).....	141
	Annexe 14 : Motifs de consultation des chiens mâles (n=393).....	142
	Annexe 15 : Motifs de consultation des chiens mâles castrés (n=94).....	142

Table des figures

Table des matières	11
Table des figures	15
Table des tableaux	18
Table des illustrations	19
Figure 1 : Spectre électromagnétique (Bushberg, 2012).....	22
Figure 2 : Représentation d'une onde (Thrall, 2013).....	23
Figure 3 : Production d'un rayon X par émission générale (Bushberg, 2012).....	25
Figure 4 : Production d'un rayon X par émission caractéristique (Bushberg, 2012)..	26
Figure 5 : Photographie d'un tube radiogène à anode tournante (Thrall, 2013).....	27
Figure 6 : Vue latérale de l'anode (Bushberg, 2012).....	28
Figure 7 : La cathode et la pièce de concentration (Bushberg, 2012).....	29
Figure 8 : Représentation d'un tube radiogène (Dendy, 2012).....	30
Figure 9 : Différentes ondes de tension électrique (Dendy, 2012)	32
Figure 10 : Diffusion cohérente, ou diffusion de Rayleigh (Bushberg, 2012)	33
Figure 11 : L'effet photoélectrique (Bushberg, 2012)	34
Figure 12 : L'effet Compton (Bushberg, 2012)	36
Figure 13 : Rayons X, image de rayonnement et radio-opacité (Thrall, 2013).....	37
Figure 14 : Relation entre les kV et le contraste (Conchou, 2016).....	39
Figure 15 : Grille antidiffusante à lames focalisées (Bushberg, 2012)	40
Figure 16 : Différents systèmes de radiographie.....	41
Figure 17 : Étapes d'obtention de l'image radiographique en imagerie numérique ..	42
Figure 18 : Principe général de la radiographie DR (Conchou., 2010).....	44
Figure 19 : Nomenclature des faisceaux de rayons X (Bushberg, 2012).....	47
Figure 20 : Évolution du nombre de consultations par an (n=1237).....	58
Figure 21 : Répartition trimestrielle des consultations des 4 années (n=1114).....	58
Figure 22 : Répartition mensuelle des consultations des 4 années (n=1114).....	59
Figure 23 : Répartition du nombre mensuel de consultations selon l'année (n=1114)	60
Figure 24 : Évolution du pourcentage mensuel de consultations selon l'année (n=1114)	60
Figure 25 : Nombre d'animaux selon l'espèce (n=1114)	61
Figure 26 : Évolution annuelle de la proportion de chiens et chats (n=1114)	61
Figure 27 : Évolution trimestrielle de l'espèce selon les années (n=1114).....	62
Figure 28 : Nombre d'animaux selon l'espèce et le sexe (n=1114).....	63
Figure 29 : Nombre de mâles et femelles selon l'espèce (n=1114)	64
Figure 30 : Nombre d'animaux stérilisés selon l'espèce (n=1114)	64
Figure 31 : Répartition de la race de chats de tous sexes(n=499).....	65
Figure 32 : Répartition du sexe en fonction de la race de chats (n=499).....	66
Figure 33 : Effectif des 37 plus fréquentes races de chiens selon le sexe (n=462) ..	67
Figure 34 : Effectif des races de chiens en fonction du sexe (n=615).....	68
Figure 35 : Répartition de la population selon la tranche d'âge (n=1114)	69
Figure 36 : Évolution du sexe de la population selon l'âge et l'espèce (n=1114).....	70
Figure 37 : Évolution du pourcentage du sexe selon l'âge et l'espèce (n=1114)	71
Figure 38 : Évolution de la proportion d'animaux stérilisés selon l'âge et l'espèce (n=1114)	72

Figure 39 : Représentation du nombre de motifs de consultation (n=1635)	73
Figure 40 : Nombre de motifs de consultation selon l'espèce et le sexe (n=1635) ...	74
Figure 41 : Répartition du nombre de localisations différentes (n=1114)	76
Figure 42 : Évolution annuelle de la moyenne des nombres de localisations sur la période de l'étude (n=1114).....	76
Figure 43 : Répartition du nombre de localisations atteintes selon l'espèce (n=1114)	77
Figure 44 : Répartition du nombre moyen de localisations atteintes selon l'âge chez le chat (n=499)	78
Figure 45 : Répartition du nombre moyen de localisations atteintes selon l'âge chez le chien (n=615).....	78
Figure 46 : Répartition de la localisation 1 (n=2029).....	79
Figure 47 : Répartition de la localisation 1 selon l'espèce (n=2029)	80
Figure 48 : Répartition proportionnelle des localisations 1 selon l'espèce (n=2029).	81
Figure 49 : Évolution de la localisation 1 selon la période et l'espèce (n=2029).....	82
Figure 50 : Répartition des localisations 1 selon le sexe puis l'espèce (n=2026)	83
Figure 51 : Évolution de la localisation 1 selon l'espèce et l'âge (n=2029)	84
Figure 52 : Répartition des atteintes selon la localisation 2 (n=2029).....	85
Figure 53 : Répartition des atteintes thoraciques selon le total de l'espèce (n=782)	86
Figure 54 : Répartition des atteintes abdominales selon le total de l'espèce (n=681)	87
Figure 55 : Répartition de la proportion des localisation osseuses selon l'espèce (n=311)	88
Figure 56 : Répartition des atteintes thoraciques selon l'espèce et le sexe (n=779)	89
Figure 57 : Répartition des atteintes abdominales selon l'espèce et le sexe (n=522)	90
Figure 58 : Répartition des atteintes osseuses selon l'espèce et le sexe (n=311)....	91
Figure 59 : Répartition des atteintes thoraciques chez le chat selon l'âge (n=409) ..	92
Figure 60 : Répartition des 4 principales atteintes abdominales chez le chat selon l'âge (n=202)	93
Figure 61 : Répartition des 4 principales affections abdominales chez le chien selon l'âge (n=272).....	94
Figure 62 : Répartition des atteintes thoraciques selon la localisation 3 (n=782)	95
Figure 63 : Répartition des atteintes osseuses selon la localisation 3 (n=311).....	96
Figure 64 : Répartition des atteintes thoraciques de localisation 3 selon l'espèce (n=565)	98
Figure 65 : Répartition des atteintes osseuses de localisation 3 selon l'espèce (n=311)	99
Figure 66 : Répartition des diagnostics thoraciques (n=782)	100
Figure 67 : Répartition des diagnostics abdominaux (n=681)	102
Figure 68 : Répartition des diagnostics osseux (n=311)	104
Figure 69 : Répartition des origines possibles (n=1871)	106
Figure 70 : Répartition du nombre total d'origines selon l'espèce (n=1871)	107
Figure 71 : Répartition des origines selon l'espèce (n=1871)	107
Figure 72 : Radiographies légendées de contusions pulmonaires vues de face (A) et de profil (B)	115
Figure 73 : Radiographies légendées de nodule pulmonaire vu de face (A) et de profil (B).....	116

Figure 74 : Radiographies légendées d'épanchement pleural vu de face (A) et de profil (B).....	117
Figure 75 : Radiographies légendées de pneumothorax vu de face (A) et de profil (B)	118
Figure 76 : Radiographies légendées de cardiomégalie vue de face (A) et de profil (B)	119
Figure 77 : Radiographies légendées de fractures de côtes vues de face (A) et de profil (B).....	120
Figure 78 Radiographies légendées d'une hernie diaphragmatique vue de face (A) et de profil (B).....	121
Figure 79 Radiographies légendées d'épanchement abdominal vu de face (A) et de profil (B).....	122
Figure 80 : Radiographies légendées d'un syndrome dilatation - torsion d'estomac vu de face (A) et de profil (B)	123
Figure 81 : Radiographies légendées d'une fracture du bassin et d'une luxation coxofémorale vues de face (A) et de profil (B)	124
Figure 82 : Radiographies légendées de fracture du fémur vue de face (A) et de profil (B).....	125
Figure 83 : Radiographies légendées de fracture vertébrale vue de face (A) et de profil (B).....	126
Figure 84 : Radiographies légendées d'arthrose du coude vue de face (A) et de profil (B).....	127
Figure 85 : Radiographies légendées d'emphysème sous cutané vu de face (A) et de profil (B).....	128
Figure 86 : Radiographies légendées de pneumopéricarde et pneumomédiastin vus de face (A) et de profil (B)	129

Table des tableaux

Tableau 1 : Catégories de tranches d'âges	54
Tableau 2 : Présentation des 3 niveaux de localisation	55
Tableau 3 : Liste des origines lésionnelles.....	56
Tableau 4 : Comparaison des 10 principaux motifs de consultation selon le sexe et l'espèce (n=1189)	75

Table des illustrations

Illustration 1 : Étude statistique du sexe selon la race.....	63
Illustration 2 : Étude statistique des races de chats	65
Illustration 3 : Étude statistique des motifs de consultation	73
Illustration 4 : Étude statistique du nombre de localisation selon l'espèce	77
Illustration 5 : Étude statistique des localisations 1	79
Illustration 6 : Étude statistique des localisations 1 selon l'espèce	81
Illustration 7 : Étude statistique des localisations 2 thoraciques selon l'espèce	86
Illustration 8 : Étude statistique de la localisation 2 abdominale selon l'espèce.....	87
Illustration 9 : Étude statistique de la localisation 2 osseuse selon l'espèce	88

Introduction

Les consultations d'urgence sont fréquentes dans le milieu vétérinaire. La prise en charge de ces animaux peut nécessiter le recours à un examen complémentaire afin d'obtenir un diagnostic rapide. Un examen complémentaire couramment utilisé est l'examen radiographique. En effet, ce dernier est simple à effectuer, non invasif, rapide tout en étant relativement peu coûteux. Ainsi, de 2016 à 2019, 1114 animaux ont été radiographiés lors de leur prise en charge au service des Urgences du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire des animaux de compagnie (CHUVAC) de l'École nationale vétérinaire de Toulouse (ENVT).

Cette thèse étudie les caractéristiques des animaux de compagnie (chiens et chats) présentés au service des urgences du CHUVAC de l'ENVT. Les éléments étudiés seront le nombre de consultations, l'espèce, le sexe, la race, l'âge ainsi que les motifs de consultation. Les conclusions radiographiques seront également étudiées à travers la localisation des lésions observées, le nombre de localisations atteintes simultanément, les diagnostics les plus fréquents, ainsi que les origines lésionnelles les plus probables. Enfin, des radiographies des diagnostics les plus fréquents seront présentées et légendées.

Première partie : La radiographie

(Bushberg 2012 ; Conchou 2010, 2016, Dendy 2012 ; Légifrance ; Roy 2021 ; Thrall 2013)

I. Principes physiques des rayons X

La réalisation d'un cliché radiographique consiste à aligner un générateur de rayons X, l'objet à radiographier, et un capteur de rayons X. L'objet radiographié atténue le passage des rayons X. Cette atténuation est variable selon la composition de l'objet, son épaisseur et ses caractéristiques physiques. Le capteur détecte le faisceau de rayons X ayant traversé l'objet. L'image radiographique obtenue par le capteur est ainsi une représentation en 2 dimensions d'un faisceau de rayons atténués lors de la traversée d'un objet en 3 dimensions.

Une radiographie est donc une représentation de la composition interne de la cible, basée sur l'atténuation différentielle du faisceau de rayons X le traversant.

Cette technique a été rendue possible par la découverte des rayons X en 1895 par Wilhelm Conrad Roentgen (1845–1923). Étudiant le rayonnement cathodique (correspondant à un faisceau d'électrons) découvert quelques années auparavant, il multiplie les expériences pour en comprendre le fonctionnement. Changeant successivement de matériaux étudiés, il essaye ensuite avec la main de son épouse, et s'aperçoit que l'image correspond aux os de sa main. Il réalise ainsi la première radiographie de l'histoire, et reçoit le premier prix Nobel de physique en 1901. En physicien qu'il était, la nature inconnue de ces rayonnements récemment découverts lui firent donner la lettre X. Depuis, cette lettre est restée, et les rayons X couramment utilisés.

A. Présentation des rayons X

Les rayons X sont une des formes de rayonnement électromagnétique, à l'image des rayons gamma, des infrarouges et des micro-ondes. Dans le spectre des rayonnements électromagnétiques, les rayons X sont entre les rayons gamma (γ) et les ultraviolets (Figure 1).

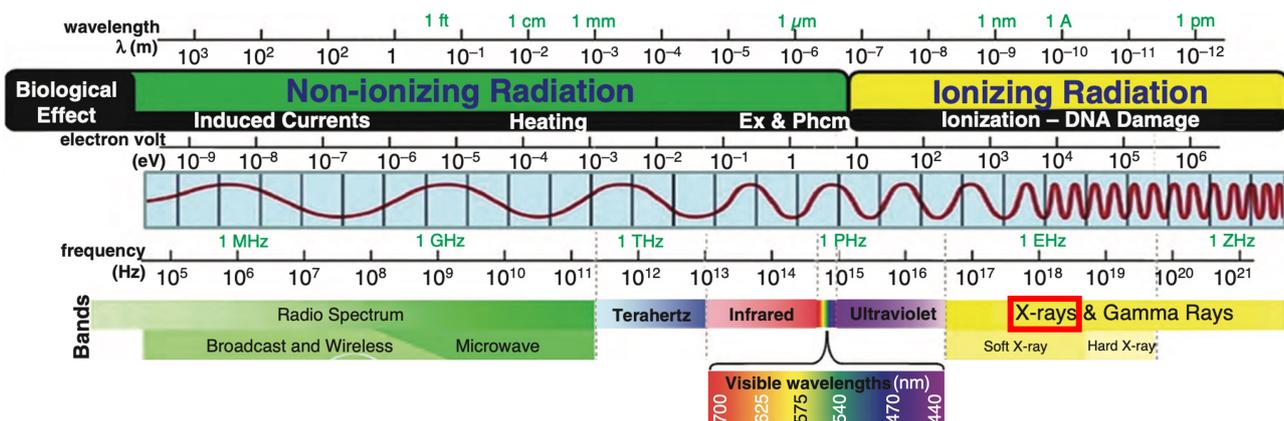


Figure 1 : Spectre électromagnétique (Bushberg, 2012)

Les rayonnements électromagnétiques sont décrits selon une longueur d'onde λ ou une fréquence ν inversement croissantes. Plus la longueur d'onde diminue, plus la fréquence augmente et plus l'énergie du rayonnement est importante. Le spectre est alors divisé en 2 grandes catégories. Les rayonnements non ionisants incluent les ondes radios que nous utilisons tous les jours en communication, les micro-ondes, les infra-rouges, et la lumière que nous voyons. Les ultraviolets font partie des rayonnements ionisants, comme les rayons X et gamma.

A l'image de la lumière visible, les rayons X ne nécessitent pas de matière pour se déplacer. Leur vitesse est constante dans un milieu homogène, d'environ $3 \times 10^8 \text{ km.s}^{-1}$ et de longueur d'onde entre 10^{-8} m et 10^{-11} m . Ils évoluent généralement de façon rectiligne, excepté lors d'interactions avec de la matière, lors de laquelle ils peuvent être absorbés ou réfléchis.

D'après la mécanique quantique et la dualité onde-particule qui en découle, un rayon X peut être modélisé selon 2 manières : le modèle ondulatoire, ou le modèle corpusculaire

B. Le modèle ondulatoire

Le modèle ondulatoire décrit le rayonnement comme la combinaison d'un champ électrique et d'un champ magnétique évoluant ensemble dans la direction de propagation, de façon orthogonale et selon un mode sinusoïdal (Figure 2). L'onde est alors caractérisée par deux paramètres : la longueur d'onde λ et la fréquence ν .

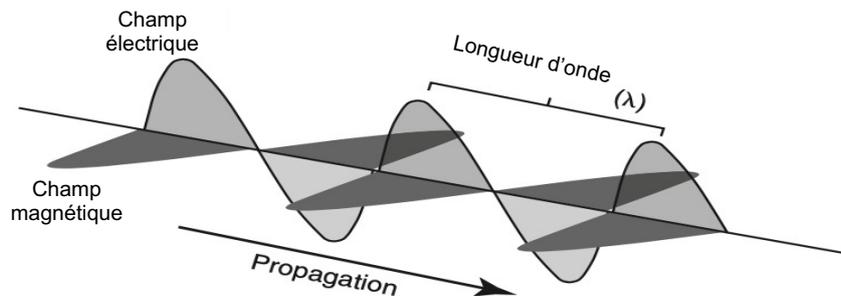


Figure 2 : Représentation d'une onde (Thrall, 2013)

Un rayonnement électromagnétique peut être perçu comme une ondulation, avec une composante électrique et une composante magnétique.

La longueur d'onde est la distance séparant deux maxima consécutifs de l'oscillation.

La fréquence correspond au nombre de cycles par secondes.

La vitesse c peut alors être facilement déterminée en réalisant le produit des deux paramètres.

$$c = \lambda \times \nu$$

Avec c en m.s^{-1} , λ en m , et ν en s^{-1} .

C. Le modèle corpusculaire

D'autre part, certaines particularités physiques ne peuvent être expliquées par le modèle ondulatoire des rayonnements électromagnétiques. Un autre modèle a alors été élaboré pour ces mêmes rayonnements : le modèle corpusculaire. Ce dernier considère le rayonnement électromagnétique comme une particule, autrement appelée corpuscule, ou encore photon. C'est le quantum d'énergie associé aux ondes électromagnétiques, c'est-à-dire l'élément de base de ce rayonnement. Un photon n'a ni masse, ni charge électrique.

L'énergie d'un photon est déterminée par sa vitesse c , sa longueur d'onde λ et la constante de Planck h ($6,626 \times 10^{-34}$ J.s) selon la formule :

$$E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$$

Avec E en J, et h la constante de Planck en J.s

Par conséquent, la vitesse étant constante, l'énergie est inversement proportionnelle à la longueur d'onde.

Du fait de cette énergie, les rayons X font partie des rayonnements ionisants car ils sont capables d'éjecter des électrons et de transformer l'atome considéré en ion positif. Si une telle ionisation a lieu au niveau de l'ADN, elle peut être à l'origine de malformations, de mutations, de cancérogénèse, ou encore de mort cellulaire. La radioprotection vise à réduire ces rayons et leurs effets autant que faire se peut.

II. Production des rayons X

Nous allons voir dans un premier temps les phénomènes physiques entraînant une émission de rayons X. Dans un second temps, nous verrons comment les générateurs de rayons X ont été élaborés pour utiliser ces phénomènes dans le but d'une production contrôlée de rayons X.

A. Principes physiques de production des rayons X

Il existe 2 mécanismes amenant à la production de rayons X. Le principal mécanisme est appelé émission générale. Le deuxième, très mineur, est appelé émission caractéristique. Ces deux mécanismes font appel aux rayonnements cathodiques, c'est-à-dire à un flux d'électrons.

1. L'émission générale

Un électron, chargé négativement, qui passe à grande vitesse à proximité d'un noyau atomique, chargé positivement, voit sa trajectoire normalement rectiligne déviée vers le noyau par l'attraction Coulombienne (Figure 3). De cette déviation résulte un ralentissement de l'électron, et donc une perte d'énergie, qui est rayonnée sous forme de photon, en l'occurrence un rayon X. Cette émission de photon est appelée rayonnement de freinage. Plus l'électron passe près du noyau, plus sa trajectoire est déviée, plus son freinage est important, donc la perte d'énergie également, et plus le rayonnement X émis est énergétique. Ceci est d'autant plus valable que le numéro atomique de l'atome approché est élevé, car le nombre de charge positives dans le noyau est plus important, entraînant un plus grand freinage de l'électron.

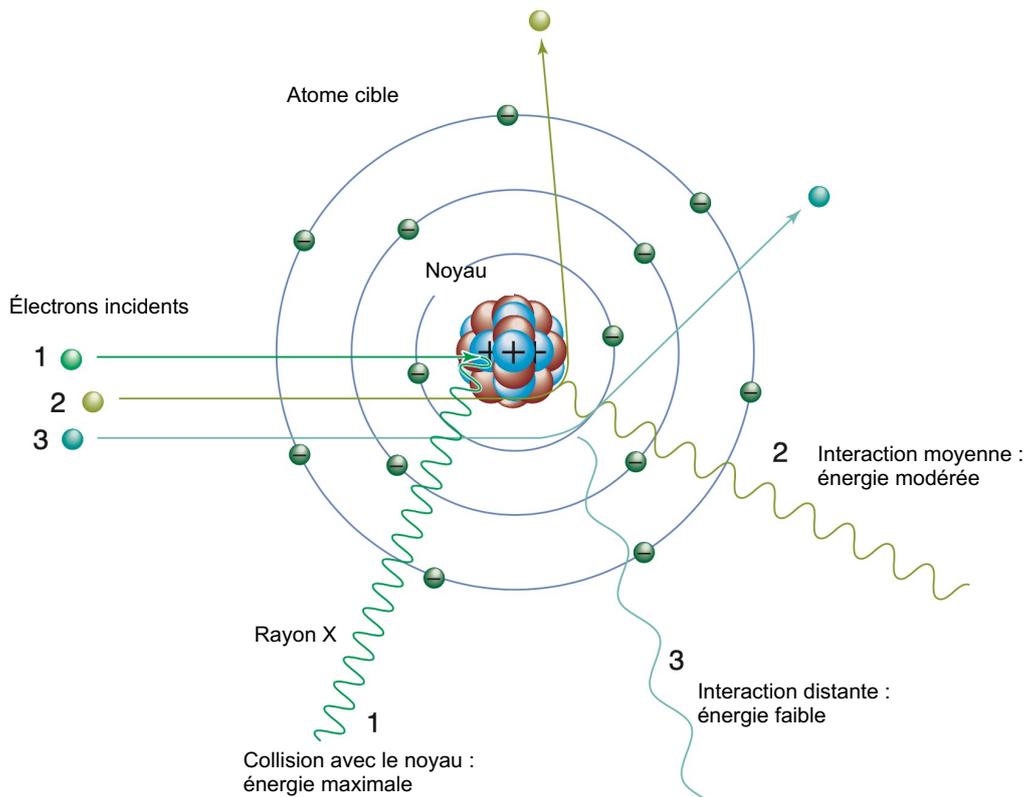


Figure 3 : Production d'un rayon X par émission générale (Bushberg, 2012)

Lorsqu'un électron passe proche d'un noyau atomique, il est attiré par celui-ci, ce qui le ralentit. L'énergie se conservant, l'énergie cinétique qu'il perd est transformée en radiation, en l'occurrence un rayon X dont l'énergie est égale à l'énergie cinétique perdue. Cette énergie cinétique perdue peut correspondre à n'importe quelle proportion de l'énergie cinétique de départ, y compris la valeur identique. En multipliant les électrons incidents, les valeurs possibles d'énergie des rayons X produits appartiennent à un intervalle continu ouvert. Leur énergie est faible (3) pour un électron passant loin du noyau, et augmente à mesure qu'il s'en rapproche (2). Le maximum d'énergie possible étant égale à l'énergie cinétique de l'électron incident percutant directement le noyau (1).

2. L'émission caractéristique

Les électrons d'un atome sont répartis selon différentes couches électroniques. Les énergies de liaison des électrons au noyau sont décroissantes avec la distance au noyau. La plus grande énergie de liaison est celle de la couche interne K, puis L puis M. La valeur de cette énergie dépend de la couche mais également de l'atome concerné. Les différentes valeurs des énergies de liaison des couches électroniques sont invariables pour un même numéro atomique et sont caractéristiques d'un atome.

L'émission caractéristique se produit lorsqu'un électron à grande vitesse percute un autre électron (Figure 4). Si l'énergie cinétique de l'électron incident est supérieure à l'énergie de liaison de l'électron percuté, ce dernier est éjecté. Il y a alors remplacement par un électron d'une des couches plus externes. Ce dernier électron passe donc à une couche électronique ayant une plus grande énergie de liaison que celle où il était précédemment. La différence d'énergie entre ces deux couches est alors libérée sous forme de rayon X, dont l'énergie est caractéristique de l'atome concerné. Au contraire de l'émission générale où le spectre des rayons X produits était une variable continue, le spectre des rayons X produits par émission caractéristique correspond à une variable discrète, ayant un nombre fini de valeurs, propres à chaque numéro atomique. L'émission de rayons X est ainsi nommée « émission caractéristique ».

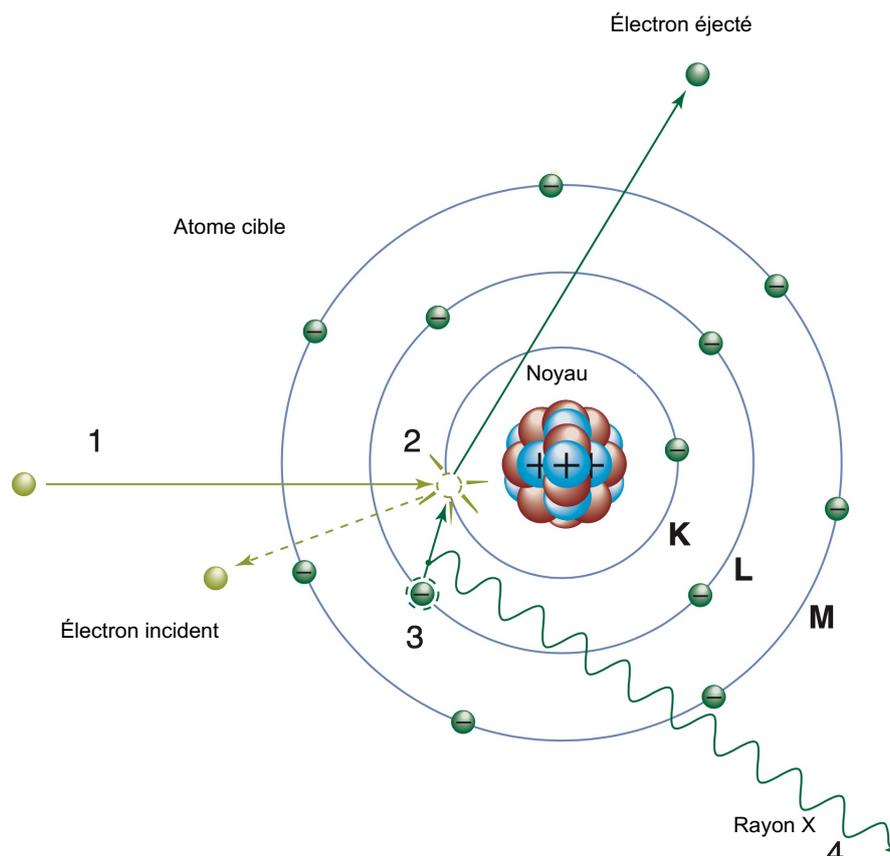


Figure 4 : Production d'un rayon X par émission caractéristique (Bushberg, 2012)

Un électron incident (1) percute un électron de la couche K (2). Si l'énergie cinétique de l'électron incident est supérieure à l'énergie de liaison de l'électron percuté, ce dernier est éjecté. La place laissée libre est prise par un électron d'une des couches plus externe (3). Ceci entraîne l'émission d'un photon de rayon X (4) dont l'énergie est caractéristique de l'atome cible, égale à la différence entre les énergies de liaison des deux couches. K, L et M représentent les couches électroniques.

B. Fonctionnement d'un appareil à rayons X

L'appareil radiographique est constitué d'un tube radiogène et de son poste de commande, alimentés par un générateur haute tension.

1. Le tube radiogène

Le tube radiogène est constitué d'un filament chargé négativement, intégré dans la cathode ; d'une cible chargée positivement, l'anode ; d'une enveloppe protectrice entourant le tout (Figure 5).

Les phénomènes de production des rayons X vus précédemment ont lieu à l'anode, qui reçoit un flux d'électron depuis le filament de la cathode.

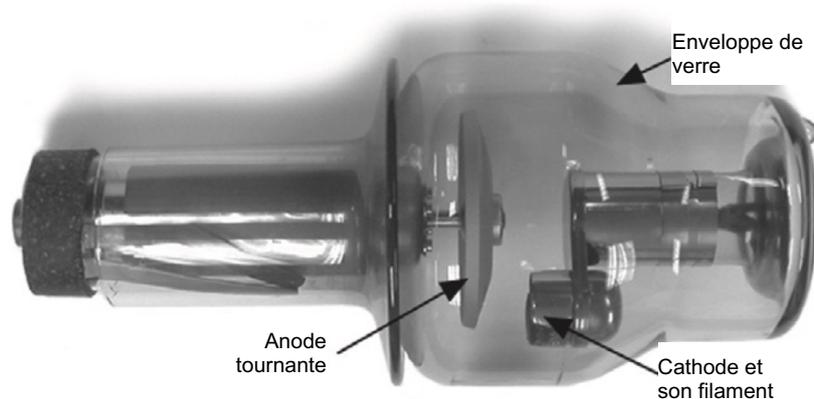


Figure 5 : Photographie d'un tube radiogène à anode tournante (Thrall, 2013)

Le filament de la cathode, chauffé à haute température, émet des électrons. Une tension électrique entre la cathode et l'anode envoie ces électrons vers l'anode, en tungstène, où a lieu la production de rayons X. Cette anode est tournante pour mieux dissiper la chaleur. Une enveloppe de verre permet de placer le tout sous vide, afin d'éviter que les molécules d'air ne perturbent le faisceau d'électrons. Dans un générateur de rayons X, ce tube radiogène est lui-même entouré d'un cylindre de protection métallique, étanche aux rayons X.

a. L'anode

L'anode est le lieu de production des rayons X. Le matériau constituant l'anode doit donc répondre à deux critères essentiels.

D'une part, l'émission générale de rayons X a lieu lorsqu'un électron accéléré à grande vitesse passe proche d'un noyau atomique de numéro élevé. Il faut donc que l'anode soit constituée d'un matériau au numéro atomique relativement grand.

D'autre part, l'énergie cinétique des électrons qui arrivent sur la cible est en grande partie transformée en énergie thermique (de l'ordre de 99% de l'énergie), qui peut rapidement devenir importante dans le tube radiogène. Le matériau doit donc pouvoir résister à cette chaleur.

Ainsi, le tungstène est généralement choisi comme matériau constituant le foyer thermique de l'anode au vu de son numéro atomique important ($Z=74$), et de sa température de fusion élevée (3422°C). Ce tungstène constitue donc la cible du faisceau d'électrons, appelé anode.

Le faisceau d'électrons arrivant sur l'anode délimite une zone cible appelée foyer réel ou thermique (Figure 6). La surface de ce foyer est oblique par rapport au faisceau d'électrons incidents, selon un angle α . Plus la surface du foyer thermique est grande, meilleure est la dissipation d'énergie thermique. En modifiant cet angle, cela modifie la largeur du faisceau de rayons X produits, appelé foyer apparent ou optique. Cependant, plus ce foyer optique est réduit, meilleurs sont les détails obtenus sur l'image radiographique.

L'angle α doit être déterminé en réalisant un compromis : un angle réduit permet une meilleure qualité d'image, mais la surface de contact est moindre et donc l'échauffement important. Un angle important permet une meilleure dissipation de chaleur mais le niveau de détail de l'image est diminué.

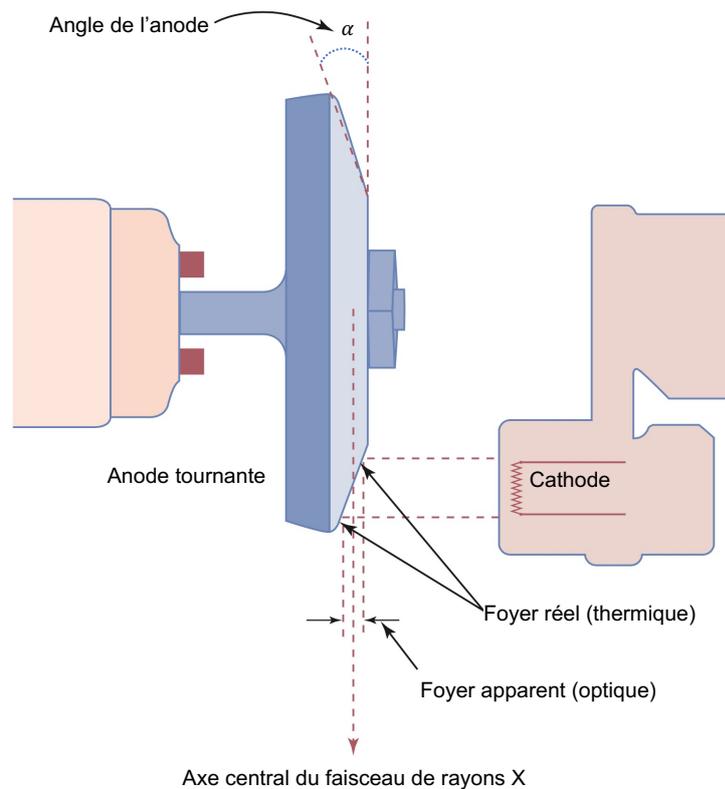


Figure 6 : Vue latérale de l'anode (Bushberg, 2012)

L'angle α de l'anode est déterminé entre la surface du foyer réel et l'axe central du faisceau de rayons X. Il joue un rôle primordial dans l'orientation des rayons X et dans la dissipation de chaleur.

Enfin, l'anode peut être fixe comme dans la plupart des appareils à usage vétérinaire, ou tournante lorsque le flux d'électrons est plus important. La même énergie thermique est alors répartie sur une surface annulaire plus importante, ce qui limite l'élévation de température et les dégâts occasionnées à l'anode.

b. La cathode

Voyons à présent comment est produit le faisceau d'électrons atteignant l'anode.

Ce faisceau est formé grâce à la cathode (Figure 7). Pour créer ce faisceau d'électrons, un courant électrique est instauré aux bornes d'un filament de tungstène. Lorsqu'il est sous tension, la résistance électrique au flux d'électrons dans le filament en élève la température, c'est l'effet Joule, à l'image d'une ampoule à incandescence. Dans le cas de la cathode, cette élévation thermique atteint un point où les électrons peuvent quitter la surface du filament, c'est l'effet thermoionique, ou effet Edison. Au niveau microscopique, cela correspond à une augmentation de l'agitation atomique et à la formation d'un nuage d'électrons autour du filament.

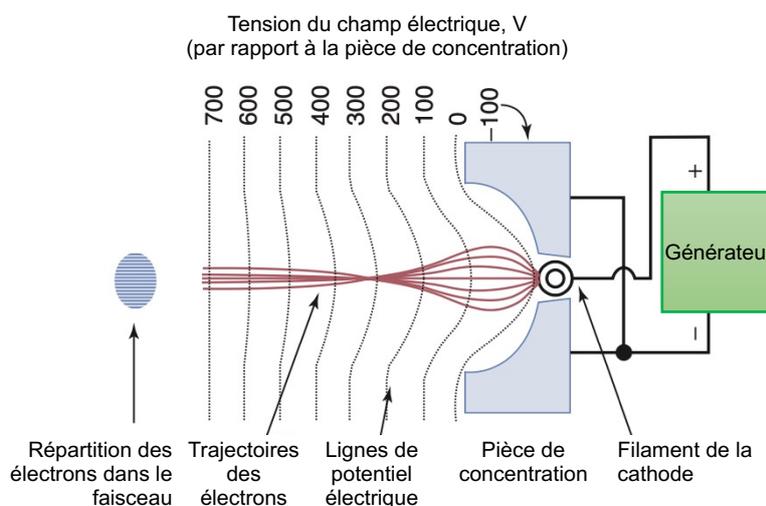


Figure 7 : La cathode et la pièce de concentration (Bushberg, 2012)

La partie cathodique du tube à rayons X est constituée d'un filament et d'une pièce de concentration, ou coupelle de focalisation. Celle-ci permet de resserrer le faisceau d'électrons émis par le filament. Le rayonnement produit est un faisceau d'électrons, appelé rayonnement cathodique.

La quantité d'électrons constituant ce nuage est liée à l'intensité du courant électrique appliquée au filament, déterminée en milliampères (mA) via le poste de commande. L'augmentation de ces mA entraîne une augmentation d'intensité du courant électrique circulant dans le filament, et donc l'augmentation du nombre d'électrons dans le nuage.

Les électrons autour du filament étant chargés négativement, l'application d'une forte tension électrique depuis le filament vers l'anode cible attirera les électrons vers cette dernière, où il y aura finalement production de rayons X. La tension est exprimée en kilovolt (kV), et peut être déterminée via le poste de commande.

En plus de l'intensité, le contrôle du nombre d'électrons dans le nuage peut se faire par le temps de chauffe du filament. Plus ce temps est long, plus il y aura d'électrons dans le nuage.

Ce temps est appelé temps d'exposition, exprimé en secondes (s), et correspond également à la durée pendant laquelle la tension est appliquée entre l'anode et la cathode. La production de rayons X n'a lieu que lorsqu'un courant électrique passe dans le filament, et que la tension est présente entre les deux pôles électriques.

Cette tension, également appelée différence de potentiel, doit être importante pour attirer les électrons vers l'anode à une vitesse suffisamment élevée pour produire les rayons X. L'obtention d'une telle tension est le rôle du générateur. Plus la tension sera élevée, plus les électrons auront une vitesse importante, et donc une énergie cinétique importante, et plus les rayons X produits auront une énergie importante.

De plus, le faisceau d'électrons ne doit pas être trop large, car plus la largeur est importante, moins le contrôle des rayons X produits est facile, et plus la taille de la cible doit être élevée. Le faisceau est donc focalisé grâce à une pièce de concentration, pièce creuse à l'intérieur de laquelle se trouve le filament, à l'image d'un phare de voiture qui concentre les rayons lumineux dans une même direction (Figure 7).

Enfin, sur certains appareils, la cathode est constituée de deux filaments de tailles différentes. Le petit filament est utilisé pour améliorer les détails de l'image via un point focal efficace plus petit, mais a pour inconvénient de ne pouvoir être utilisé que pour des valeurs d'intensité (mA) faibles, autrement il y aurait un risque d'endommagement du filament. Le grand filament est le plus souvent utilisé car il permet d'avoir un flux d'électrons plus important et donc d'augmenter la production de rayons X.

c. L'enveloppe protectrice

L'enveloppe protectrice est composée d'une ampoule de verre et d'une gaine métallique plombée (Figure 8).

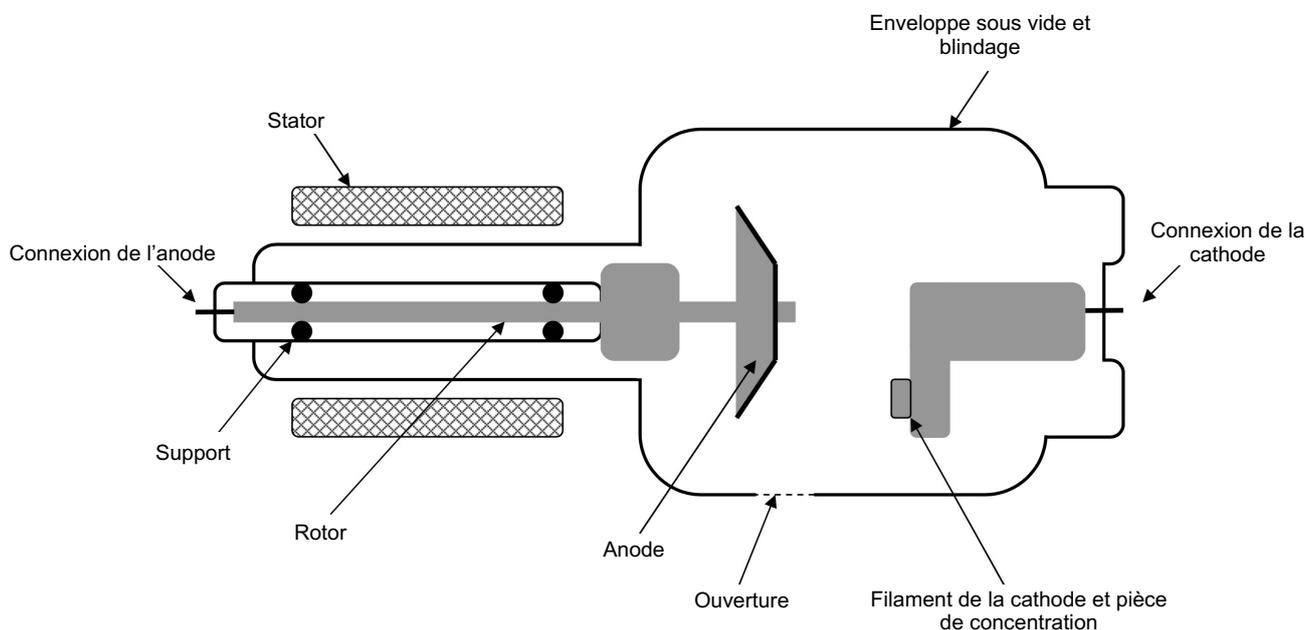


Figure 8 : Représentation d'un tube radiogène (Dendy, 2012)

Le tube radiogène est composé d'une anode, d'une cathode elle-même composée d'un filament et d'une pièce de concentration, et d'une enveloppe protectrice. L'anode est ici tournante grâce à un rotor et à un stator.

L'ampoule de verre

L'anode et la cathode sont entourées d'une enveloppe de verre, sous vide. En effet, le vide est nécessaire au fonctionnement du tube radiogène car si des molécules d'air étaient présentes sur le trajet des électrons, ceux-ci pourraient ne plus interagir correctement avec la cathode, et la production de rayons X en serait réduite.

La gaine métallique plombée

Cette gaine comprend l'ensemble du tube et permet de mieux dissiper la chaleur, de protéger des rayons X, ainsi que d'assurer une protection mécanique et électrique.

La gaine est en partie ouverte pour laisser sortir les rayons X vers la cible à radiographier. La taille de cette ouverture est limitée par un diaphragme que l'opérateur peut utiliser pour régler l'ouverture et ainsi limiter les rayons diffusés, rayons que l'on cherche à éviter dans le cadre de la radioprotection.

Enfin, l'ouverture est complétée par un centreur lumineux, qui par l'utilisation d'un miroir semi transparent permet de visualiser sur l'objet l'ouverture du diaphragme et de centrer l'objet dans le faisceau de rayons X.

2. Le générateur haute tension

Pour fonctionner correctement, les différents éléments nécessitent une alimentation électrique particulière, fournie par le générateur haute tension.

a. Les circuits électriques

Le générateur se décompose en deux circuits électriques.

Un premier circuit électrique à haute tension permet d'obtenir la différence de potentiel suffisante entre l'anode et la cathode pour l'accélération des électrons.

Un deuxième circuit électrique à basse tension alimente le filament de la cathode en électricité pour la production du faisceau d'électrons.

Le générateur, via le panneau de commande, permet de contrôler l'intensité et le temps de chauffe du filament, ainsi que le temps et la puissance de la différence de potentiel appliquée entre l'anode et la cathode.

b. Le transformateur et le redresseur

Pour alimenter ces deux circuits électriques, le générateur est composé d'un transformateur et d'un redresseur.

Le transformateur permet d'augmenter la tension électrique délivrée par le fournisseur d'électricité sur une prise électrique classique, en passant de 220V à la haute tension désirée, soit de 40 jusqu'à 120kV ($1 \text{ kV} = 10^3 \text{V}$).

Le redresseur modifie les caractéristiques électriques du courant avant d'alimenter le tube radiogène. En effet, les électrons doivent aller de la cathode vers l'anode, donc il faut que l'anode soit polarisée positivement pour attirer les électrons. Cependant, le courant délivré classiquement étant un courant alternatif, l'anode est alternativement positive puis négative, ceci la moitié du temps.

En utilisant un pont de diodes, ne laissant passer le courant électrique que dans un sens, le caractère alternatif est corrigé, et l'anode est alors uniquement chargée positivement (Figure 9). Le redressement a donc pour effet de maintenir l'anode positive par rapport au filament, malgré l'utilisation d'un courant alternatif. Les électrons ne voyagent donc que du filament vers l'anode.

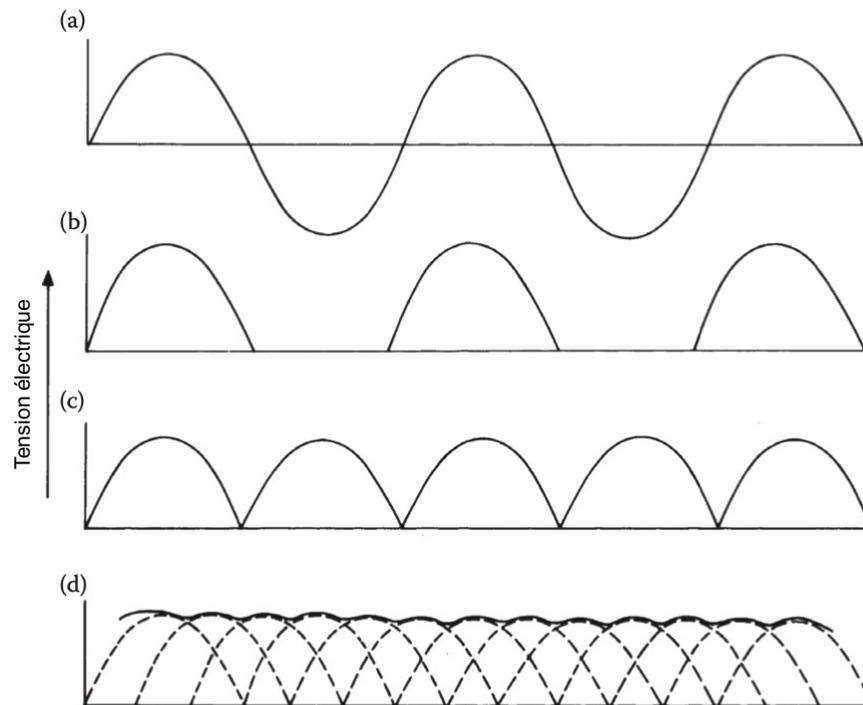


Figure 9 : Différentes ondes de tension électrique (Dendy, 2012)

L'onde électrique sur un courant alternatif classique est représentée en (a). Le redressement demi-onde (b) est obtenu grâce à un redresseur, mais les rayons X ne sont alors émis que la moitié du temps. Un redresseur double alternance (c) permet d'améliorer le rendement de production, même si le tube n'émet pas de rayons X en continu. Le passage à une alimentation triphasée (d) ou à un générateur haute fréquence permet de lisser les dernières variations.

Un dernier point ayant connu une amélioration récente concerne la fréquence du courant dans le circuit haute tension. Le courant alternatif ayant été redressé, la tension oscille toujours entre 0 et la tension maximale. Ceci entraîne une perte de rendement dans l'accélération des électrons et donc dans la qualité des rayons X émis. Ceci est d'autant plus vrai sur les générateurs monophasés que sur les triphasés, dont les 3 lignes électriques déphasés de 120° limitent ces oscillations de tension une fois le courant redressé.

Dans la perspective d'obtenir une tension plus constante, certains générateurs comportent en plus un générateur de hautes fréquences. L'oscillation est alors plus rapide, et une fois redressée, les creux de la forme d'onde de tension sont éliminés. Ceci entraîne une tension qui tend à être continue, à la valeur souhaitée. Finalement, après redressement du courant, les variations de tensions sont limitées et le rendement de production des rayons X est amélioré.

3. Le poste de commande

Le poste de commande permet de contrôler ce qui a été vu précédemment, à savoir la mise sous tension du générateur et les paramètres désirés de rayonnement, c'est-à-dire les constantes d'exposition que sont la tension, l'intensité et le temps de pose. Le déclenchement peut se faire par un bouton manuel ou par une pédale, qui démarre alors la mise en température du filament et la rotation de l'anode s'il y a, et qu'un second appui vient terminer par la prise du cliché radiographique.

III. Interactions des rayons X avec la matière

Nous avons vu comment sont produits les rayons X. Voyons à présent quels sont leurs effets sur la matière.

Il existe plusieurs réactions possibles entre un photon incident et un atome, telles que la diffusion cohérente, l'effet photoélectrique, l'effet Compton, la production de paires et la photodésintégration. Dans le cas de la radiographie, seuls les 3 premiers phénomènes nous intéressent.

A. Diffusion cohérente

Concernant la diffusion cohérente, ou diffusion de Rayleigh, nous avons vu que le rayon X peut être représenté dans le modèle ondulatoire comme la combinaison d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Le champ électrique d'un rayon X approchant un atome peut déformer le nuage d'électrons de l'atome, qui entrent en oscillation par rapport au noyau, et vont alors émettre un rayon X pour se stabiliser (Figure 10). Ce rayon émis possède la même énergie et la même longueur d'onde, mais une direction différente du rayon incident.

Cette réaction se produit avec environ 5% des rayons X incidents, n'est pas utile en radiographie voire est contre-productive, car il va y avoir dégradation de la qualité du cliché, voire rayonnement vers l'opérateur et donc augmentation du risque d'exposition du personnel.

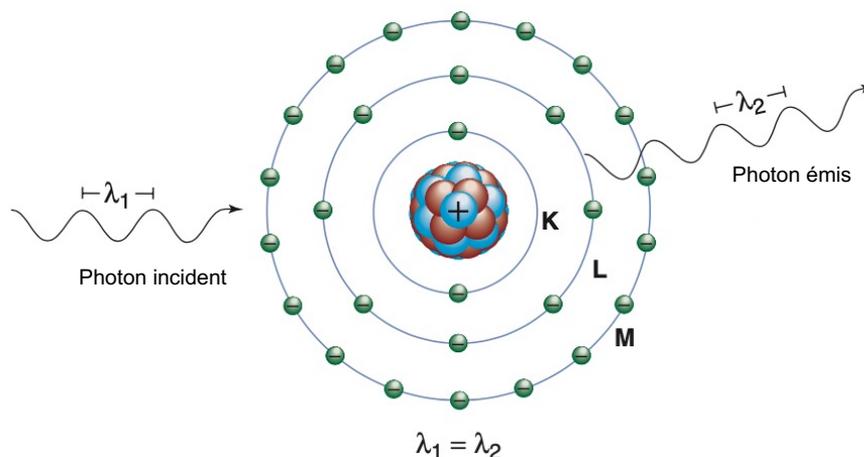


Figure 10 : Diffusion cohérente, ou diffusion de Rayleigh (Bushberg, 2012)

Le photon incident possède une longueur d'onde λ_1 et interagit avec l'atome. Le photon émis possède la même longueur d'onde et donc la même énergie, mais une direction légèrement différente, généralement assez proche de la direction du photon incident. K, L et M représentent les couches électroniques de l'atome.

B. Effet photoélectrique

L'effet photoélectrique est l'effet le plus important concernant la production de l'image radiographique. Il a lieu principalement lorsque des rayons X de faible énergie (<70kV) rencontrent un électron de la couche électronique la plus proche du noyau d'un atome (Figure 11). Le rayon X entre en collision avec l'électron, et lui transfère toute son énergie. Le rayon X disparaît, est absorbé. Son énergie est entièrement transformée en énergie cinétique qui éjecte l'électron. Ceci produit un photoélectron, qui peut conduire à des ionisations ultérieures, et potentiellement être absorbé par le milieu.

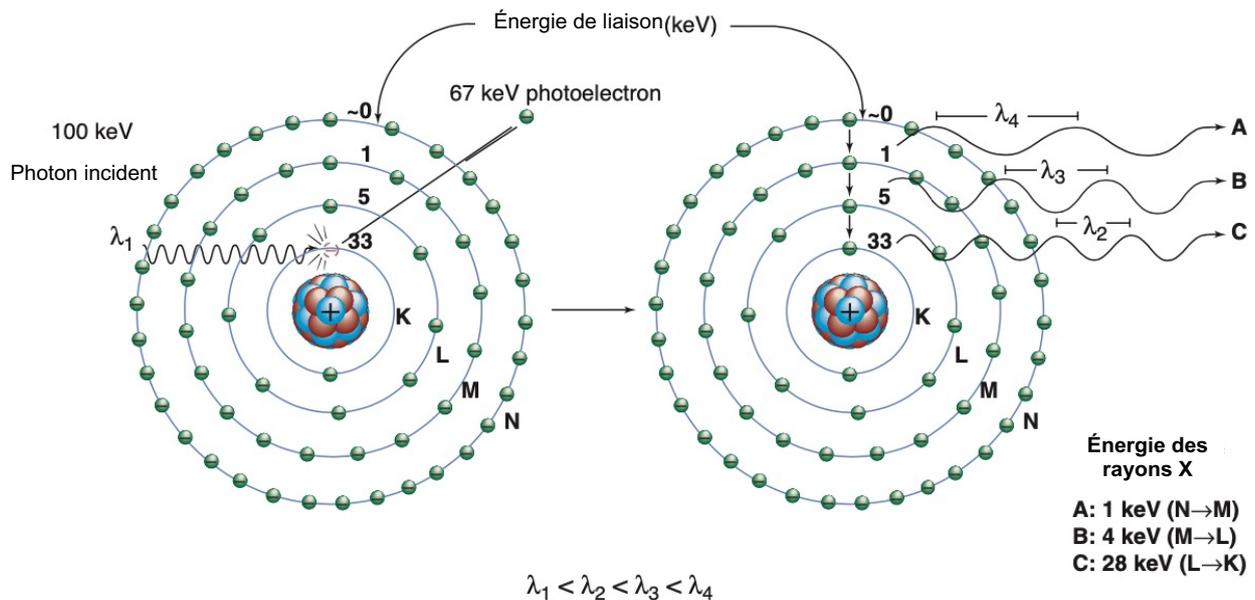


Figure 11 : L'effet photoélectrique (Bushberg, 2012)

Un photon incident arrive sur un atome d'iode avec une énergie de 100keV et percute l'électron de la couche K. L'énergie de liaison de la couche K étant pour cet élément de 33keV, l'électron est éjecté avec une énergie cinétique correspondant à la différence entre l'énergie cinétique initiale et son énergie de liaison, soit 67 keV. La place laissée vacante est remplie par un électron de la couche L. Celui-ci ayant une énergie de liaison de 5 keV, le rayon émis a une énergie correspondant à la différence, soit 28 keV. Ainsi de suite avec les couches suivantes, tout en conservant au total l'énergie initiale de 100keV, correspondant à la somme de l'énergie cinétique de l'électron éjecté, et de tous les rayons X produits. L'énergie des rayons X est ainsi de plus en plus faible à mesure qu'on passe aux couches plus externes. En cela, l'effet photoélectrique est une forme d'absorption des rayons X par la matière, ce qui sera primordial pour la formation du cliché radiographique.

La lacune entraînée dans la couche électronique est comblée par des électrons des couches plus externes, qui à chaque changement de couche successifs émettent à leurs tours des rayonnements X de longueur d'onde de plus en plus élevées, et donc de plus faible énergie.

La fréquence d'apparition de l'effet photoélectrique est inversement proportionnelle au cube de l'énergie du photon incident, et proportionnelle au cube du numéro atomique de l'atome concerné. Ceci explique pourquoi l'iode ($Z=53$) et le plomb ($Z=82$) arrêtent plus aisément les rayons X via l'effet photoélectrique, que ne le font les atomes d'hydrogène ($Z=1$), d'oxygène ($Z=8$) et de carbone ($Z=6$) composant la matière organique, ayant des numéros atomiques relativement faibles.

Le fait que la fréquence d'apparition de l'effet photoélectrique soit proportionnelle au cube du numéro atomique de l'atome concerné est primordiale dans l'utilisation des rayons X en imagerie. En effet, la relation de puissance 3 amplifie grandement les variations d'absorption selon la composition, entre les tissus adipeux, les tissus mous ou encore les os et le métal. Sans ce lien au cube, la différence d'absorption des rayons X serait trop faible pour avoir un contraste suffisant et donc un cliché interprétable en imagerie médicale.

Les rayons X produits dans la matière organique, faiblement énergétiques, sont absorbés localement, où ils peuvent contribuer à la dose absorbée par le patient radiographié, ou par l'opérateur. Par ce mécanisme, le rayonnement X est un rayonnement ionisant.

La densité et l'épaisseur du matériel rencontré par le faisceau de rayons X augmentent également la probabilité d'interaction par effet photoélectrique.

Finalement, le rayon X incident est absorbé et ne traverse pas le patient, ce qui atténue l'exposition du capteur situé sous l'objet radiographié, et participe ainsi à la formation de l'image radiographique.

C. Effet Compton

L'effet Compton, ou diffusion Compton, résulte de l'interaction entre le photon d'un rayon X incident de forte énergie ($>100\text{kV}$) avec un électron de la couche électronique externe d'un atome (Figure 12). Cet électron est alors expulsé du nuage électronique avec une faible énergie cinétique, il est appelé électron de Compton ou électron de recul. L'atome est alors ionisé, le rayon X est donc également ionisant par ce deuxième effet.

L'essentiel de l'énergie du rayon X incident est transformé en un rayon X diffusé, de direction aléatoire, et d'énergie légèrement plus faible. Les rayonnements diffusés produits lors de la réalisation d'un cliché radiographique ont en très grande majorité pour origine l'effet Compton. Ceci est préjudiciable pour la santé des opérateurs, qui doivent se protéger via les règles de radioprotection. De plus, le rayonnement diffusé aléatoirement reste suffisamment énergétique pour influencer le détecteur radiographique, et entraîner un flou sur l'image.

La probabilité d'apparition de l'effet Compton est proportionnelle à la densité et à l'épaisseur du milieu traversé. Elle est en revanche indépendante du numéro atomique de l'atome concerné, ce qui est un inconvénient en imagerie radiographique puisque

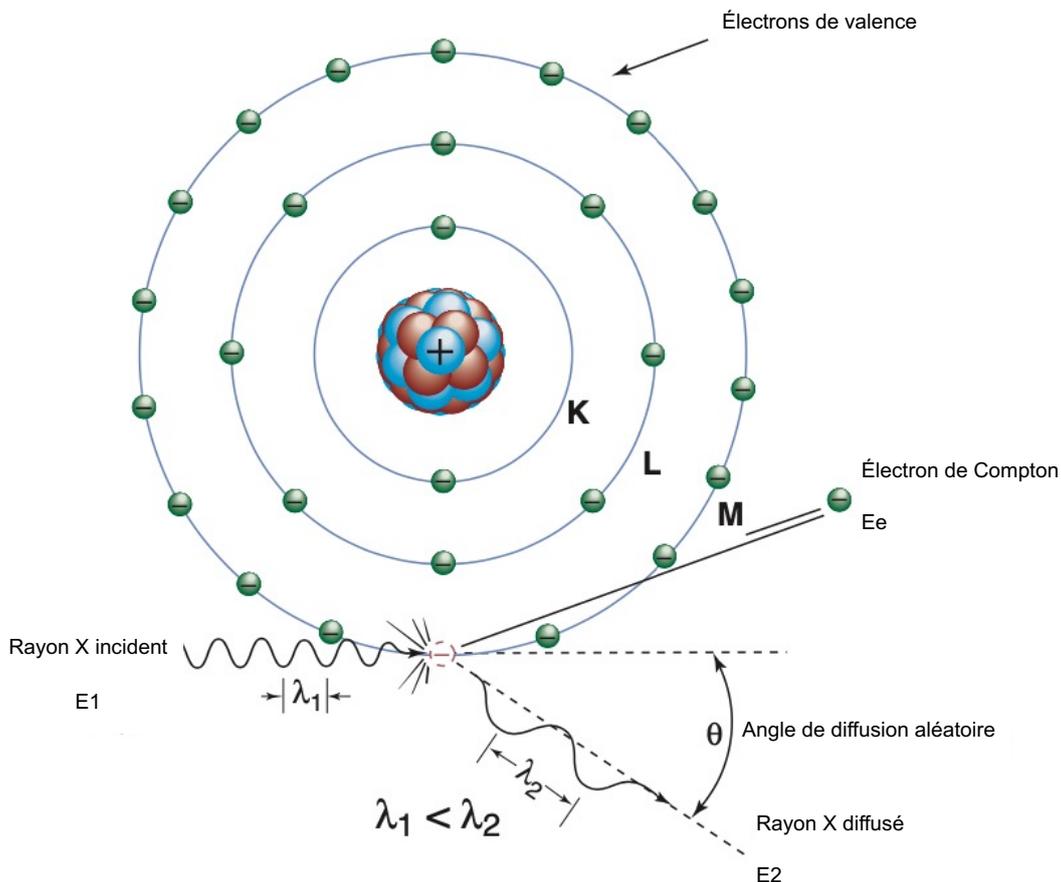


Figure 12 : L'effet Compton (Bushberg, 2012)

Un photon incident d'énergie E_1 et de longueur d'onde λ_1 percute un électron de la couche la plus externe. Ce dernier est éjecté sous forme d'électron de Compton. Un rayon X diffusé est produit avec une énergie E_2 et selon un angle θ par rapport à la direction du photon incident. L'énergie se conservant, l'énergie E_1 du photon incident est égale à la somme de l'énergie E_2 du photon diffusé et de l'énergie cinétique E_e de l'électron de Compton, ces deux dernières valeurs pouvant prendre une infinité de combinaisons possibles tant que leur somme vaut E_1 . K, L et M sont les couches d'électrons.

l'absorption différentielle entre deux milieux différents sera quasi nulle. Le contraste sera alors réduit, et le cliché radiographique sera moins facilement interprétable. Au contraire de l'effet photoélectrique dont l'absorption différentielle est importante et permet d'obtenir un contraste satisfaisant pour l'interprétation.

IV. Formation d'une image radiographique

Nous avons vu comment les rayons X sont formés, et interagissent avec la matière. Voyons à présent comment cela peut être utilisé en radiographie.

A. Principe d'atténuation

Les rayons X, en traversant l'objet à radiographier, subissent des interactions avec la matière qu'ils rencontrent et sont plus ou moins atténués. Du fait des différences de densité, d'épaisseur et de numéro atomique des éléments rencontrés, le faisceau de rayons X jusqu'alors homogène, devient hétérogène et forme l'image de rayonnement ou image radiante (Figure 13).

Ce faisceau est alors utilisé pour noircir un film radiographique dans le cas d'une radiographie conventionnelle, ou détecté par une cassette numérique ou un capteur-plan dans le cas d'un appareil numérique

Plus la densité du matériau est importante, ou l'épaisseur importante, ou les numéros atomiques importants, plus l'atténuation sera importante, et le noircissement sera faible. Il est ainsi défini 5 niveaux d'atténuation, le plus atténué étant l'opacité métallique, donc très claire ; l'opacité osseuse ou minérale ; l'opacité liquidienne ou tissulaire (tissus mous), puis l'opacité graisseuse. Enfin, l'opacité gazeuse (air) correspond à la plus faible atténuation et donc à une couleur très foncée, voire noire.

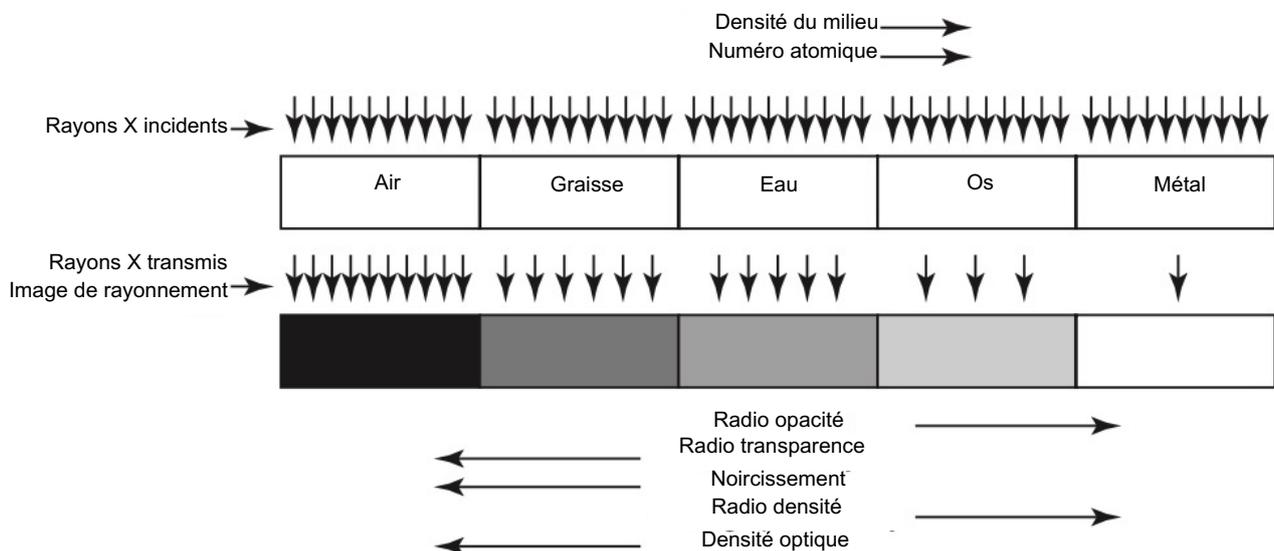


Figure 13 : Rayons X, image de rayonnement et radio-opacité (Thrall, 2013)

Un faisceau uniforme de rayons X est dirigé vers des épaisseurs identiques de métal, os, eau, graisse et d'air. La densité du milieu et le numéro atomique moyen est croissant de l'air vers le métal. Comme nous l'avons vu précédemment, l'absorption des rayons X via effet photoélectrique augmente avec le cube du numéro atomique. Le métal absorbe alors bien plus de rayons que les autres milieux. Le nombre de rayons transmis est donc nettement diminué, et le noircissement de la plaque radiographique dû aux rayons X sera donc bien moindre. Inversement pour l'air, où la quasi-totalité des rayons X traversent le milieu, ce qui noircit la plaque. On parle alors de radio opacité du métal, et radio transparence de l'air, en lien avec le noircissement. Les termes de radio densité et densité optique sont peu utilisés car ambigus, entre densité optique, densité de rayons X transmis, et quantité du noircissement.

B. Réglages nécessaires pour une image de qualité

L'image de rayonnement est obtenue après modification du faisceau de rayons X lors de son passage à travers l'objet radiographié. Les constantes sélectionnées au poste de commande et contrôlant l'émission des rayons X influent sur la qualité de l'image radiographique.

1. L'intensité et le temps d'exposition

L'intensité électrique en milliampère (mA) instaurée aux bornes du filament de la cathode augmente le nombre d'électrons produisant des rayons X. Plus l'intensité augmente, plus il y a d'électrons libérés, plus il y a de rayons X produits, plus le film radiographique est atteint par un grand nombre de rayons X et plus il est noirci.

Le temps d'exposition ou temps de pose, en seconde (s), détermine la durée pendant laquelle le filament est chauffé, et la tension appliquée entre l'anode et la cathode. Plus ce temps est long, plus il y a d'électrons autour du filament pour une même intensité donnée. Plus ce temps est court, moins il y a de risque de flou dû au mouvement du sujet par rapport à la plaque radiographique.

Ces deux unités influençant la quantité d'électrons, elles sont regroupées sous le terme de milliampère-seconde (mAs), correspondant au produit des deux unités :

$$mAs = mA \times s$$

Une même valeur de mAs peut être obtenue avec différentes combinaisons d'intensité et de durée. Sur le poste de commande, l'opérateur ne sélectionne généralement que le produit final, en mAs.

Les mAs représentent donc la densité radiographique, et la netteté du cliché.

2. La tension

La tension, exprimée en kilovolt kV, est la différence de potentiel appliquée entre l'anode et la cathode. Ceci influe sur l'accélération des électrons vers l'anode, et donc sur l'énergie des rayons X produits. Nous avons vu précédemment que plus la tension était faible, moins les rayons X étaient énergétiques, et plus il y avait de chance d'avoir un effet photoélectrique plutôt qu'un effet Compton au moment où le rayon traverse le sujet. L'effet photoélectrique étant lié au numéro atomique de l'atome rencontré, le rayon est plus susceptible d'être atténué selon le milieu rencontré, et donc d'apporter plus de contraste à l'image radiographique. La tension influe donc sur le degré de noircissement de la plaque ainsi que sur le contraste obtenu.

3. Relation entre les constantes et l'image radiographique

a. Le noircissement

L'objectif recherché en radiographie est d'abord le noircissement de l'image. Pour ce faire, on peut utiliser les kV et les mAs.

En augmentant les kV, à mAs identiques, on augmente le noircissement. Doubler le noircissement se fait en augmentant les kV de 10%.

En augmentant les mAs, à kV identiques, on augmente le noircissement. La relation est ici proportionnelle : doubler les mAs entraîne un noircissement deux fois plus important.

b. Le contraste

Le deuxième paramètre recherché en radiographie est le contraste, qui permet de différencier les organes entre eux (Figure 14). Lorsque le noircissement est convenable mais que le contraste est trop important, constitué d'éléments très clairs et très foncés, il faut augmenter les kV et diminuer les mAs selon la relation : $kV+10\%=mAs/2$. Ceci découle des deux relations vues précédemment, et du fait que la tension est liée au contraste et au noircissement, alors que l'intensité n'est pas liée au contraste.

$$\text{Diminuer le contraste à noircissement identique : } kV \times 1,1 = \frac{mAs}{2}$$

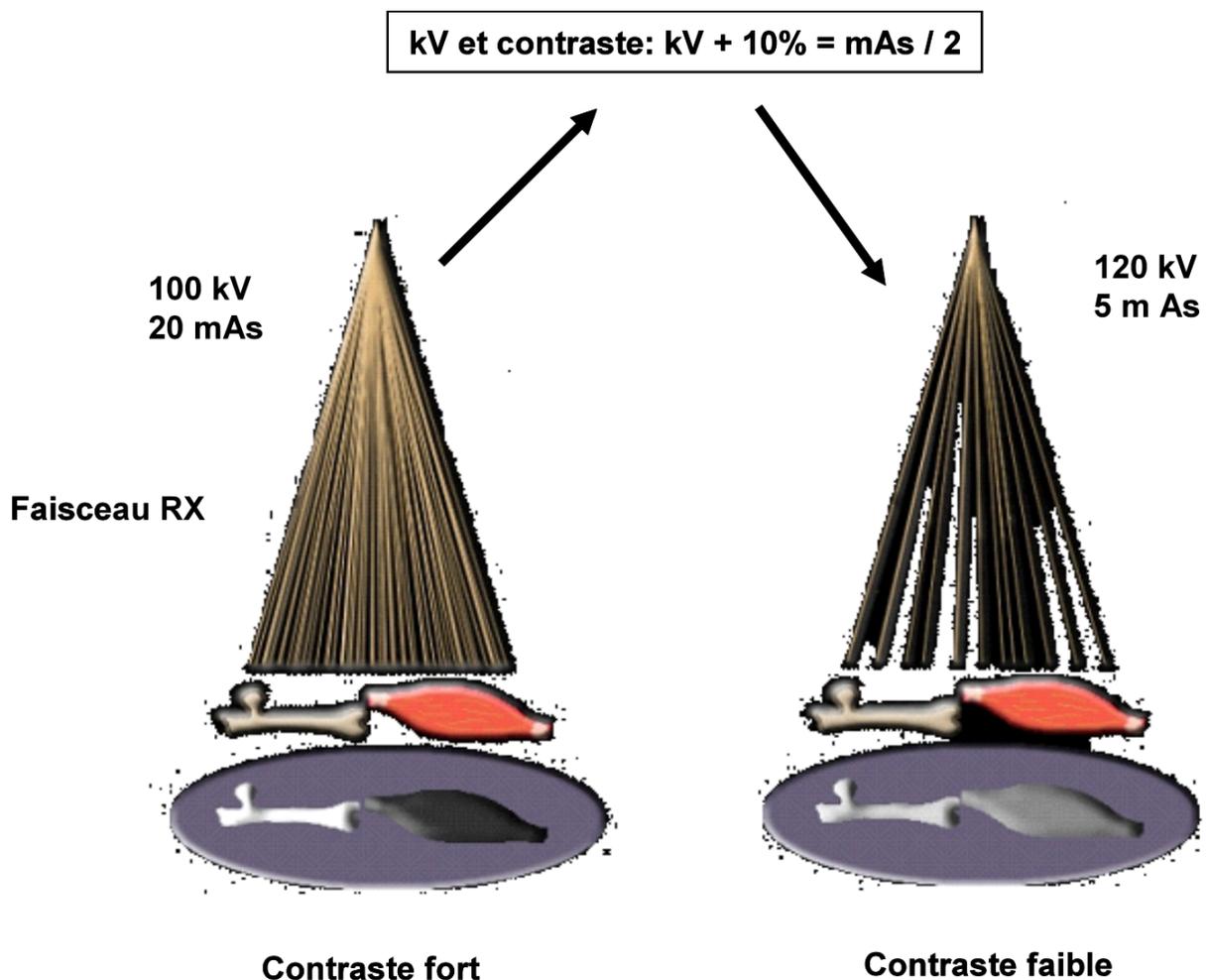


Figure 14 : Relation entre les kV et le contraste (Conchou, 2016)

En modifiant les kV de 100 à 120 et les mAs de 20 à 5, il y a moins d'électrons produits à la cathode, mais ils sont plus accélérés vers l'anode. Il en résulte un nombre plus faible de rayons X plus énergétiques, qui traversent plus facilement l'os et le muscle, ce qui diminue le contraste.

C. Rayonnement diffusé et grille antidiffusante

Le rayonnement diffusé, principalement produit par l'effet Compton, est un danger pour l'opérateur. Il est également une source de perte de qualité pour l'image radiographique. Ces rayons doivent donc être évités au maximum.

Ce rayonnement est d'autant plus important que l'épaisseur radiographiée est élevée, et que l'ouverture du diaphragme de l'appareil à rayons X est grande. Les rayons diffusés apparaissant avec l'effet Compton, c'est principalement avec une tension élevée et des rayons X énergétiques que la diffusion a lieu.

Pour limiter ces rayons, le respect de la radioprotection est essentiel pour protéger l'opérateur. Concernant la qualité de l'image radiographique, une grille antidiffusante permet de limiter les rayons diffusés arrivant autrement que dans la direction du faisceau primaire (Figure 15).

La grille antidiffusante est placée entre le patient et le capteur à rayons X. Elle est composée de lames de plombs espacées. Ces lames de plomb arrêtent les rayons diffusés venant en oblique par rapport à la grille, et les espaces entre les lames laissent passer la majorité des rayons utiles, non déviés. Les lames de plombs peuvent être parallèles ou obliques, la grille est alors dite focalisée. Dans ce cas, les lames sont orientées par rapport au point focal du faisceau de rayons X, l'anode, et nécessitent donc d'être placées à la bonne distance par rapport à celle-ci. Les caractéristiques de la grille correspondent entre autres à la hauteur et à l'épaisseur des lames de plomb, ainsi qu'à l'espacement entre deux lames. Les lames étant visibles sur l'image, un mouvement est donné à la grille au moment de la prise du cliché pour atténuer la visibilité des lames via le flou cinétique, c'est le système Bucky.

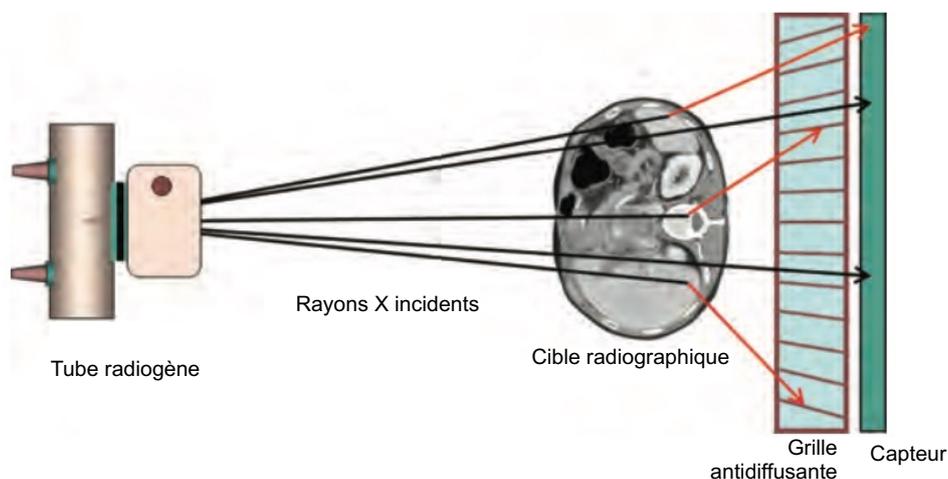


Figure 15 : Grille antidiffusante à lames focalisées (Bushberg, 2012)

Les photons diffusés (flèche orange) sont orientés plus obliquement que les photons du faisceau primaire (flèche noire). Il y a une plus grande probabilité qu'ils heurtent une lame de la grille que les photons primaires, et donc qu'ils soient absorbés. La grille permet ainsi à la majeure partie du rayonnement primaire d'atteindre le capteur, et empêche la majeure partie du rayonnement diffusé de l'atteindre.

Enfin, la grille arrêtant une partie des rayons utiles à l'image radiographique, il sera nécessaire d'utiliser une intensité légèrement plus forte et donc d'augmenter les mAs pour une même qualité d'image. Cependant, le rayonnement diffusé est faible avec les structures fines comme les extrémités des membres, il n'est donc pas nécessaire d'utiliser la grille antidiffusante pour les structures faiblement épaisses.

V. Lecture de l'image radiographique

La lecture de l'image radiographique peut se faire sur un film radiographique avec la radiographie standard, ou sur un écran informatique avec la radiographie numérique (Figure 16).

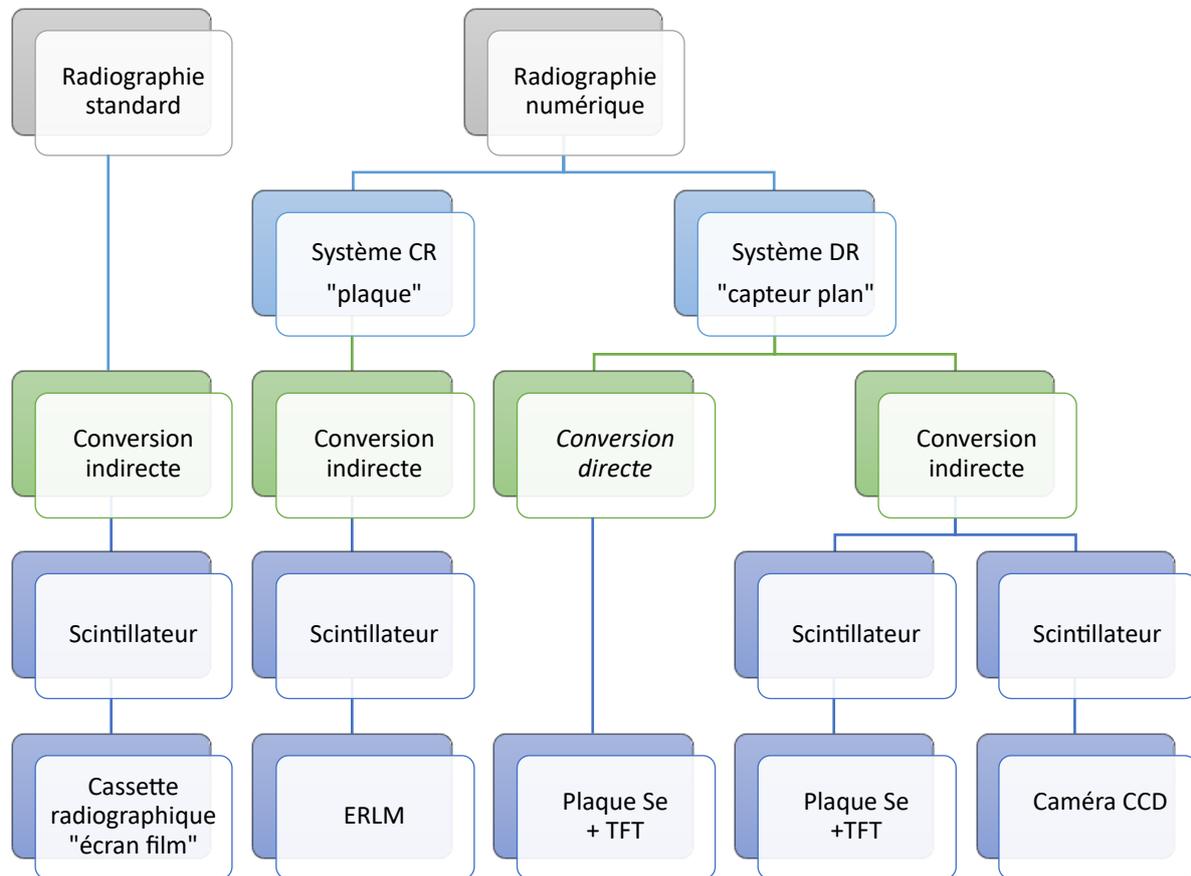


Figure 16 : Différents systèmes de radiographie

La radiographie standard et la radiographie numérique ont pour grande différence le support de lecture de l'image radiographique : un film radiographique ou un écran informatique. Dans le système numérique, la première variable est l'utilisation d'une plaque amovible et manipulable pour le système CR, ou d'un capteur plan fixe dans le système DR. Enfin, dans le système DR, la conversion des rayons X en signal numérique peut être directe, ou indirecte s'il y a utilisation d'un scintillateur qui convertit d'abord les rayons X en rayons lumineux, ensuite convertis en signal numérique. On retrouve la conversion indirecte dans le système CR ainsi que dans la radiographie standard.

A. Radiographie standard et numérique

1. Radiographie standard

La radiographie standard, ou conventionnelle, est basée sur un film radiographique. Celui-ci est peu sensible aux rayons X mais sensible à la lumière visible. Les rayons X sont donc préalablement transformés en rayons lumineux par 2 écrans renforceurs présents de part et d'autre du film radiographique. Ces 3 éléments sont placés à l'intérieur d'une protection étanche à la lumière, le tout formant la cassette radiographique.

L'image de rayonnement est ainsi figée sur le film radiographique, ce qui constitue l'image latente. Des réactions chimiques dans des bains successifs sont nécessaires pour transformer l'image latente en image radiographique visible.

Les films radiographiques et la radiographie standard sont aujourd'hui très peu utilisés. Ils restent présents dans quelques rares structures vétérinaires.

2. Radiographie numérique

a. Principe général

La radiographie numérique reprend le même principe que la radiographie standard, modèle historique apparu en premier, et diffère de cette dernière à partir de la détection de l'image de rayonnement. La réception de l'image de rayonnement a ici pour finalité la lecture de l'image radiographique sur un support numérique, et non plus un support physique comme l'était le film radiographique.

Il existe plusieurs systèmes de radiographie numérique. L'obtention de l'image radiographique se fait selon la même succession d'étapes, la variation entre les différents systèmes n'étant qu'au niveau des caractéristiques des détecteurs spécifiques du système numérique.

Les étapes permettant l'obtention de l'image sont les suivantes (Figure 17) :

L'image de rayonnement étant constituée par le faisceau de rayons X atténués, on dit qu'elle a une réalité physique, son signal est dit analogique.

Par le biais du détecteur spécifique du système numérique, ce signal analogique est transformé en signal numérique.

Ce signal numérique, de type informatique, est alors traité pour en améliorer la qualité et permettre son interprétation médicale.

Le fichier numérique correspondant à l'image radiographique, sous forme de signal numérique, est ensuite retransformé en signal analogique pour permettre sa visualisation sur un écran d'interprétation.



Figure 17 : Étapes d'obtention de l'image radiographique en imagerie numérique

L'imagerie numérique, ce que soit pour le système CR ou pour le système DR, et quelle que soit la modalité de conversion du signal (directe ou indirecte), nécessite un changement de type de signal. Le signal initialement analogique et porté par les rayons X transmis est converti par le détecteur en signal numérique. C'est à cette étape que la conversion peut être directe ou indirecte (comme vu Figure 16, et à voir en détails Figure 18). Une fois acquis, ce signal numérique peut être traité informatiquement, et stocké dans un ordinateur. La visualisation de l'image radiographique, toujours sous forme de signal numérique, nécessite une étape supplémentaire de conversion en un signal analogique pour pouvoir être affichée sur un écran informatique.

Le stockage et l'interprétation de l'image radiographique est ainsi bien plus simple, de même que le partage à d'autres postes informatiques, et la lecture d'anciens clichés. L'imagerie numérique permet finalement d'avoir un cliché de meilleure qualité, que le praticien peut mieux exploiter qu'une radiographie standard, en modifiant la luminosité, le contraste, et réalisant des mesures. De plus, le temps de développement est nettement réduit, et son utilisation est grandement facilité par rapport à la radiographie standard.

Les différents systèmes de radiographie numérique varient selon le détecteur utilisé. Il existe deux grandes catégories de fonctionnement :

Le premier, appelé système de radiographie computerisée et abrégé CR pour *Computed Radiography*, utilise l'intermédiaire d'une plaque, à l'image de la radiographie standard. Cette plaque est un écran radio-luminescent à mémoire (ERLM).

Le deuxième système, dit radiographie numérisée, abrégée DR pour *Digital Radiography* n'utilise pas de plaque intermédiaire, et se base sur l'utilisation de photodiodes et de transistors, ou bien de caméras CCD. Il existe une conversion directe ou indirecte, selon si l'image radiographique est obtenue via un scintillateur ou non.

b. Radiographie Computerisée, CR

Ce système se base sur l'utilisation d'une plaque qui sert de support à l'image latente, intermédiaire entre l'image de rayonnement et l'image radiographique. Cette plaque doit être manipulée par l'opérateur, contrairement au système DR.

Lorsque les rayons X rencontrent la plaque, ils réagissent avec un scintillateur à mémoire. Ce dernier est composé de fluoro-halogénure de baryum et d'Europium.

Le fonctionnement de la plaque se déroule selon 3 étapes :

La première étape est l'exposition de la plaque aux rayons X, et entraîne la réaction d'ionisation des atomes d'Europium en ions métastables. Ceci forme l'image latente.

La lecture de la plaque a lieu dans une développeuse, dans laquelle l'opérateur doit introduire la plaque. Un faisceau laser infrarouge balaye la plaque, ce qui rompt l'équilibre métastable des ions d'Europium. L'énergie stockée durant l'exposition est ainsi libérée sous forme de lumière visible qui est captée et convertie en signal électrique analogique par un tube photomultiplicateur. Le signal électrique analogique est ensuite amplifié et converti en signal numérique par un amplificateur. Le signal numérique est alors enregistré sur l'ordinateur. A chaque zone de l'image latente correspond ainsi un pixel, qui ensemble forment l'image radiographique.

La dernière étape est l'effacement de la cassette par une lumière intense ramenant la plaque à l'état initial. La cassette est ainsi réutilisable, théoriquement indéfiniment.

La radiographie computerisée est donc une méthode indirecte d'obtention de l'image au vu de la transformation du rayonnement X en rayonnement lumineux, puis sa conversion en signal numérique. De plus, cette technique demande la manipulation d'une cassette et nécessite l'utilisation d'une développeuse, scanner digital adapté à

la lecture de la cassette radiographique. L'obtention de l'image radiographique se fait en quelques minutes.

Ce système CR est le plus ancien des systèmes numériques. Il est aujourd'hui possible de se dispenser de cassette et d'une développeuse grâce au système DR, qui peut être à conversion directe ou indirecte comme le système CR.

c. Radiographie numérisée, DR

Le système de radiographie numérisée DR permet d'obtenir directement l'image radiographique sur un écran d'ordinateur, sans manipulation de cassette, et en un temps relativement court, de l'ordre de quelques secondes. Il est généralement appelé capteur plan. Il existe deux catégories de fonctionnement. Si les rayons X sont d'abord convertis en rayons lumineux puis en signal électrique, c'est une conversion indirecte, comme le système CR. Si les rayons X sont directement convertis en signal électrique, c'est une conversion directe (Figure 18).

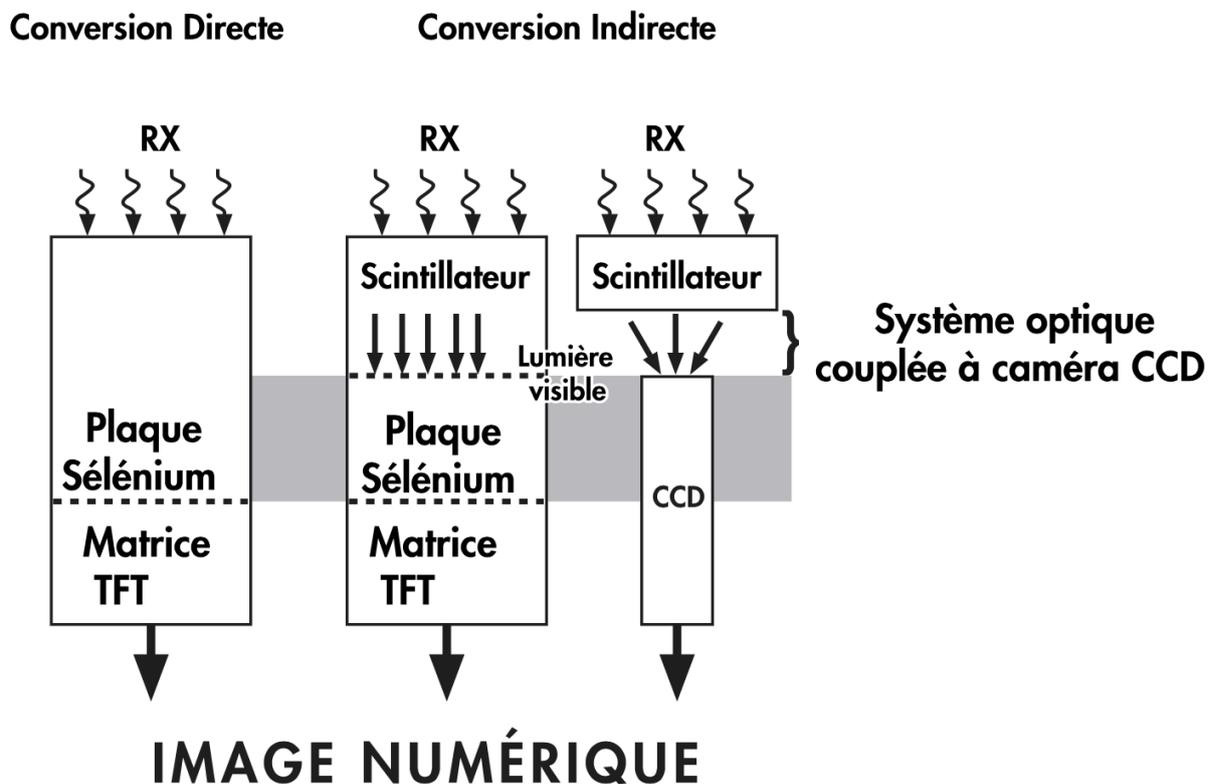


Figure 18 : Principe général de la radiographie DR (Conchou., 2010)

La radiographie DR n'utilise pas de plaque manipulable, et ne nécessite pas forcément la conversion des rayons X en rayons lumineux contrairement aux autres systèmes. Le signal analogique de rayons X incidents peut directement être converti en signal numérique par une plaque de sélénium associée à des photodiodes et des transistors (matrice TFT). Un scintillateur peut également être utilisé comme dans les autres systèmes, qui convertit d'abord le signal analogique des rayons X en lumière visible, toujours sous forme de signal analogique. Une deuxième conversion est effectuée par une caméra CCD ou une plaque de sélénium associée à des photodiodes et des transistors, qui convertissent les rayons lumineux analogiques en signal numérique. Dans ce cas, le passage de signal analogique (rayons X) à signal numérique a été effectué selon une étape supplémentaire (conversion en rayons lumineux), d'où le terme de conversion indirecte.

La radiographie numérisée DR à conversion indirecte utilise d'abord un scintillateur au césium pour convertir les rayons X en rayons lumineux. Une fois les rayons lumineux produits, ils sont convertis en signal électrique de deux façons possibles :

Par des caméras CCD (charges coupled devices), via un coupleur optique entre le scintillateur et la caméra.

Par une matrice de photodiodes lues par des transistors à effet de champ (TFT, Thin Films Transistors), déposés sur une plaque de photoconducteur en sélénium amorphe, élément photoconducteur.

La radiographie numérisée DR à conversion directe ne nécessite pas de conversion du faisceau de rayons X en rayons lumineux. Les rayons X sont directement transformés en signal électrique grâce à du sélénium amorphe, élément photoconducteur comme précédemment. Ce dernier absorbe les rayons X, ce qui crée des charges électriques. Des électrodes collectrices de charges recueillent ces dernières, les stockent dans des condensateurs et les transmettent à une matrice de transistors à effet de champs TFT sous l'effet d'un signal de commande. Les signaux sortant des TFT sont ensuite amplifiés et transmis à des unités informatiques, qui traitent le signal et construisent l'image radiographique.

B. Outils numériques

Un des avantages de la radiographie numérique sur la radiographie standard est la possibilité de transférer les images radiographiques entre les postes informatiques.

Au moment du déploiement de la radiographie numérique, plusieurs constructeurs se faisant concurrence dans ce nouveau domaine, il a été décidé de créer un type de fichier informatique qui devrait être compatible entre tous ces constructeurs, afin d'éviter les difficultés de communications entre médecins et imageurs n'ayant pas les mêmes fabricants.

Ce type de fichier est créé en 1985, ainsi que le protocole de transmission des données qui va avec. Ce format est nommé DICOM pour « *Digital Imaging and Communications in Medicine* ».

Les images d'un même patient peuvent ainsi être stockées dans un dossier et être lues même si elles ne proviennent pas toutes d'un même appareil. Ce format s'applique aussi bien à la radiographie, qu'à l'échographique, scanner, et IRM.

VI. Radioprotection

La loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, article 1, définit la radioprotection (Legifrance) :

« La radioprotection est la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement. »

A. Effets biologiques des rayonnements

Des effets biologiques peuvent apparaître après exposition d'un individu à des rayonnements X. Ces effets peuvent être directs, par exemple par action directement sur les cellules ou l'ADN, ou ils peuvent être indirects, en réagissant avec des molécules d'eau et créant des radicaux libres, qui interagissent ensuite avec l'ADN. Les effets varient selon la nature du rayonnement, la dose, le tissu irradié, ainsi qu'avec l'environnement cellulaire.

Les rayonnements ionisants peuvent agir selon deux modalités : effets déterministes et effets stochastiques.

Les effets déterministes, aussi appelés effets obligatoires, entraînent des brûlures et provoquent la mort des cellules, et peuvent aller jusqu'à des nécroses. Ils surviennent lorsque la dose reçue dépasse un certain seuil. Il y a donc une relation dose-effet, et l'existence d'un seuil d'apparition. La gravité des conséquences est généralement proportionnelle à la dose reçue, à l'image d'une brûlure avec un objet plus ou moins chaud. Ces effets sont spécifiques et précoces.

Les effets stochastiques, aussi appelés effets aléatoires ou probabilistes, ne dépendent pas de la dose reçue, et sont liés à des mutations pouvant entraîner des cancers entre autres. La relation est ici une relation dose-fréquence. On considère qu'il n'y a pas de dose seuil et que la gravité est indépendante de la dose. Enfin, ils sont non spécifiques, souvent tardifs et peuvent ne pas se produire.

B. Unités de mesure

Il existe plusieurs unités en radioprotection. La dose absorbée, la dose équivalente et la dose efficace.

La dose absorbée D est la seule grandeur mesurée, en Gray (Gy, en $J.kg^{-1}$), et correspond à la quantité d'énergie de radiation ionisante reçue par unité de masse. Des expositions à une même dose absorbée ne présentent cependant pas le même risque car ils dépendent de la nature du rayonnement et de l'organe irradié. La dose absorbée n'est donc pas suffisante pour évaluer l'effet biologique de l'exposition.

La dose équivalente H a donc été mise en place en corrigeant la dose absorbée par une pondération radiologique, qui dépend du type de rayonnement. Elle quantifie les effets déterministes et s'exprime en Sievert (Sv).

La dose efficace E pondère enfin la dose équivalente selon le tissu organique concerné. Elle quantifie ainsi les effets aléatoires. Son unité est aussi le Sievert.

C. Différents faisceaux

Il existe plusieurs faisceaux de rayons X, présentés figure 19.

Le faisceau primaire est celui sortant du tube à rayons X et se dirigeant vers la cible à radiographier.

Le faisceau transmis correspond à la partie du faisceau primaire ayant traversé la cible et la plaque radiographique.

Le faisceau diffusé est la partie du faisceau primaire ayant été réfléchi par la cible ou par la plaque radiographique.

Le faisceau inutile est la partie des rayons X produits et qui ont été piégés dans l'enveloppe de protection du tube radiogène.

Enfin, la fuite de gaine correspond aux rayons X ayant été produits et non retenus par les enveloppes protectrices du tube radiogène, et qui ne sont pas non plus sortis dans le faisceau primaire. C'est un défaut d'étanchéité du tube radiogène.

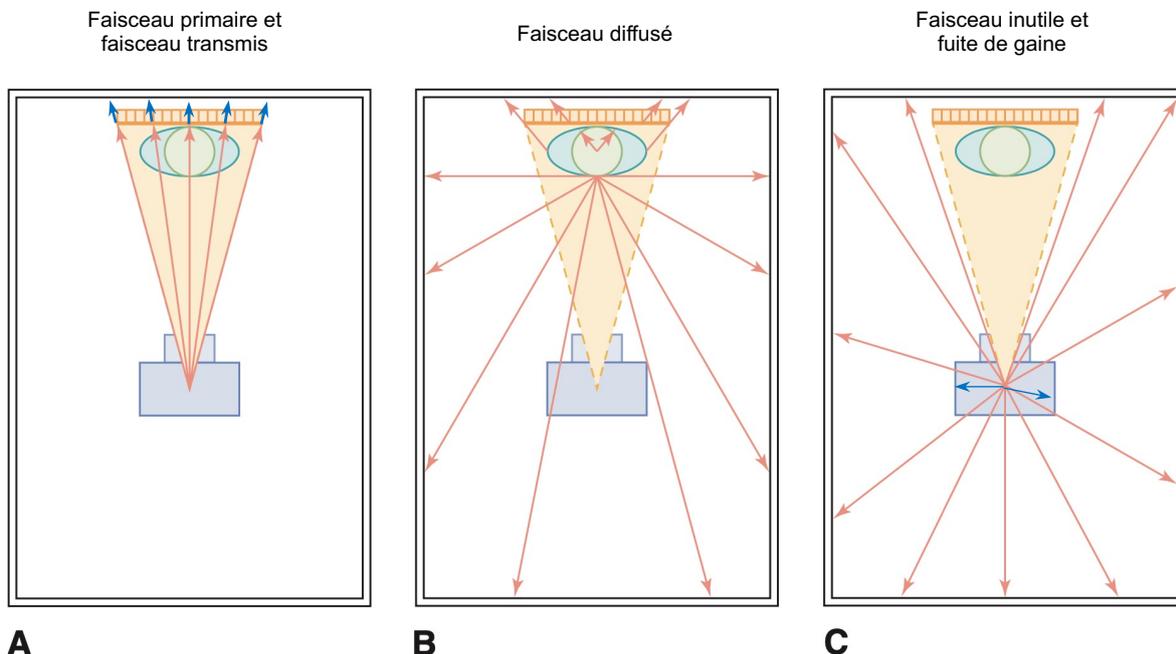


Figure 19 : Nomenclature des faisceaux de rayons X (Bushberg, 2012)

- A : Le faisceau primaire (flèches oranges) est orienté vers la cible (rond vert) à radiographier, et traverse la plaque radiographique puis constitue le faisceau transmis (flèches bleues)
B : Le faisceau diffusé correspond aux rayons X réfléchis sur la cible (flèches oranges)
C : Le faisceau inutile est retenu par l'enveloppe métallique plombée (flèches bleues), certains rayons X ne sont pas retenus et constituent la fuite de gaine (flèches oranges)

D. Les principes de la radioprotection

La radioprotection suit le principe de précaution généralement appelé « ALARA » : « *As Low As Reasonably Achievable* », soit en français 'aussi faible que raisonnablement possible'. Ceci passe par trois principes :

Justifier : utiliser les rayons X uniquement si l'on peut justifier leurs bénéfices, rapportés aux risques liés à leurs effets sur les personnes qui y sont soumis. Ceci peut être l'obtention d'informations nécessaires au diagnostic, et passe également par la justification de tout cliché supplémentaire.

Optimiser : maintenir au plus faible niveau possible l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants. Autrement dit tout mettre en œuvre pour que le premier cliché soit optimal afin d'avoir le moins de dose possible pour le corps, les extrémités et le cristallin. Il faut également réduire le nombre de personnes exposées en même temps.

Limiter : l'exposition d'un individu aux rayons X ne doit pas dépasser le seuil réglementaire défini par l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Le contrôle de ces doses se fait grâce aux divers dosimètres, et à la vérification régulière de la qualité du matériel. La limitation passe par le port des équipements de protection individuelle (EPI), le port des dosimètres, ainsi que par le maintien d'une distance maximale entre le personnel et les rayons X.

La radioprotection intervient principalement au niveau du principe de limitation :

La réglementation utilise les différentes unités de doses décrites précédemment et qui sont utilisées ici à des fins de régulation. Concernant l'exposition annuelle d'un individu, on estime qu'en dessous de 1mSv, aucun effet biologique n'est mis en évidence. Entre 1 et 6 mSv on considère l'exposition comme faible, et il est conseillé de ne pas dépasser 6 mSv. Le seuil réglementaire est fixé à 20 mSv, puisque des effets biologiques ont été mis en évidence à partir de 100 mSv. L'exposition du public et des accompagnants est plus stricte que pour les professionnels. Le respect de ces doses est vérifié régulièrement grâce à différents dosimètres.

L'utilisation du générateur de rayons X en activité vétérinaire génère des expositions potentielles au niveau du cerveau et du cristallin via la fuite de gaine ; au niveau des mains via le faisceau primaire, la collimation et la contention de l'animal ; et enfin au reste du corps via le faisceau diffusé. Le bon réglage des constantes d'exposition au strict minimum limite ces rayonnements. L'inconvénient de la radiographie numérique est que même si les constantes sont réglées en excès, le cliché peut quand même être interprété après le traitement de l'image, alors que le rayonnement diffusé est très important, ce qu'il aurait fallu éviter. Avec la radiographie standard, la surexposition empêchait l'interprétation du cliché et les constantes devaient donc être correctement réglées. Cela imposait alors à l'opérateur d'utiliser les bonnes constantes, et évitait ainsi la production excessive de rayonnement diffusé.

Une bonne préparation de la manipulation avant de prendre un cliché évite généralement de devoir recommencer. Il est également important de changer de personne responsable des radiographies afin d'éviter que ce soit toujours le même opérateur qui soit exposé. De plus, le débit de dose absorbée étant proportionnel à l'inverse du carré de la distance, il convient de se tenir le plus loin possible du faisceau primaire, notamment de tendre les bras pour la personne réalisant la contention de l'animal, et de s'éloigner au maximum pour les autres personnes.

Enfin, il convient également de porter des équipements de protection individuelle spécifiquement plombés, tels que des tabliers, lunettes, gants et protège-tyroïde. Il existe également des paravents plombés pour l'opérateur n'intervenant pas dans la contention. Pour les opérateurs non nécessaires à la prise du cliché radiographique, il est préférable de ne pas rester dans la salle radiographique. Celle-ci ayant murs et portes plombés, cela constitue la meilleure des protections.

Deuxième partie : Étude rétrospective

I. Objectifs de l'étude

Les objectifs sont d'étudier les caractéristiques des chiens et chats présentés en radiographie par le service des Urgences du CHUVAC de l'ENVT, et d'étudier les diagnostics et la localisation des lésions qui sont observés sur ces animaux.

II. Matériel et méthode :

A. Constitution de la population étudiée et critères d'inclusion

Le logiciel Clovis® constitue la base de données du CHUVAC de l'ENVT. Le moteur de recherche de ce logiciel présente plusieurs filtres possibles (annexe 1). Les critères d'inclusion des animaux dans l'étude ont d'abord été l'intervenant, dont l'unité qui nous intéresse est le service des Urgences, ainsi que l'examen complémentaire radiographique, nommé « Imagerie-Radiographie » dans le logiciel. Le service « Urgences » ne prenant en charge que les chiens et les chats, le filtrage des espèces étudiées était déjà réalisé. Une première recherche a été effectuée pour évaluer la période sur laquelle s'effectuerait l'étude. Au vu du grand nombre d'animaux sur la période 2016-2019, il a été décidé de s'intéresser à ces 4 années et de rajouter comme troisième critère de recherche la date de la consultation, arbitrairement du 01/01/2016 au 31/12/2019. Ont alors été recensées 1125 consultations, dont 11 se sont avérées être des doublons informatiques. Ce qui fait un total réel de 1114 consultations.

B. Obtention et collecte des comptes rendus radiographiques

Une fois établie la liste des consultations à étudier, le numéro de dossier de l'animal correspondant était saisi dans le moteur de recherche, ce qui permettait d'ouvrir le dossier de l'animal et de retrouver la consultation recherchée.

Les comptes rendus radiographiques de ces consultations ont tous été étudiés manuellement et individuellement. En effet, ces comptes rendus sont rédigés par le service d'imagerie lors de la lecture de la radiographie, et sont validés par le professeur d'imagerie. Cette validation verrouille informatiquement le compte rendu, qui ne peut plus être modifié par des élèves. Cependant, la relève des informations par « copier-coller » du texte est dès lors impossible, sauf par export PDF, ce qui rend la manipulation longue pour chaque compte rendu. Par soucis d'optimisation du temps passé sur un poste informatique du réseau du CHUVAC, la relève des informations des comptes rendus a été effectuée par capture d'écran (annexe 2)

Il a ainsi été relevé les comptes rendus des consultations, ainsi que ceux des radiographies ultérieures de l'animal dans le cas où des radiographies de suivi ont été réalisées. Ceci amène à la relève de 1444 captures d'écran pour 1114 consultations.

Enfin, ces captures d'écran étant sous forme de photographies, et le format texte des informations ayant disparu, il a été nécessaire de saisir manuellement les informations collectées et de les regrouper dans un fichier Excel® (annexe 3). Ceci a été réalisé pour les comptes rendus des consultations recherchées, ainsi que pour les comptes rendus de suivis si ceux-ci apportaient une information supplémentaire. Tous les comptes rendus étaient conservés au cas où il y aurait eu besoin de les consulter ultérieurement dans l'étude et en dehors du réseau du CHUVAC.

C. Relevé d'informations à partir des comptes rendus

Les informations notées sur le fichier Excel® et provenant des captures d'écran étaient regroupées selon les catégories suivantes (annexe 3) :

- Date de la consultation
- Caractéristiques de l'animal :
 - Numéro de dossier Clovis
 - Nom de l'animal
 - Espèce
 - Race
 - Sexe
 - Date de naissance
- Motif de consultation
- Conclusion du compte rendu initial
- Conclusions des comptes rendus de suivi (si nécessaire)

D. Analyse des informations relevées

A partir de ces données brutes, un travail de synthèse a ensuite été réalisé sur les informations qui le nécessitaient : la race, la date de naissance, le motif de consultation, et la conclusion.

1. Synthèse des différentes races

Les chats ont été comptabilisés selon 12 races différentes, ce qui n'a pas nécessité de synthèse. Ceci comprend la catégorie « - » lorsque la race n'était pas précisée.

Les chiens présentent une plus grande variété de race. Il a été recensé un total de 117 races de chiens. Ce grand nombre rendant ininterprétable toute étude sans tri préalable (annexe 7), deux tris différents ont été réalisés.

Le premier tri consiste à s'intéresser aux races de chiens dont l'effectif est de 6 animaux ou plus. Ceci représente 37 races différentes, et regroupe 462 animaux. Ainsi, en conservant 37 des 117 races (31,6%), il est étudié 462 chiens parmi les 615 possibles, soit 75,1%. Le deuxième tri a été réalisé en regroupant les races similaires, arbitrairement choisies selon leurs caractéristiques, leurs morphologies, ou encore l'effectif correspondant. Les groupes réalisés sont détaillés en annexe 4, et permettent de passer de 117 races à 50 groupes de races.

2. Synthèse du sexe

La collecte des données du sexe a amené à distinguer le sexe mâle du sexe femelle. Cependant, il est rapidement apparu dans les dossiers médicaux un nombre variable d'animaux stérilisés ou non. Il a donc été décidé de scinder le sexe en 4 catégories différentes : femelle, femelle stérilisée, mâle, mâle castré. Certains dossiers médicaux ne mentionnant pas le sexe de l'animal, ce dernier est alors noté «-».

3. Synthèse de l'âge

L'âge a été calculé par différence entre la date de consultation, et la date de naissance indiquée. Il est néanmoins probable que cette dernière soit arrondie dans la base de données Clovis® pour certains animaux dont le jour de naissance indiqué est un 1^{er} janvier. La différence entre les deux dates a été convertie en nombre de mois d'âge, et une formule Excel® permet de convertir ce nombre en différents intervalles d'âge.

La fréquence et la répartition des âges ont été étudiées dans un premier temps, permettant d'établir les intervalles d'âges adéquats pour l'étude. Dans certains cas, l'âge est étudié selon 14 classes différentes, et lorsque cela est nécessaire, il est étudié selon 18 classes différentes. L'âge est noté « - » lorsqu'aucune date de naissance n'a été indiquée. La première catégorie regroupe les animaux ayant entre 0 et 5 mois d'âge, la deuxième ceux ayant entre 6 et 11 mois, et ensuite ceux entre 12 et 23 mois, et ainsi de suite. Dans la classification à 14 intervalles, il s'agit des âges 10,5 à 14,5 ans qui sont regroupés sous l'appellation 10-15 ans, comme indiqué dans le tableau 1.

18 intervalles	14 intervalles
moins de 6 mois	moins de 6 mois
6 mois - 1 an	6 mois - 1 an
1,5 ans	1,5 ans
2,5 ans	2,5 ans
3,5 ans	3,5 ans
4,5 ans	4,5 ans
5,5 ans	5,5 ans
6,5 ans	6,5 ans
7,5 ans	7,5 ans
8,5 ans	8,5 ans
9,5 ans	9,5 ans
10,5 ans	10-15 ans
11,5 ans	
12,5 ans	
13,5 ans	
14,5 ans	
plus de 15 ans	plus de 15 ans
-	-

Tableau 1 : Catégories de tranches d'âges

4. Synthèse du motif de consultation

La liste complète des différents motifs de consultation a été réalisée dans un premier temps. Ceci correspondait à grand nombre de motifs parfois semblables mais formulés différemment dans les divers comptes rendus, car réalisés par des rédacteurs différents. Ce grand nombre rendait impossible toute étude statistique, faute d'avoir la même nomenclature. Un tri des mots clés devant être retenus a été réalisé, ce qui permis la réduction de la liste initiale à 220 types de motifs différents. Ces 220 motifs ont ensuite été classés selon 43 catégories. Cette synthèse a été effectuée en regroupant les affections similaires formulées différemment, ou étant trop précises pour être traitées individuellement. Les groupes sont détaillés en annexe 5. Il a ainsi été observé 1635 motifs regroupés en 44 catégories, un même animal pouvant avoir plusieurs motifs de consultation, ou pas de motif indiqué.

5. Synthèse de la conclusion radiographique en diagnostics

De la même manière que pour le motif de consultation, mais dans une moindre mesure synthétique, les conclusions radiographiques ont nécessité un travail de nomenclature et d'abréviation afin d'avoir des termes similaires et statistiquement exploitables pour pouvoir étudier les diagnostics ainsi synthétisés. Ainsi, les 1114 conclusions radiographiques ont été étudiées et il apparaît 204 types de diagnostics différents. De cette manière, il a été recensé 2029 diagnostics pour les 1114 consultations.

6. Détermination des localisations

Les diagnostics radiographiques ont ensuite été utilisés pour déterminer la localisation de la pathologie diagnostiquée. Pour ce faire, 3 grands systèmes ont été définis : os, thorax et abdomen. Ceux-ci constituent la « localisation 1 ». Ensuite, à l'intérieur de ces systèmes, une deuxième localisation plus précise a été utilisée, appelée « localisation 2 ». En fonction de cette localisation 2, un troisième niveau a pu être nécessaire, appelé « localisation 3 » (Tableau 2).

Localisation 1	thorax	abdomen	os
Localisation 2	espace pulmonaire	cavité péritonéale	membre pelvien
Localisation 3	alvéolaire	cavité péritonéale	bassin
	interstitiel	rein	hanche
	bronchique	rein	fémur
	espace pulmonaire	foie	grasset
	cavité pleurale	foie	tibia
	cavité pleurale	estomac	tarse
	espace médiastinal	estomac	fibula
	cœur	intestin grêle	doigt
	espace médiastinal	intestin grêle	métatarse
	œsophage	rate	colonne vertébrale
	nœud lymphatique sus sternal	rate	sacrum
	trachée	paroi abdominale	thoracique
	cavité péricardique	tissus sous cutané	lombaire
	nœud lymphatique trachéobronchique	paroi abdominale	cervicale
	extrapleural	tissus mous	caudale
	tissulaire	tissus mammaire	jonction sacro-caudale
	côte	péritoine	jonction lombo-sacrée
	extrapleural	péritoine	jonction thoraco-lombar
	sternum	vessie	membre thoracique
		vessie	coude
		utérus	ulna
		utérus	radius
		uretère	épaule
		uretère	humérus
		cavité rétropéritonéale	doigt
		cavité rétropéritonéale	carpe
		colon	scapula
		colon	crâne
		urètre	crâne
		urètre	mandibule
		prostate	tête
		prostate	larynx
		pancréas	pharynx
		pancréas	
		surrénale	
		surrénale	
		vagin	
		vagin	

Tableau 2 : Présentation des 3 niveaux de localisation

Certaines localisations 2 et 3 ont la même nomenclature. Lorsque cela porte à confusion dans la suite de l'étude, la localisation 2 est considérée au sens large, et la localisation 3 est appelée au sens strict.

7. Détermination du nombre de localisations

La conclusion radiographique peut comporter un nombre variable de diagnostics concomitants. Ce nombre peut varier de 0 si rien n'est observé, jusqu'à 6 voire 10 diagnostics sur quelques cas.

Ce nombre d'atteintes par cas a été étudié via leur localisations. En effet, un grand nombre de lésions différentes sur un même animal concerne parfois le même type de diagnostics, comme des fractures nombreuses lors d'un accident. Il ne serait donc pas judicieux de comptabiliser le nombre total de diagnostics, mais plutôt de comptabiliser le type d'atteintes, osseuse dans notre exemple. Il a donc été décidé arbitrairement d'étudier le nombre de localisations atteintes par cas en utilisant le nombre de localisation 1 différentes par animal, et ainsi de regrouper les diagnostics en fonction de leurs natures et de leur proximité. Le nombre de localisations varie donc de 0 à 3, lorsque les localisations os, thorax et abdomen sont lésées.

8. Détermination de l'origine lésionnelle

La détermination de l'origine des lésions observées a été le dernier paramètre étudié car il dépend de tous les autres, et plus encore de la combinaison de toutes les pathologies diagnostiquées sur le cas étudié.

Les origines possibles ont été choisies parmi une liste exhaustive de 11 origines potentielles, connues sous l'acronyme VITAMIND, qui reprend les principales origines possibles d'une pathologie. Ceci est indiqué dans le tableau 3.

V	Vasculaire
I	Iatrogène, idiopathique
T	Traumatique, toxique
A	Anomalie congénitale
M	Métabolique
I	Infectieux, inflammatoire
N	Néoplasique
D	Dégénératif

Tableau 3 : Liste des origines lésionnelles

Pour certaines observations, plusieurs ouvrages ont été consultés pour recenser les diagnostics différentiels correspondants. En fonction de ceux-ci, et en tenant compte de la globalité des affections et des motifs de consultation du cas étudié, il a alors été établi une liste probabiliste des origines potentielles des affections, en limitant ce nombre à 5 origines possibles par animal. Ces origines correspondent ainsi à l'atteinte générale de l'animal, et non à la somme des origines de chaque diagnostic observé sur le cas étudié.

Les ouvrages utilisés (Hébert, et al., 2018) (Gough, 2009) (Kealy, et al., 2008) ont permis d'établir les diagnostics différentiels pour les 91 observations qui le nécessitaient.

9. Étude statistique

Un algorithme a été créé pour permettre d'étudier la significativité statistique des valeurs obtenues. Cet algorithme (présenté en annexe 6) est réalisé avec le logiciel R® et repose sur un test du Khi-deux.

Cependant, les animaux étudiés n'ayant pas été sélectionnés aléatoirement, et n'ayant pas fait l'objet d'un échantillonnage rigoureux, cette partie statistique ne s'intéresse qu'à la significativité intrinsèque de la population de cette étude, et ne pourrait être rigoureusement extrapolée à une autre population. Le but étant avec cet algorithme de différencier ce qui pourrait sembler être une tendance de variation, de ce qui est significativement différent dans notre population étudiée.

Les figures présentées par la suite ont été obtenues grâce au logiciel Excel®, et certaines interprétées avec l'algorithme pour en étudier la significativité. Tous les paramètres présentés n'ont pas pu faire l'objet de l'étude statistique. Cela est dû aux différents ajustements qu'il aurait été nécessaire de faire sur l'algorithme, et qui n'auraient en revanche pas amélioré les possibilités d'extrapolation comme expliqué précédemment.

L'algorithme permet de présenter en abscisse le paramètre étudié, et en ordonnée la fréquence du même paramètre. Les lettres présentes sur les colonnes traduisent les intervalles de significativité obtenus avec le test du Khi-deux. Lorsque la même lettre est attribuée à deux colonnes différentes, alors l'écart de fréquence des deux paramètres n'est pas significatif. En revanche, deux colonnes ne présentant pas la même lettre ont un écart de fréquence significatif.

Seules les catégories dont la fréquence est supérieure à 1% sont représentées.

III. Résultats

A. Étude du nombre de consultations

1. Nombre de consultations par an

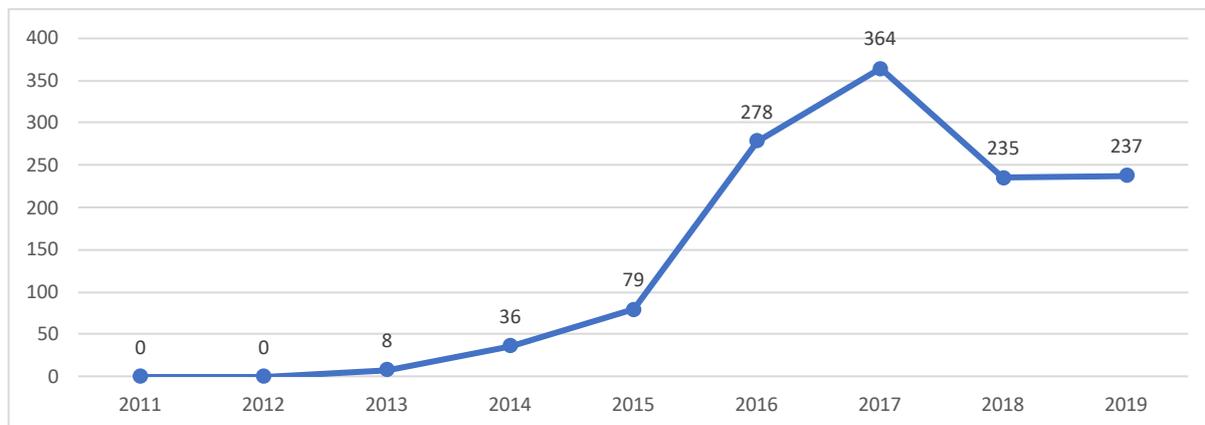


Figure 20 : Évolution du nombre de consultations par an (n=1237)

Lorsque l'on dénombre les consultations chaque année selon le tri décrit précédemment, il apparaît que le nombre de consultations commence à augmenter à partir de 2013 et l'arrivée du nouveau système informatique à l'école, notamment au service d'imagerie et d'urgences. La figure 20 montre que l'étude débute au moment où le nombre de consultations augmente, à partir de 2016. L'étude couvre la période 2016-2019. Ainsi, 2016 et les 278 consultations recensées représentent 25% de l'étude qui contient 1114 consultations. Il y a un pic en 2017 à 373 (32,7%) puis stabilisation vers 236 cas pour 2018 et 2019.

2. Nombre de consultations par trimestre

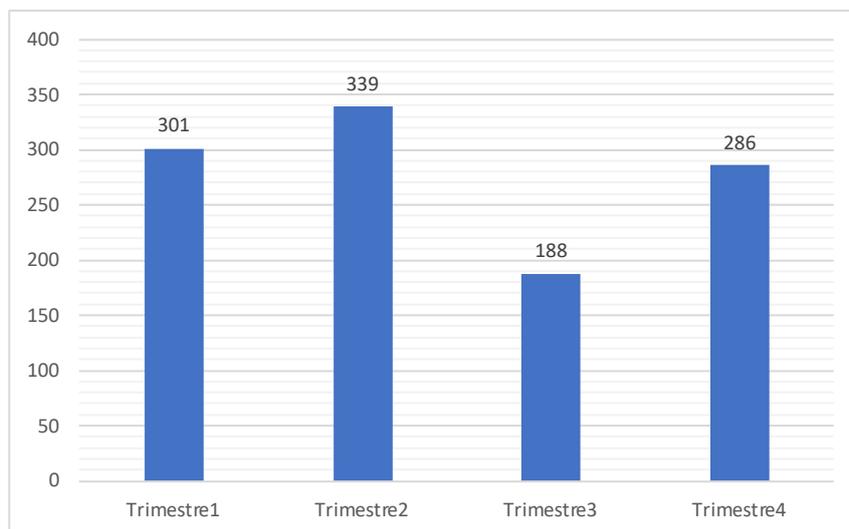


Figure 21 : Répartition trimestrielle des consultations des 4 années (n=1114)

La figure 21 présente la somme des consultations par trimestre sur les 4 années d'étude. Le nombre de consultations par trimestre est plus important au trimestre 2, c'est-à-dire sur la période avril-mai-juin et représente 30,4% (n=339/1114), et est au minimum entre juillet et septembre, soit 16,9% (n=188/1114).

3. Nombre de consultations par mois

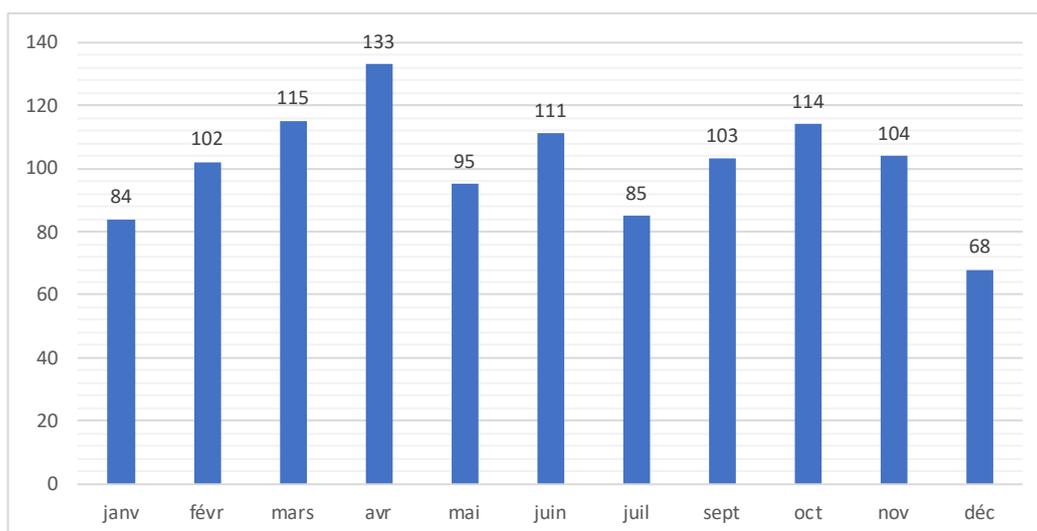


Figure 22 : Répartition mensuelle des consultations des 4 années (n=1114)

On voit sur la figure 22 une augmentation du nombre de consultations entre janvier et avril avec un pic en avril à 133 consultations. Le mois de juillet, une diminution a lieu avec 85 consultations. Le mois d'août le CHUVAC est fermé et aucune consultation n'a lieu. Après les vacances estivales, il y a de nouveau augmentation sur septembre et octobre. En décembre, les cliniques n'étant ouvertes que 2 semaines, il n'y a que 68 consultations.

4. Nombre de consultations par mois par an

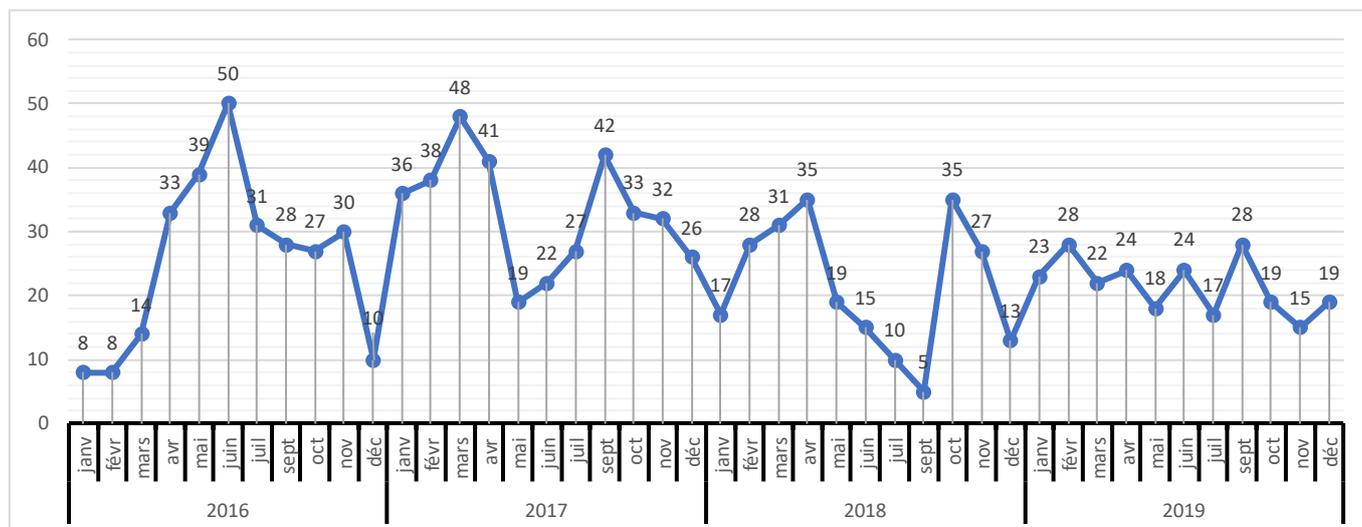


Figure 23 : Répartition du nombre mensuel de consultations selon l'année (n=1114)

L'augmentation du nombre de consultations le printemps et l'automne vues précédemment est retrouvée sur la figure 23 sur les 3 premières années de l'étude, mais très peu en 2019 où le nombre de consultations par mois est à peu près constant, aux alentours de 21 consultations mensuelles. Alors que le nombre de consultations entre 2018 et 2019 est quasi similaire comme vu figure 20, il apparait ici que la quantité mensuelle de consultation est très différent entre ces deux années. L'année 2018 présente une très grande diminution entre juin et septembre, alors que c'est constant sur 2019.

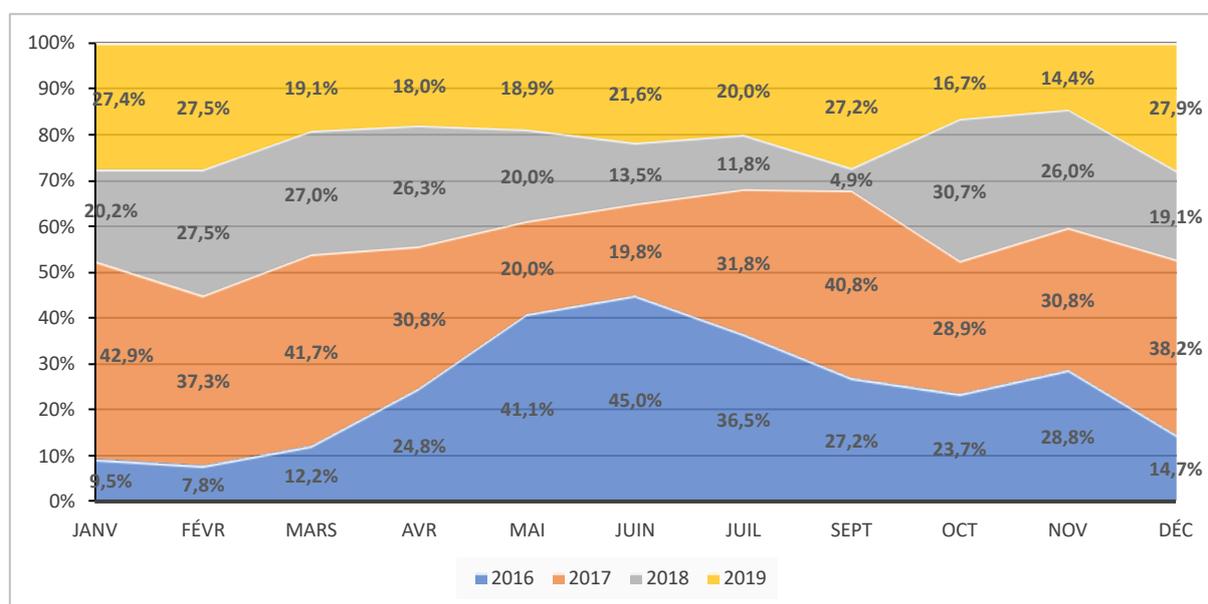


Figure 24 : Évolution du pourcentage mensuel de consultations selon l'année (n=1114)

On voit figure 24 que la période janvier-mars est majoritairement représentée par l'année 2017, alors que la période mai-juillet l'est par l'année 2016. Les derniers mois sont plus équilibrés entre les années.

B. Étude de l'espèce

1. Étude générale

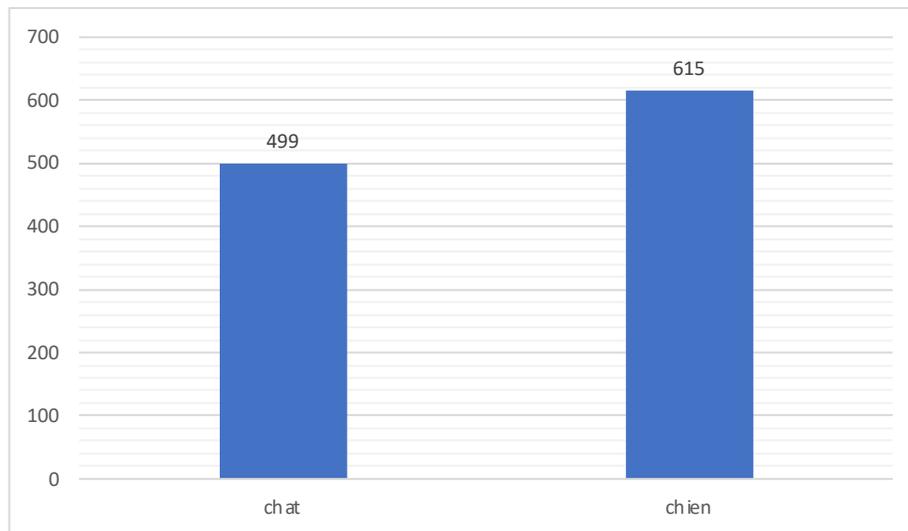


Figure 25 : Nombre d'animaux selon l'espèce (n=1114)

Il y a légèrement plus de chiens (55,2%) que de chats (44,8%) dans les animaux étudiés d'après la figure 25.

2. Étude selon l'année

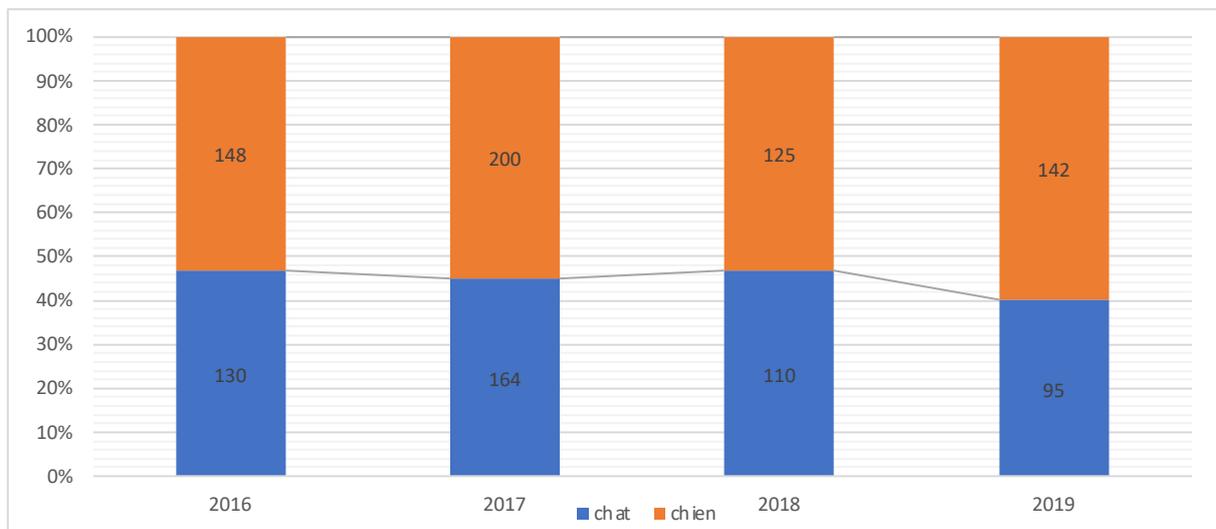


Figure 26 : Évolution annuelle de la proportion de chiens et chats (n=1114)

La proportion de chiens et chats sur la figure 26 reste à peu près similaire aux proportions vues précédemment, excepté en 2019, où le nombre de chiens est de 142 pour 95 chats, soit 59,9% de chiens et 40,1% de chats.

3. Étude selon le trimestre

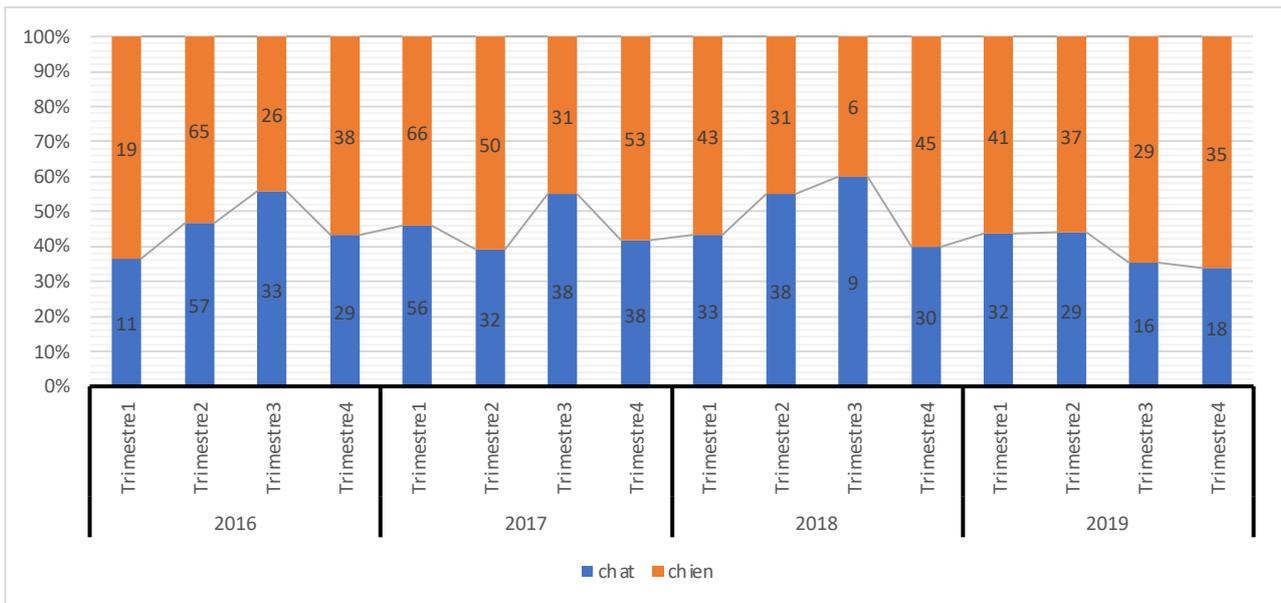


Figure 27 : Évolution trimestrielle de l'espèce selon les années (n=1114)

Il est intéressant de noter avec la figure 27 qu'il semble y avoir un pic de proportion de chats sur la saison estivale, au trimestre 3, respectivement 55,9%, 55,1% et 60,0% en 2016, 2017 puis 2018. Au contraire, un minimum de chats est généralement observé sur la saison hivernale (trimestre 4) sur les 4 années.

Cela pourrait être expliqué par le fait que les chats sortiraient moins l'hiver, alors qu'ils ont plus tendance à rester dehors l'été, lorsque les températures extérieures leur conviennent mieux. Au contraire des chiens qui sortiraient autant l'été que l'hiver.

En revanche, il est important de prendre en compte la faible quantité d'animaux au trimestre 3 2018 qui pourrait biaiser cette observation

C. Étude du sexe

1. Sexe selon l'espèce

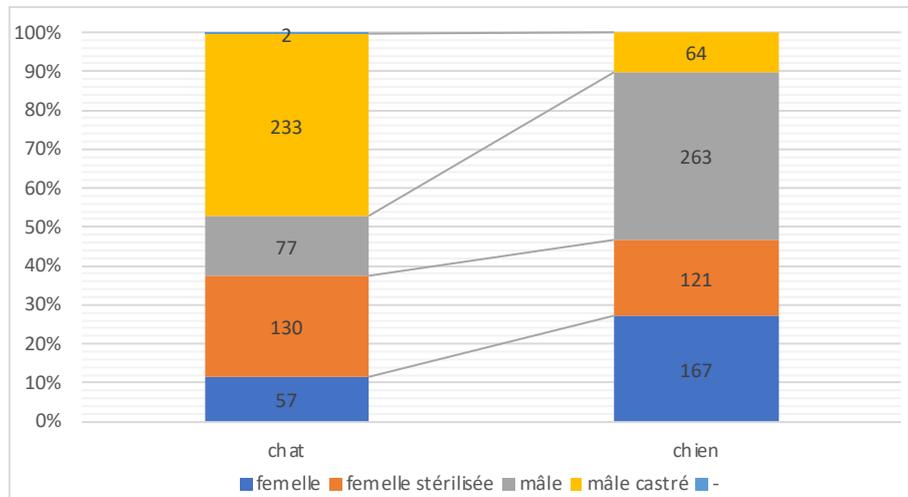


Figure 28 : Nombre d'animaux selon l'espèce et le sexe (n=1114)

D'après la figure 28, les proportions entre les sexes varient beaucoup selon l'espèce.

Chez les chats (n=499), le sexe majoritaire correspond aux mâles castrés (n=233 ; 46,7% des chats), puis les femelles stérilisées (n=130 ; 26,1%), puis les mâles entiers (n=77 ; 15,4%). Les femelles entières sont alors les moins représentées (n=57 ; 11,4%). Notons que pour 2 chats, la base de données indiquant le sexe n'est pas renseignée (catégorie '-').

Chez les chiens (n=615), au contraire des chats, le sexe le plus représenté correspond aux mâles entiers (n=263 ; 42,8%), puis viennent les femelles entières (n=167 ; 27,2%), puis les femelles stérilisées (n=121 ; 19,7%). Les mâles castrés sont ainsi les moins représentés chez les chiens, avec 64 animaux, soit 10,4%.

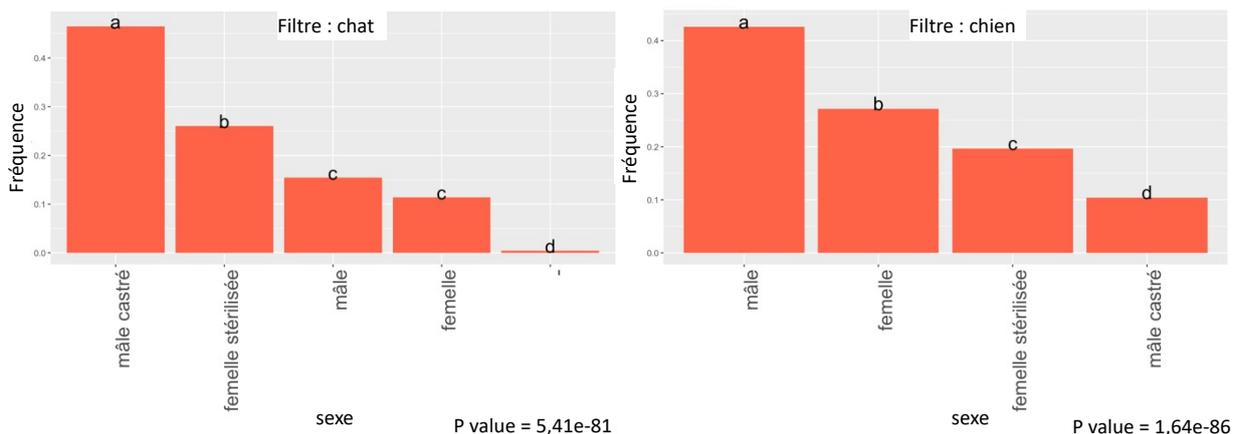


Illustration 1 : Étude statistique du sexe selon la race

En étudiant statistiquement les différents sexes de chats avec l'illustration 1, on voit que les mâles castrés sont significativement plus nombreux que les femelles stérilisées, qui sont également plus nombreuses que les animaux non stérilisés, qui eux n'ont pas d'écart significatifs entre eux. A la différence des chats, les 4 fréquences de sexes des chiens sont tous significativement distincts les uns des autres, selon l'ordre vu à la figure 28.

Après observation de la répartition différente des sexes selon l'espèce, il est également intéressant de regrouper les animaux de sexes similaires sans différencier leur stérilisation.

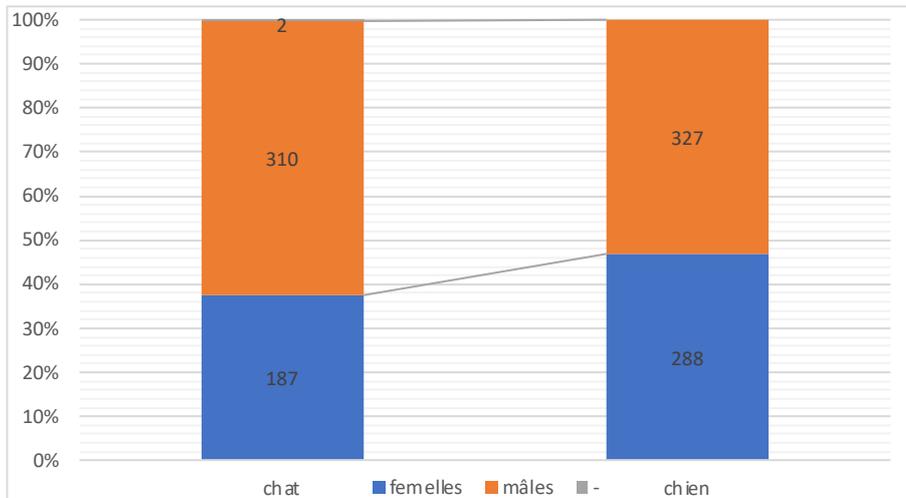


Figure 29 : Nombre de mâles et femelles selon l'espèce (n=1114)

La figure 29 permet alors d'évaluer la différence d'effectifs entre mâles et femelles d'une même espèce lorsque l'on regroupe les animaux stérilisés et non stérilisés :

Chez les 499 chats, il y a 62,1% de mâles (n=310) et 37,5% de femelles (n=187). Chez les 615 chiens, il y a 53,2% de mâles (n=327) et 46,8% de femelles (n=288)

2. Effectif selon la stérilisation

Il est également intéressant de comparer les animaux stérilisés ou non selon l'espèce.

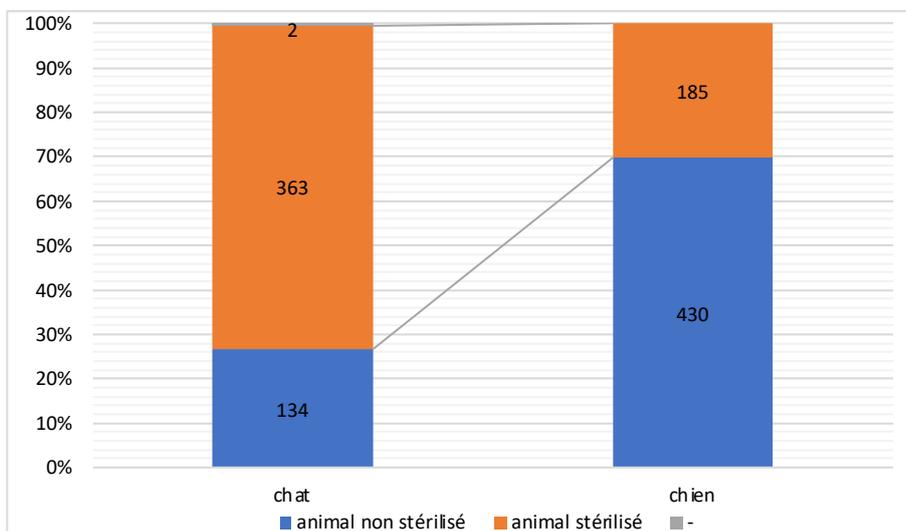


Figure 30 : Nombre d'animaux stérilisés selon l'espèce (n=1114)

Nous constatons sur la figure 30 qu'il y a une nette différence entre les deux espèces. Chez le chat, la population d'animaux stérilisés prédomine à 72,7% (n=363/499), alors que chez le chien c'est la population d'animaux entiers qui est largement majoritaire à 69,9% (n=430/615).

D. Étude de la race

1. Étude des races de chats

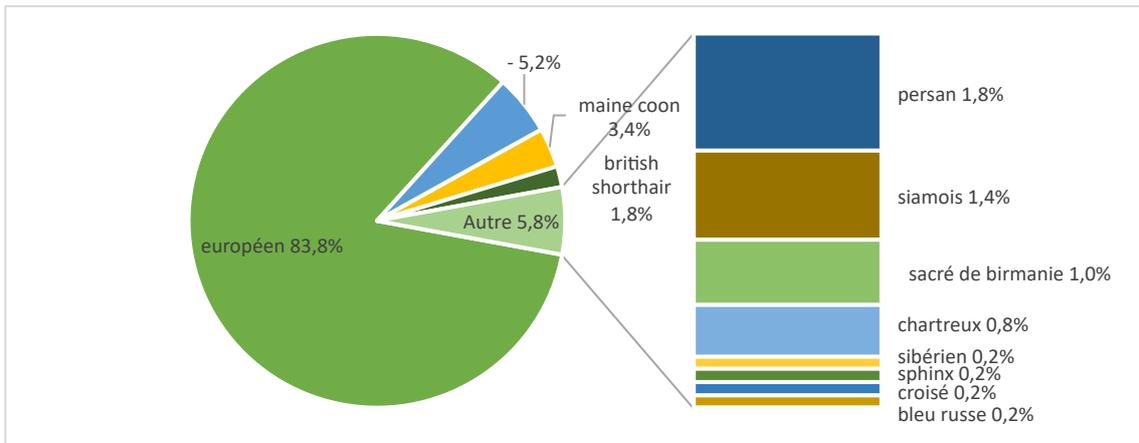


Figure 31 : Répartition de la race de chats de tous sexes(n=499)

La figure 31 présente le pourcentage de l'effectif de chacune des 12 races de chats selon l'effectif total de l'espèce. La race européenne est très nettement majoritaire devant les autres races. Les chats dont la race n'a pas été précisée représentent 5,2%.

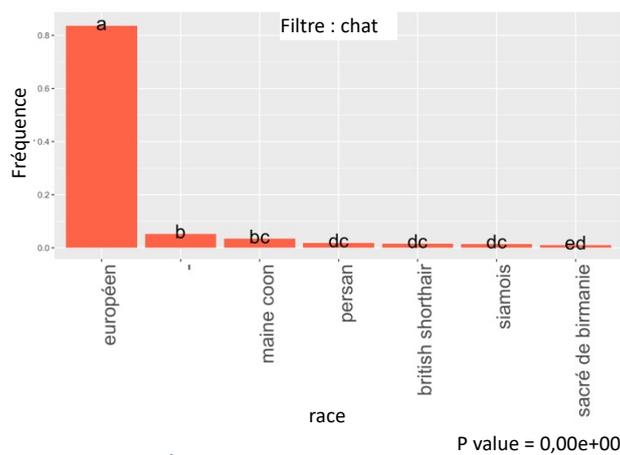


Illustration 2 : Étude statistique des races de chats

Comme on pouvait s'y attendre avec la figure 31, l'illustration 2 montre que la race de chat européen est significativement plus fréquente que les autres races.

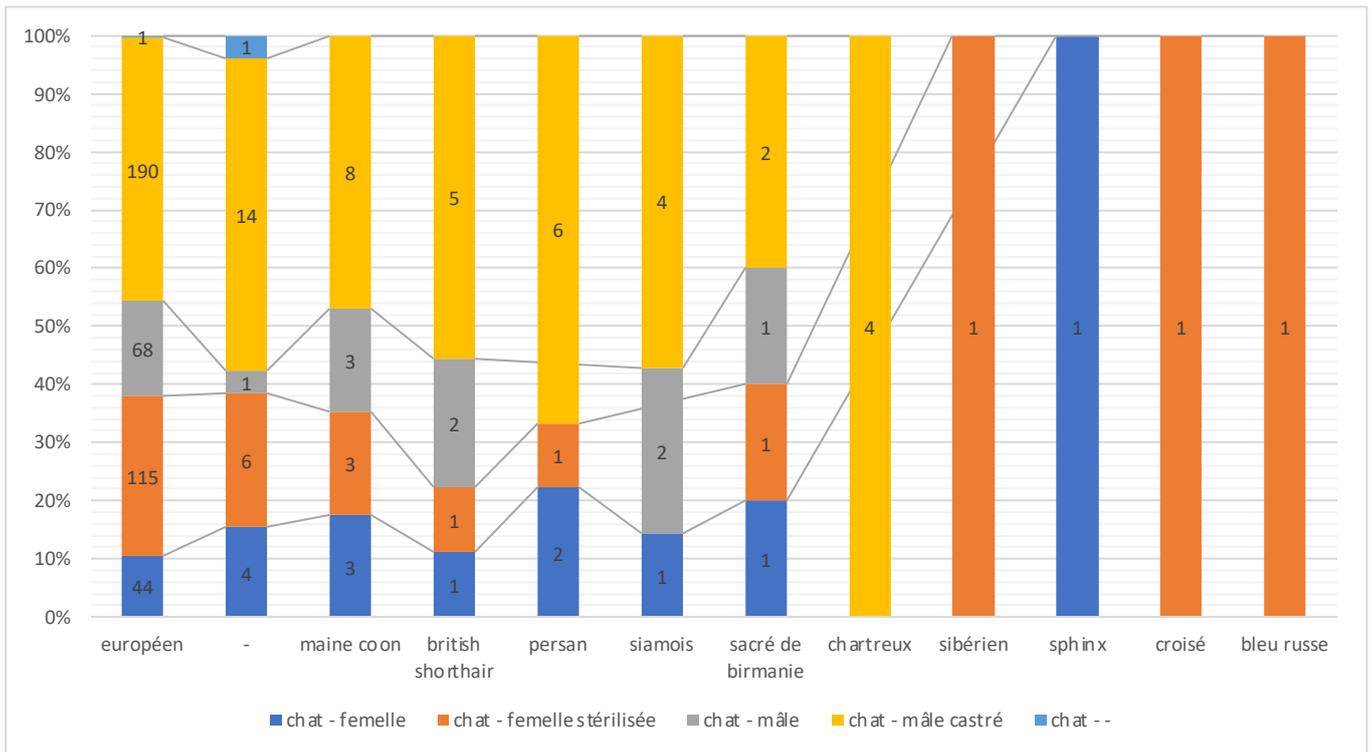


Figure 32 : Répartition du sexe en fonction de la race de chats (n=499)

La figure 32 montre que le sexe mâle castré est majoritaire dans la plupart des races de chats présentes dans la population étudiée, excepté lorsque les effectifs deviennent très petits (sibérien, sphinx, croisé, bleu russe). Il y a deux chats dont le sexe n'a pas été indiqué.

2. Étude des races de chiens

Il a été recensé un total de 117 différentes races de chiens. Ce grand nombre rend ininterprétable toute étude sans tri préalable (annexe 7). Deux tris différents ont été réalisés. Le premier consiste à s'intéresser à toutes les races de chiens dont l'effectif total est d'au moins 6 animaux. Le deuxième a été le regroupement des races similaires selon des groupes détaillés en annexe 4.

a. Races de chiens selon l'effectif

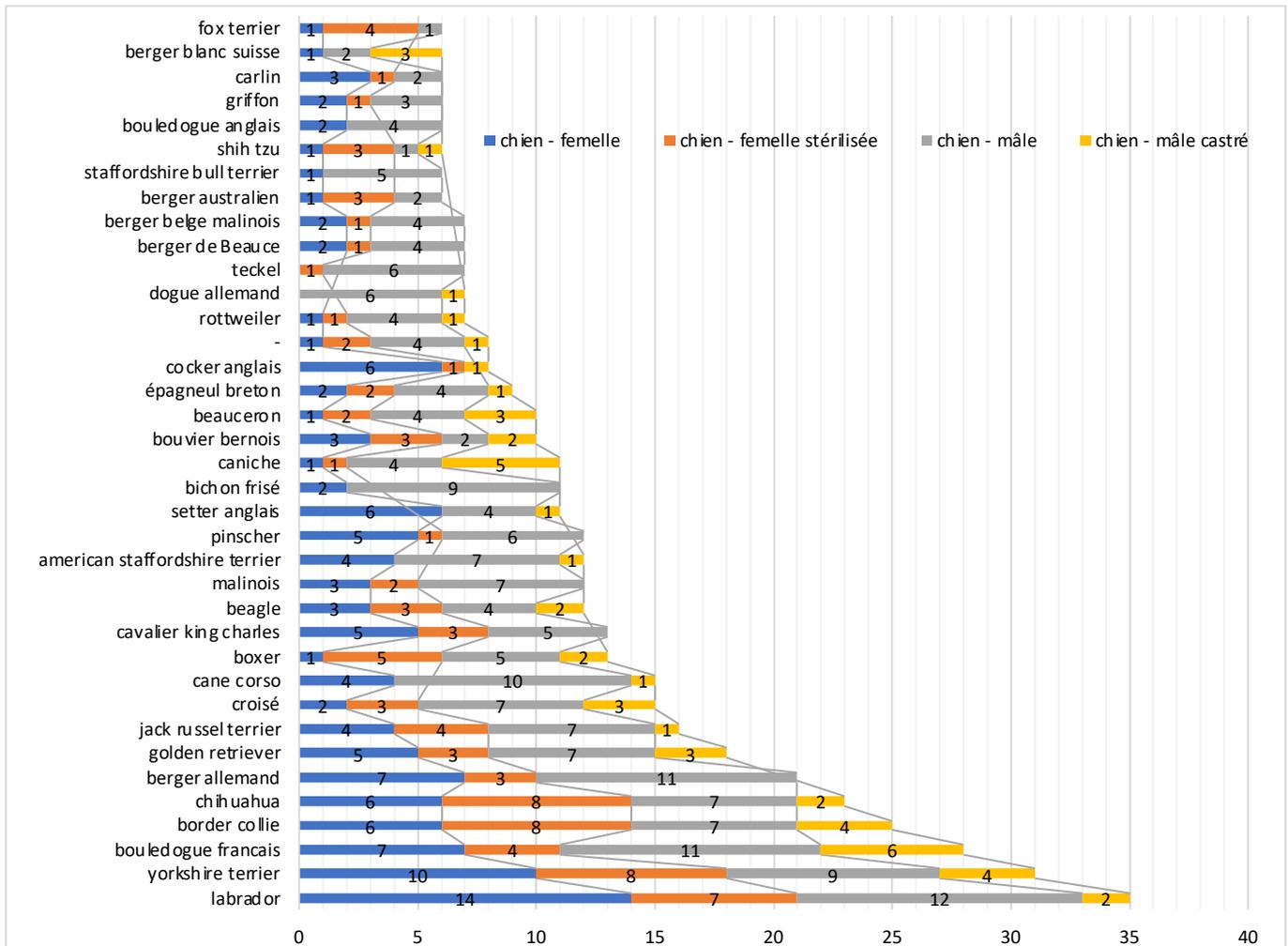


Figure 33 : Effectif des 37 plus fréquentes races de chiens selon le sexe (n=462)

La figure 33 représente le classement des races de chiens dont l'effectif est d'au moins 6 animaux. Ceci concerne 37 races différentes, y compris les chiens dont la race n'était pas précisée dans le dossier de l'animal (-). Ainsi, en conservant 37 des 117 races possibles (31,6%), l'échantillon est de 462 animaux parmi les 615 chiens (75,1%).

Il apparaît alors que les labradors, yorkshire et bouledogue français sont les 3 races de chiens les plus fréquentes. Les effectifs de chaque race diminuent rapidement, puisque les 17 premières races (14,5% des races) représentent 50,7% des chiens (n=312/615).

L'étude de la significativité montre qu'il n'y a pas d'écart entre les effectifs de races.

Le sexe selon les races de chiens ne présente pas non plus de variations notables.

b. Races de chiens regroupées

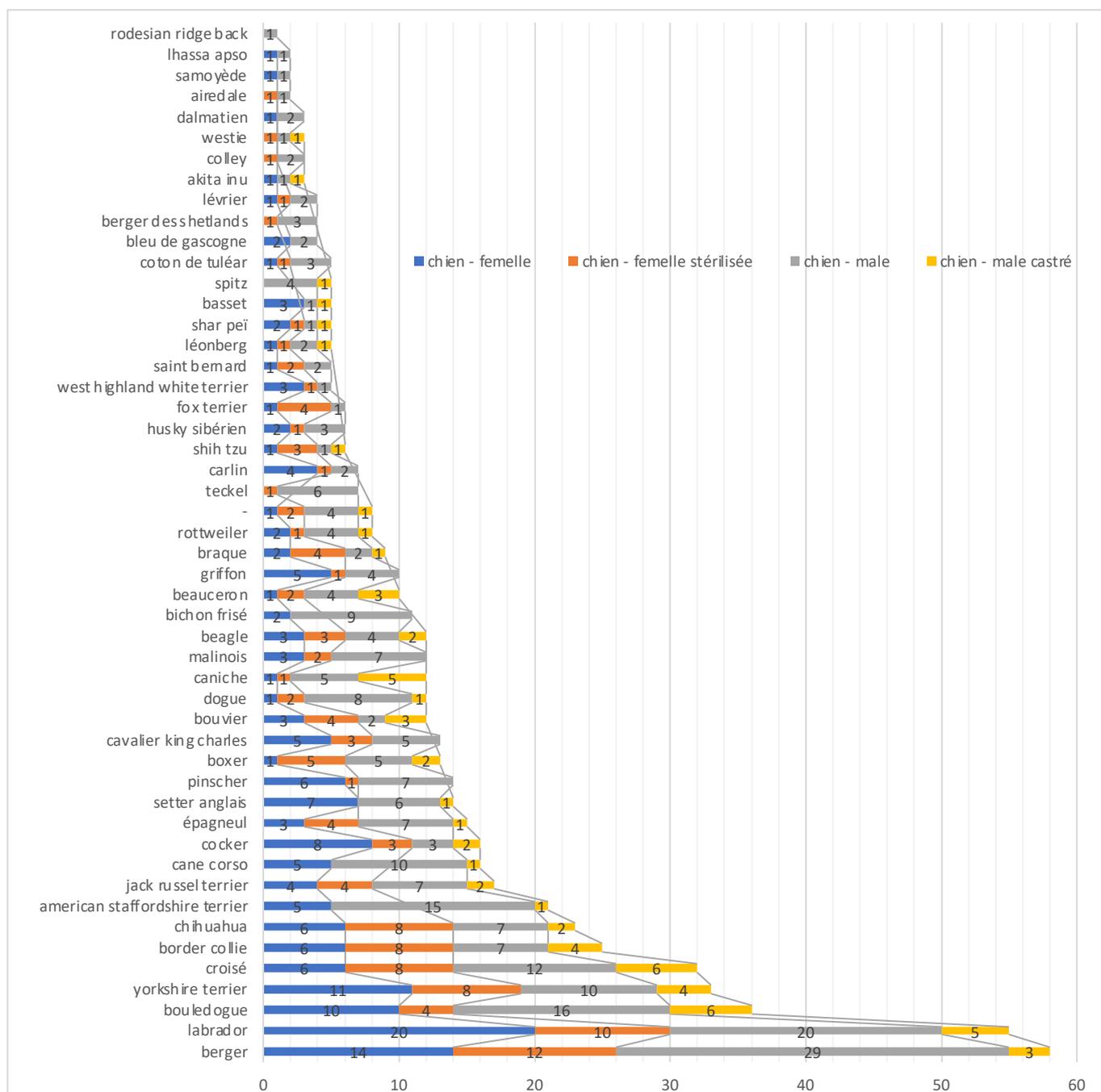


Figure 34 : Effectif des races de chiens en fonction du sexe (n=615)

Le regroupement des races de chiens selon le classement en annexe 4 permet de passer de 117 races différentes à 50 groupes de races semblables. Il apparaît en premier sur la figure 34 le groupe des bergers, alors que les labradors passent en deuxième place. Le groupe des bergers regroupe plusieurs races à effectifs moyens voire faibles, ce qui explique qu'ils n'étaient pas nombreux dans la figure 33. Le raisonnement est le même pour les chiens de races croisées. La dénomination « croisé » de la figure 33 concerne les chiens dont le croisement n'était pas précisé. Dans la figure 34, les différents croisements ont été regroupés, et l'effectif passe ainsi de 15 à 32 chiens entre la figure 33 et la figure 34.

La figure 34 ne présente pas de variations importantes du sexe selon les races.

E. Étude de l'âge

L'âge étant calculé grâce à la date de naissance, une rapide étude des dates de naissances a montré que les 1114 animaux présentaient 715 dates de naissance différentes, dont 26 fois une date de naissance inconnue. Cependant, à s'intéressant tout particulièrement à la date d'anniversaire, il est noté que 152 animaux sur les 1114 sont nés un premier janvier, soit 13,5% des animaux étudiés, alors qu'une répartition homogène des dates d'anniversaire serait en moyenne de 3 animaux par date d'anniversaire ($n=1114/365$). L'explication peut être l'habitude vétérinaire dans les cliniques d'indiquer le premier janvier de l'année de naissance estimée comme date d'anniversaire de l'animal lorsque sa date de naissance n'est pas connue avec précision.

Ainsi, l'étude de la répartition des âges n'aurait pas été pertinente en utilisant des intervalles d'âges plus restreints, au vu du biais induit par l'approximation de certaines dates de naissance.

1. Étude générale

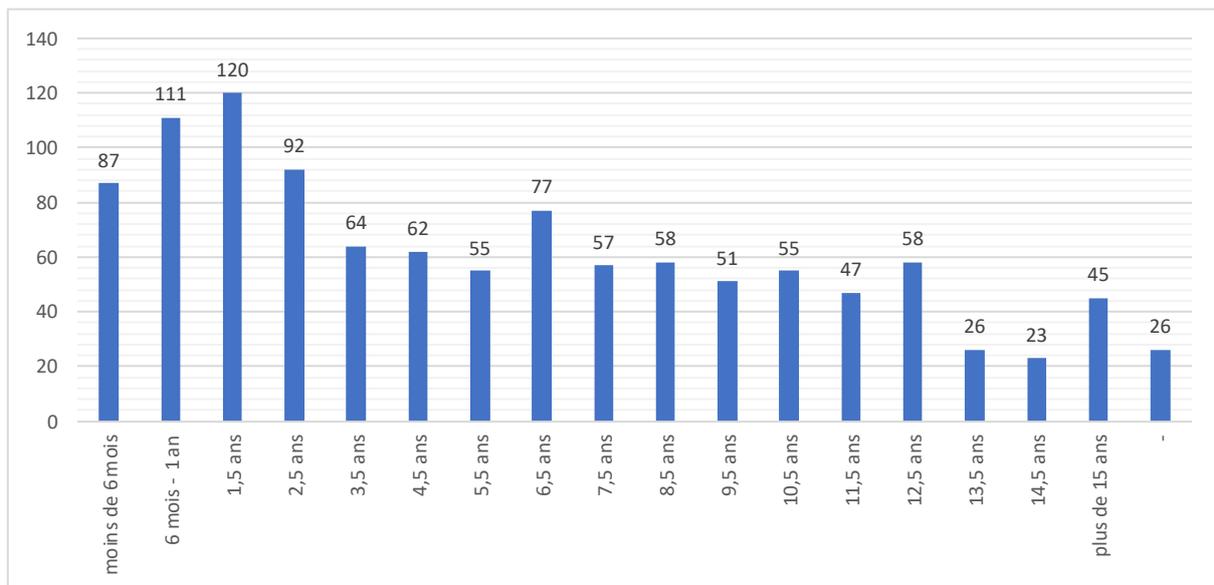


Figure 35 : Répartition de la population selon la tranche d'âge (n=1114)

L'âge des animaux a été classé en 18 catégories différentes dans la figure 35.

On voit une augmentation progressive de la quantité d'animaux par tranches d'âge entre 0 et 1,5 ans, avec un maximum atteint à 1,5 ans. Il y a ensuite une diminution par 2 en 2 ans. La quantité d'animaux se stabilise ensuite à environ 60 animaux par tranche d'âge jusqu'à 13,5 ans où la quantité diminue encore par 2. Enfin, 45 animaux ont plus de 15 ans (4,0%). On peut noter une augmentation isolée de la quantité d'animaux de 6,5 ans par rapport à la moyenne des tranches d'âges à proximité. 26 animaux n'avaient pas de date de naissance indiquée (dernière catégorie '-').

L'étude de la significativité montre qu'il n'y a pas d'écart entre les effectifs d'âges.

2. Sexe des animaux selon l'âge et l'espèce

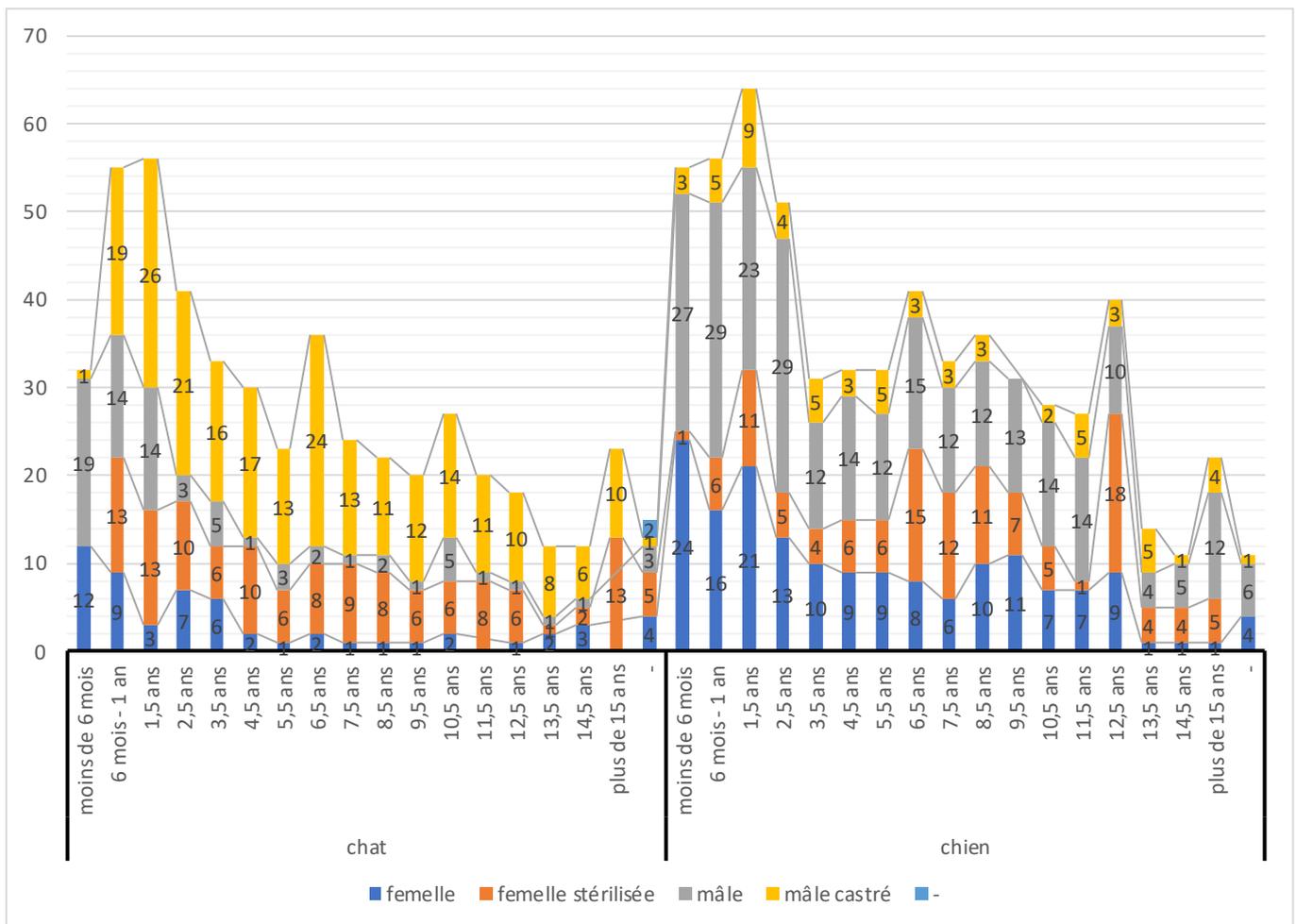


Figure 36 : Évolution du sexe de la population selon l'âge et l'espèce (n=1114)

En étudiant le sexe selon l'âge et l'espèce avec la figure 36, nous retrouvons l'augmentation de la quantité d'animaux jeunes ainsi que le pic à 6,5 ans comme vu précédemment.

En revanche, il semble que la population de chats diminue plus linéairement avec l'âge que la population de chiens, qui paraît stable aux alentours de 32 chiens entre 3,5 et 12,5 ans, et décline très fortement ensuite.

Il est à noter également que la quantité de chats de plus de 15 ans (23) est plus importante que la quantité de chiens de plus de 15 ans (22), alors qu'il y a plus de chiens (615) que de chats (497). Ceci représente donc un écart de proportion des chats de plus de 15 ans (4,6% ; n=23/499) et de chiens de plus de 15 ans (3,6% ; n=22/615).

L'animal le plus vieux de la population étudiée est un chat femelle stérilisée européen de 24 ans, et le plus jeune est un chien femelle malinois de 25 jours.

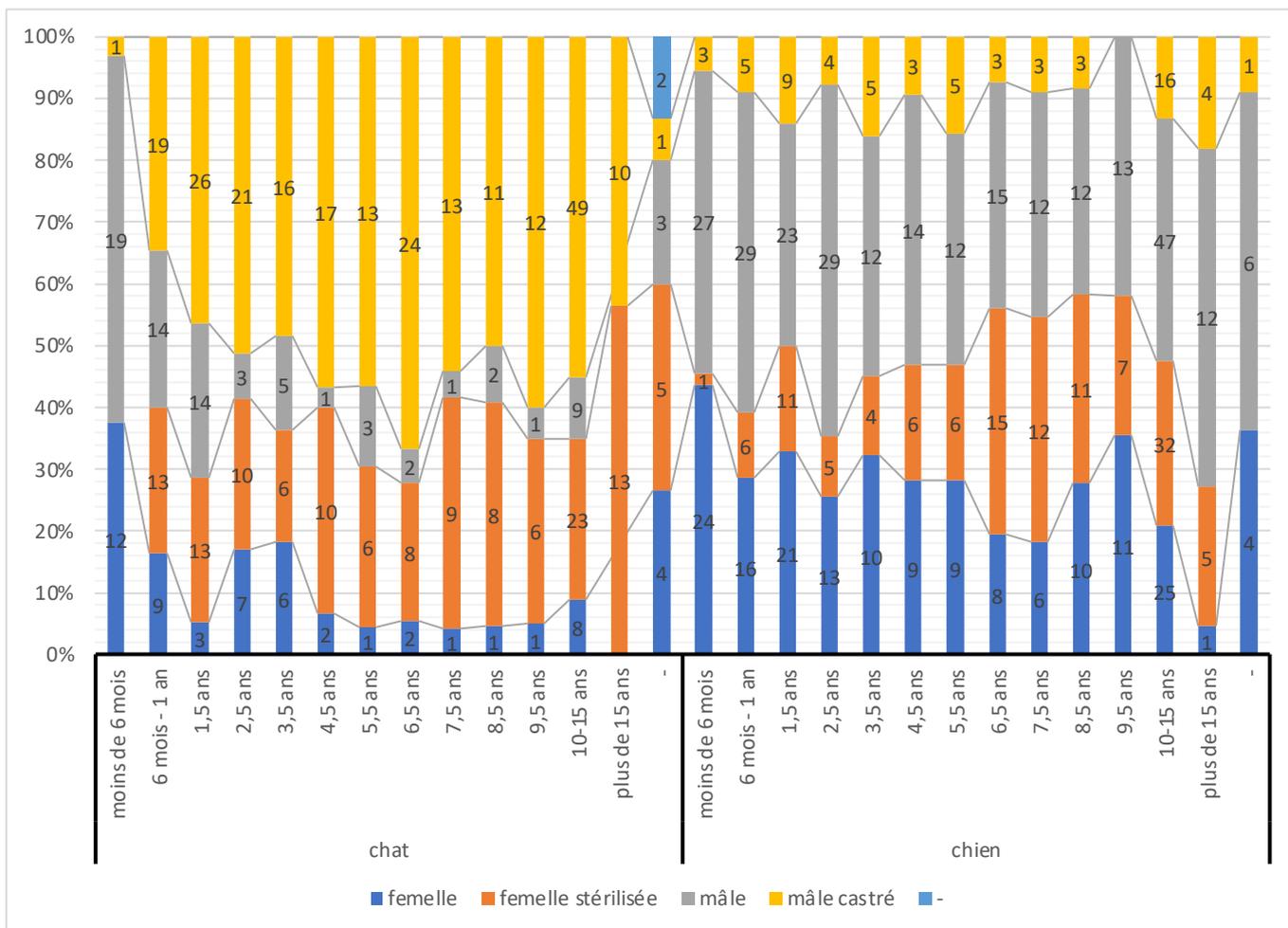


Figure 37 : Évolution du pourcentage du sexe selon l'âge et l'espèce (n=1114)

La figure 37 reprend le principe de la figure 36 et regroupe les tranches d'âge de 10,5 à 14,5 ans afin d'avoir des effectifs plus importants permettant une meilleure analyse statistique, et d'ainsi linéariser les fluctuations dues aux faibles effectifs.

En passant le nombre d'animaux de chaque sexe en pourcentage de la tranche d'âge de l'espèce, il se révèle une tendance difficilement perçue sur la figure précédente. Il apparaît l'évolution de la part respective de chaque sexe dans la population de chaque espèce. Ainsi, la population de chats mâles entiers passe de 59,3% (=19/32) à moins de 6 mois à 25,5% (=14/55) à l'âge de 1,5 ans et diminue rapidement tous les ans jusqu'à ne représenter que 3,3% (=1/30) à l'âge de 4,5 ans. Concernant les femelles, il en est de même puisqu'elles représentent 37,5% (=12/32) à moins de 6 mois alors qu'il n'y en a plus que 4,3% (=1/23) à l'âge de 5,5 ans.

Au contraire chez les chiens, la proportion de mâles entiers reste stable et élevée, aux alentours de 30 à 40%. La proportion de femelles stérilisées augmente légèrement tous les ans, et plus fortement à partir de 4,5 ans. Ceci dans des proportions moindres que celles de femelles chats.

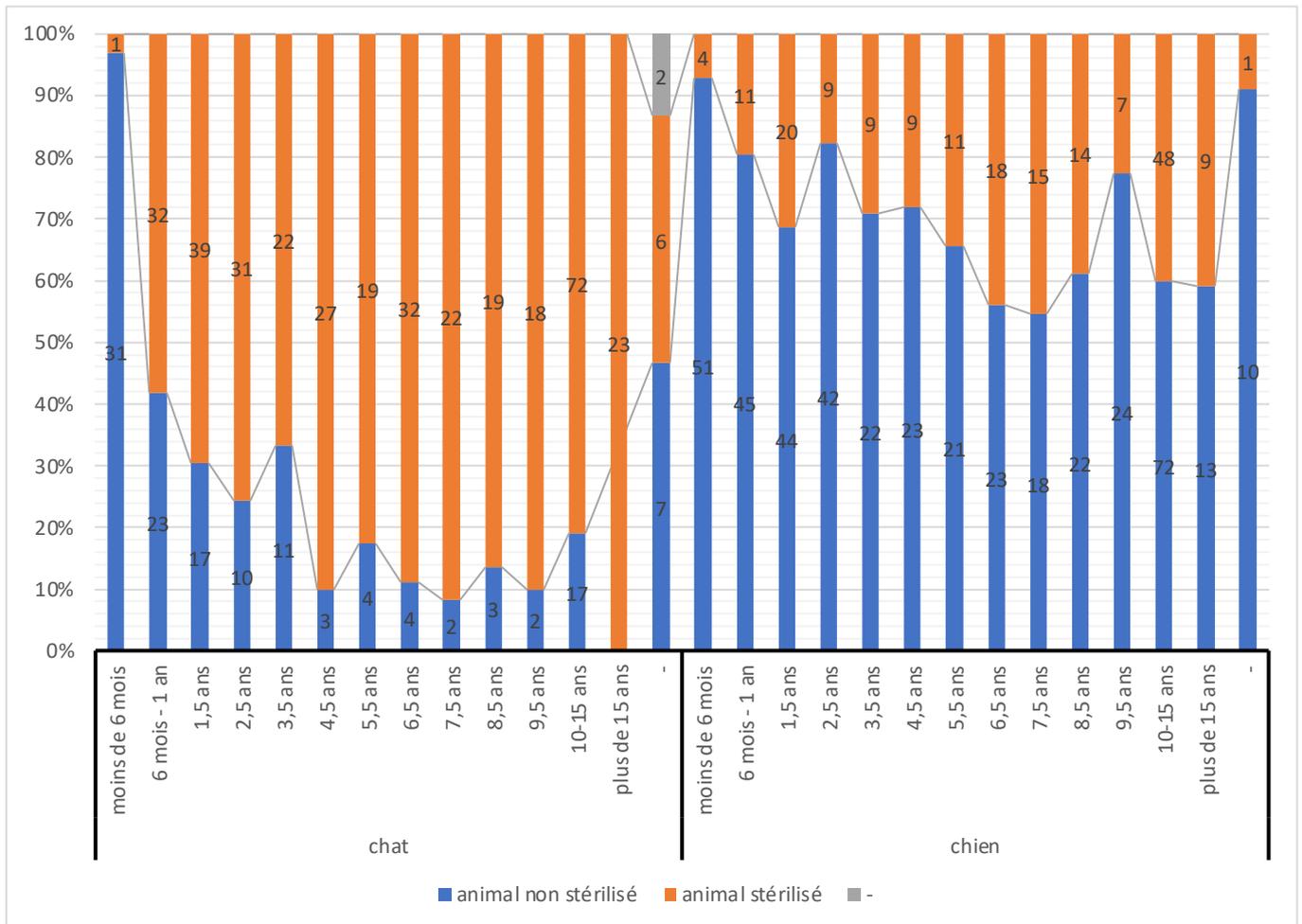


Figure 38 : Évolution de la proportion d'animaux stérilisés selon l'âge et l'espèce (n=1114)

La figure 38 montre la répartition des animaux stérilisés et non stérilisés selon l'âge et l'espèce, et met en évidence ce qui a été évoqué précédemment. On remarque que la situation est inversée selon l'espèce puisqu'à l'âge d'1,5 ans, la population de chats stérilisés est déjà de 70% (=39/56), alors qu'à cet âge-là, seulement 31% (20/64) des chiens le sont. Le maximum d'animaux stérilisés est atteint au même âge (7,5 ans) mais sont moitié moins nombreux chez les chiens (45%, 15/33) que chez les chats (92%, 22/24). Notons que les chats de plus de 15 ans sont tous stérilisés.

F. Étude des motifs de consultation aux urgences

1. Étude globale

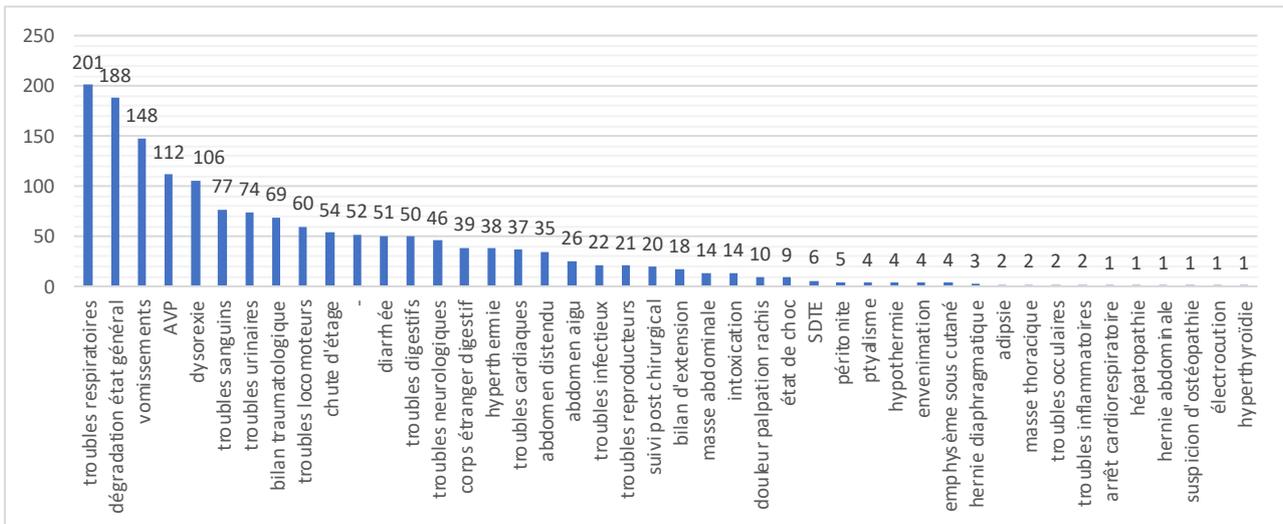


Figure 39 : Représentation du nombre de motifs de consultation (n=1635)

Les motifs des 1114 consultations ont été synthétisés et regroupés afin de réduire le nombre de motifs différents et permettre une analyse statistique. La figure 39 permet ainsi de présenter les 1635 motifs regroupés en 44 catégories, un même animal pouvant avoir plusieurs motifs de consultation. Le principal motif quel que soit l'espèce et le sexe est un trouble respiratoire. Viennent ensuite la dégradation de l'état général, et les vomissements. Ces 3 catégories regroupent 537 motifs, soit 33% du total. Les accidents de la voie publique (AVP) sont le 4^{ème} plus fréquent motif de consultation.

Les 5 premières catégories représentent 755 motifs, soit 46,2% du total. Les 10 premières catégories regroupent 1089 motifs (66,6% du total), et les 20 premières 1485 motifs (90,83% du total).

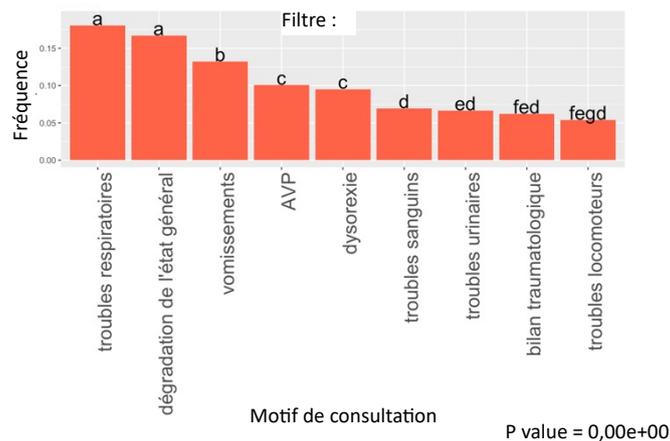


Illustration 3 : Étude statistique des motifs de consultation

L'étude statistique des motifs de consultation en illustration 3 confirme que les troubles respiratoires et la dégradation de l'état général sont les deux principaux motifs statistiquement plus fréquents que les autres. Les vomissements constituent la deuxième fréquence de motif de consultation. Les accidents de la voie publique et la dysorexie sont statistiquement moins fréquents.

2. Motifs de consultation selon l'espèce

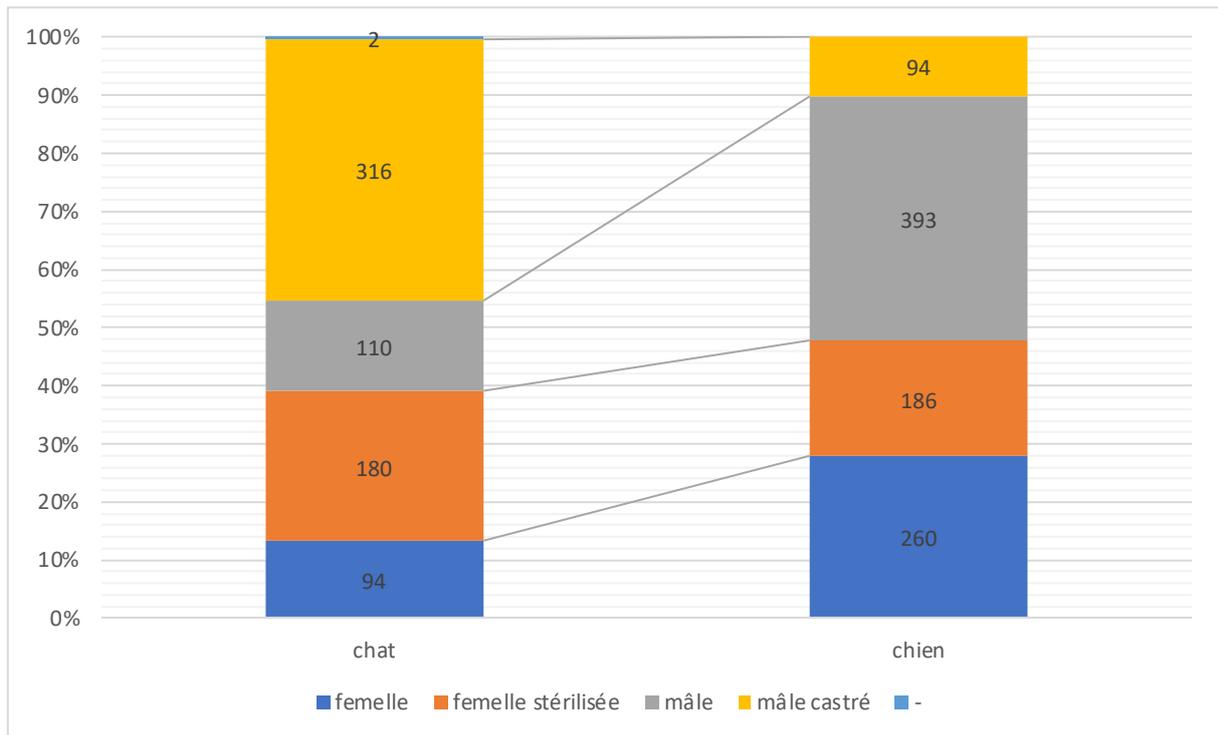


Figure 40 : Nombre de motifs de consultation selon l'espèce et le sexe (n=1635)

La figure 40 nous montre que la répartition des motifs selon l'espèce et le sexe est similaire à la répartition du nombre d'animaux selon ces mêmes critères (figure 28). Nous pouvons à présent étudier les motifs de consultations en fonction de ces deux critères. Notons qu'il y a 702 motifs concernant les chats, et 933 concernant les chiens, soit respectivement 42,9% et 57,1%.

3. Motifs de consultation selon l'espèce et le sexe

Chat							
Chat femelle	n	Chat femelle stérilisée	n	Chat mâle	n	Chat mâle castré	n
Dégradation de l'état général	16	Troubles respiratoires	27	Troubles respiratoires	22	Troubles respiratoires	47
Dysorexie	11	Dégradation de l'état général	20	Dégradation de l'état général	17	Dégradation de l'état général	34
Vomissements	10	Vomissements	20	Troubles locomoteurs	8	Troubles urinaires	29
Troubles respiratoires	10	AVP	16	Chute d'étage	8	Troubles sanguins	26
Chute d'étage	10	Chute d'étage	13	AVP	7	AVP	24
Bilan traumatologique	5	Dysorexie	10	Troubles urinaires	7	Dysorexie	23
Troubles sanguins	4	Bilan traumatologique	9	Vomissements	5	Vomissements	22
Hyperthermie	4	Troubles urinaires	9	Bilan traumatologique	5	Chute d'étage	20
Troubles digestifs	3	Troubles sanguins	7	-	5	Bilan traumatologique	18
AVP	3	-	7	Troubles cardiaques	3	Troubles locomoteurs	13
Chien							
Chien femelles	n	Chien femelle stérilisée	n	Chien mâle	n	Chien mâle castré	n
Dégradation de l'état général	27	Dégradation de l'état général	21	Troubles respiratoires	45	Vomissements	15
Vomissements	27	Troubles respiratoires	20	Dégradation de l'état général	45	Dégradation de l'état général	8
Troubles respiratoires	22	Vomissements	16	AVP	34	Troubles neurologiques généraux	7
Dysorexie	21	Troubles digestifs	14	Vomissements	33	Troubles respiratoires	7
Troubles reproducteurs	17	Troubles sanguins	14	Dysorexie	22	Abdomen distendu	6
AVP	17	Dysorexie	11	Bilan traumatologique	19	Diarrhée	6
Diarrhée	14	Abdomen distendu	10	Troubles neurologiques généraux	17	Dysorexie	5
Suspicion corps étranger digestif	12	Troubles neurologiques généraux	9	Troubles locomoteurs	17	Troubles sanguins	4
-	12	Troubles locomoteurs	6	Diarrhée	15	Suspicion corps étranger digestif	4
Hyperthermie	9	Diarrhée	6	Troubles urinaires	14	Troubles cardiaques	4

Tableau 4 : Comparaison des 10 principaux motifs de consultation selon le sexe et l'espèce (n=1189)

Le tableau 4 synthétise l'étude précédente en comparant les 10 principaux motifs de consultations selon le sexe et l'espèce. Ceci regroupe 1189 motifs, soit 72,7% du total des motifs (=1189/1635). Les cases grisées correspondent à des motifs n'étant présents que dans un seul sexe d'une même espèce. L'étude exhaustive selon chaque sexe de chaque espèce est précisée dans la partie annexe (annexes 8 à 15).

Pour les chats, la chute d'étage apparaît dans chaque sexe, plus importante chez les mâles et constitue le 4^{ème} motif de consultation. Les accidents de la voie publique (AVP) sont plus fréquents chez les femelles stérilisées, étant le 4^{ème} motif de consultation. Cela constitue le 5^{ème} chez les mâles et mâles castrés, et le 10^{ème} chez les chats femelles. Enfin, il n'y a que 3 motifs de consultations qui ne sont retrouvés que dans un des sexes de chats

Concernant les chiens, la chute d'étage ne fait pas partie des 10 principaux motifs. Les 3 premiers motifs de consultations sont globalement les mêmes, c'est-à-dire une dégradation de l'état général, des troubles respiratoires, et des vomissements. Cependant, les AVP n'apparaissent que deux fois, chez le chien mâle en 3^{ème} catégorie, et chez les femelles en 6^{ème} catégorie. De plus, il y a 7 motifs qui ne sont retrouvés que dans un seul sexe chez le chien, alors qu'il n'y en avait que 3 chez le chat. Il y a donc une plus grande diversité de motifs lorsque l'on fait abstraction des 3 premiers motifs de consultation.

G. Étude du nombre de localisations différentes

1. Étude générale

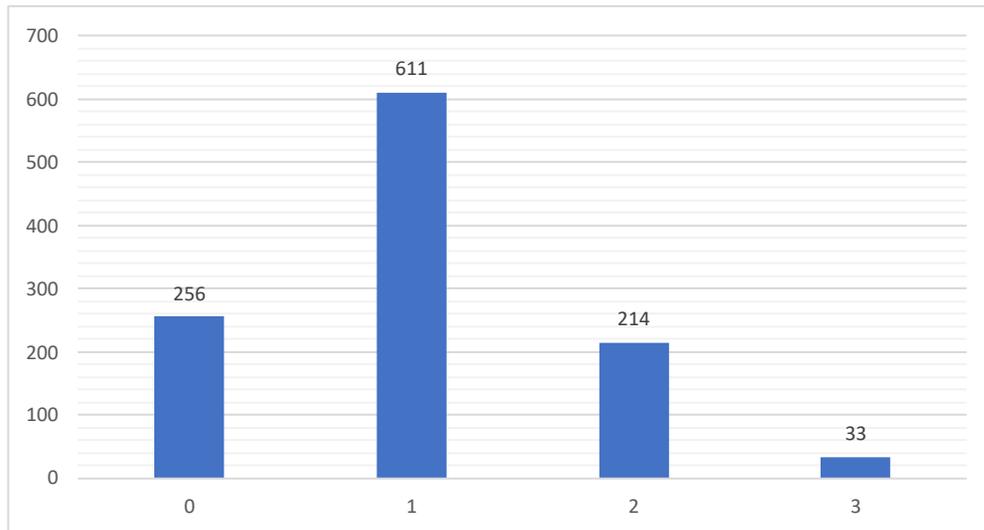


Figure 41 : Répartition du nombre de localisations différentes (n=1114)

La figure 41 présente la répartition des nombres de localisations atteintes par animal pour les 1114 consultations étudiées. Le nombre d'atteintes est généralement d'un compartiment par animal (thorax, os, ou abdomen), puisqu'une seule localisation est atteinte pour 611 consultations, soit 54,8% des consultations. La valeur moyenne globale de localisations atteintes est de 1,02.

Nous verrons dans une prochaine partie quelle est la localisation la plus concernée.

2. Étude selon la période

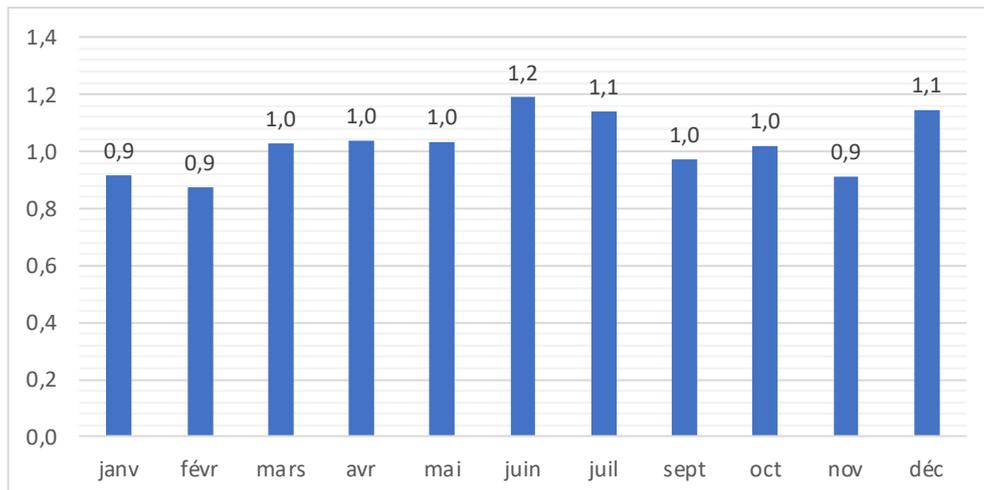


Figure 42 : Évolution annuelle de la moyenne des nombres de localisations sur la période de l'étude (n=1114)

La figure 42 représente la moyenne des nombres de localisations par cas, calculée à partir des 4 années de l'étude. Il ne semble pas y avoir d'évolution selon les mois.

3. Étude selon l'espèce

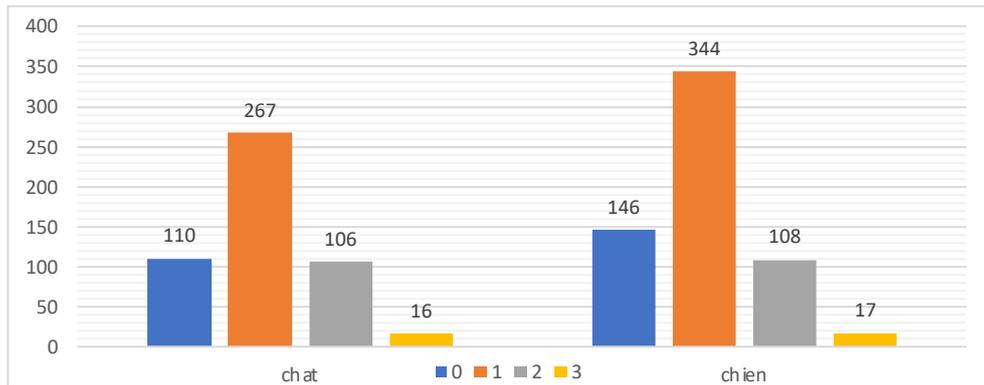


Figure 43 : Répartition du nombre de localisations atteintes selon l'espèce (n=1114)

La figure 43 montre que la répartition du nombre de localisations atteintes est similaire selon les espèces. Une seule localisation est principalement atteinte chez les deux espèces.

Cependant, chez le chat, il y a quasiment autant d'animaux présentant 2 localisations atteintes que d'animaux n'en ayant aucune. Ces deux catégories représentent respectivement 106 et 110 animaux, c'est-à-dire 21,2% et 22,0% du total de chats.

En revanche, chez le chien, l'écart entre ces deux valeurs est plus important, puisque 108 chiens ont 2 localisations d'atteintes, alors qu'il y a 146 animaux ne présentant pas de lésions. Cela représente respectivement 17,6% et 23,7% des chiens.

La valeur moyenne du nombre de localisations atteintes selon l'espèce est de 1,06 pour les chats, et 0,99 pour les chiens.

Il semblerait donc que les chats présentent légèrement plus de localisations atteintes par cas que les chiens.

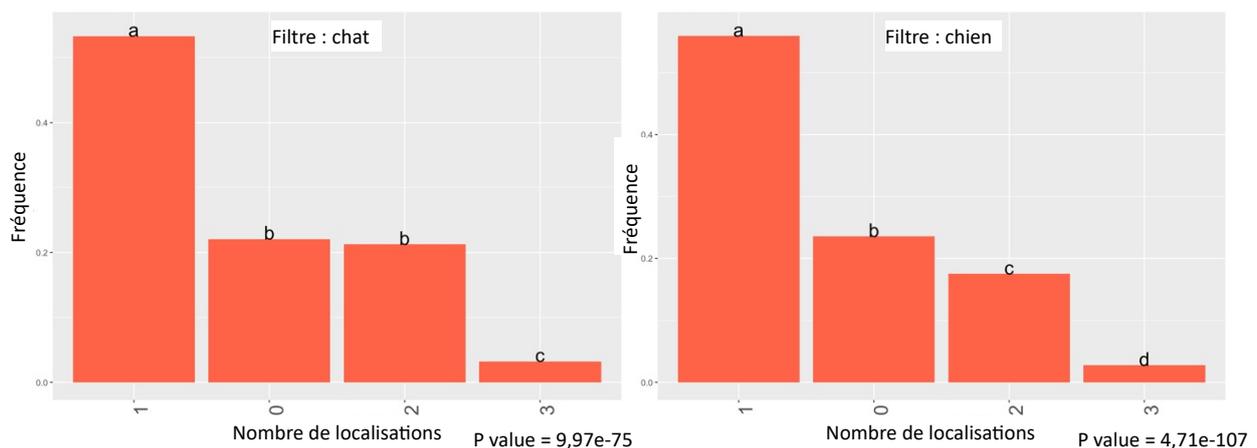


Illustration 4 : Étude statistique du nombre de localisation selon l'espèce

D'après l'illustration 4, l'étude statistique concernant les chats montre qu'il y a significativement plus de cas avec une seule localisation. En revanche, comme supposé, les cas avec 2 atteintes ont une fréquence significativement similaire aux cas où aucune observation n'a eu lieu. Les cas présentant 3 localisations sont significativement moins fréquents. Chez les chiens, il y a significativement plus de cas avec une seule atteinte comme chez les chats, cependant il apparaît plus fréquemment des cas où rien n'est observé, que de cas avec deux observations.

4. Étude selon l'âge

a. Influence de l'âge chez le chat

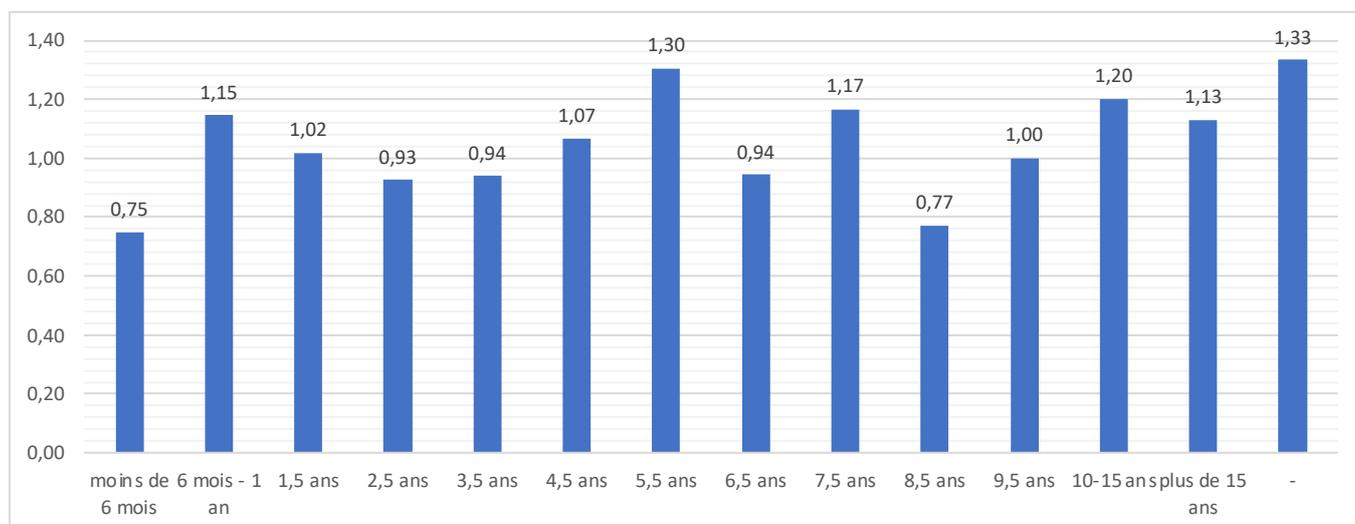


Figure 44 : Répartition du nombre moyen de localisations atteintes selon l'âge chez le chat (n=499)

Selon la figure 44, le nombre moyen de localisations atteintes semble augmenter avec l'âge. En effet, entre 0 et 3,5 ans, le nombre moyen d'atteintes est d'environ 0,96 types d'atteintes par cas, alors que pour les chats de plus de 10 ans, il y a en moyenne 1,17 localisations atteintes.

b. Influence de l'âge chez le chien

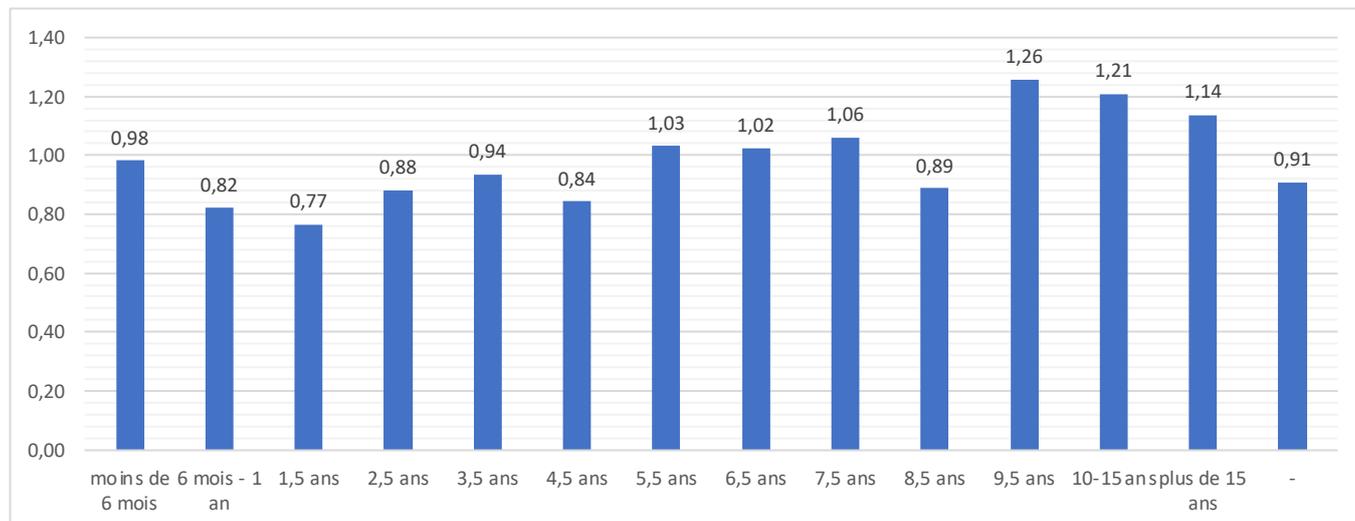


Figure 45 : Répartition du nombre moyen de localisations atteintes selon l'âge chez le chien (n=615)

Concernant les chiens, la figure 45 montre une légère augmentation du nombre moyen de localisations chez le chien avec l'âge. De 0 à 2,5 ans, le nombre moyen de localisations atteintes est de 0,86, et augmente progressivement jusqu'à être de 1,20 pour les animaux au-delà de 9,5 ans.

H. Étude de la localisation 1

1. Étude générale

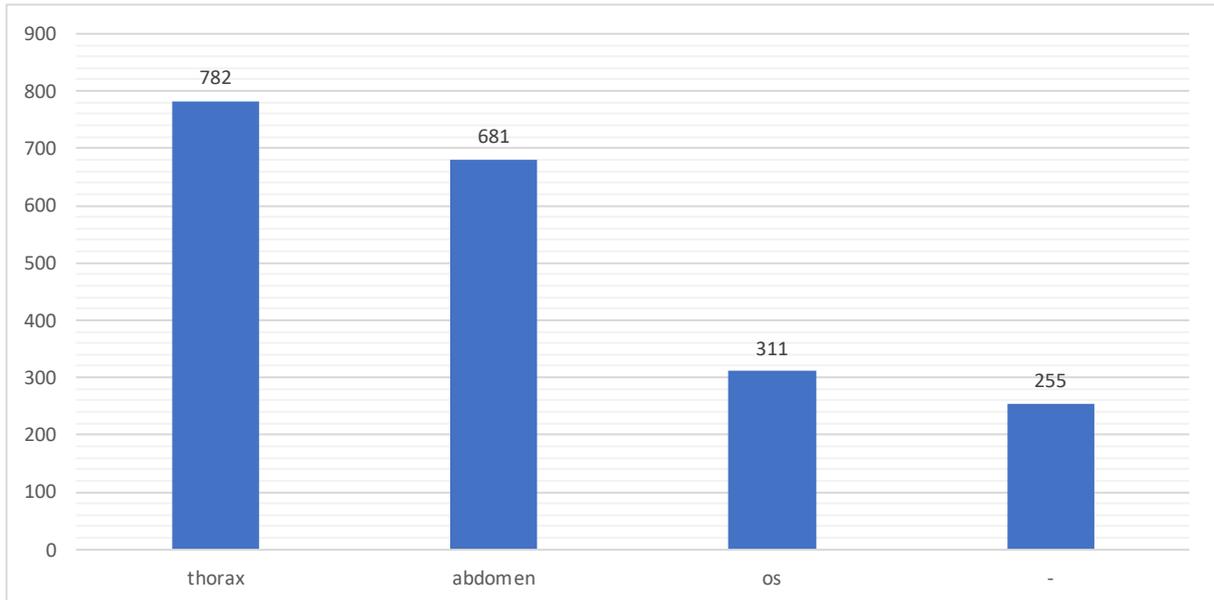


Figure 46 : Répartition de la localisation 1 (n=2029)

L'étude des 1114 conclusions radiographiques a permis de constituer 2029 diagnostics, qui ont tous été localisés selon 3 niveaux de précision. La localisation 1 correspond au premier palier de précision de cette localisation lésionnelle. Cette localisation 1 se décompose en thorax, os, et abdomen.

On voit sur la figure 46 que sur 2029 observations, 782 se situent au niveau du thorax, soit 38,5%. La deuxième localisation est l'abdomen, avec 681 occurrences, soit 33,6%. Enfin, une atteinte osseuse est notée 311 fois, soit 15,3%. Dans 255 cas, aucune lésion n'a été relevée, soit 12,6%.

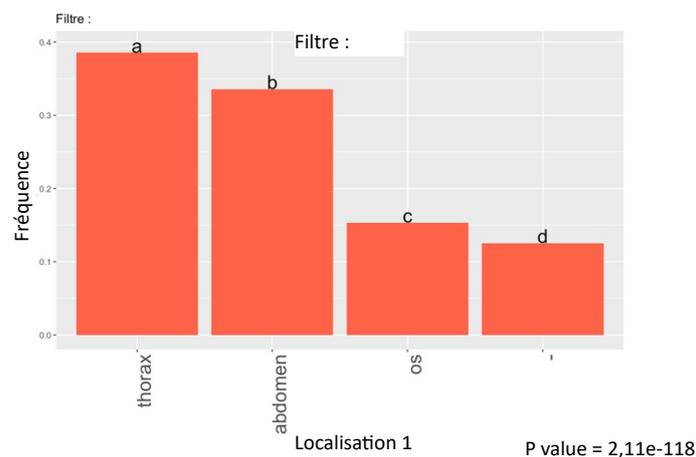


Illustration 5 : Étude statistique des localisations 1

L'étude statistique en illustration 5 montre qu'il y a significativement plus d'atteintes du thorax, puis de l'abdomen. De plus, il est intéressant de noter que l'écart de fréquence entre l'atteinte osseuse et l'absence de lésion est statistiquement significatif.

2. Étude selon l'espèce

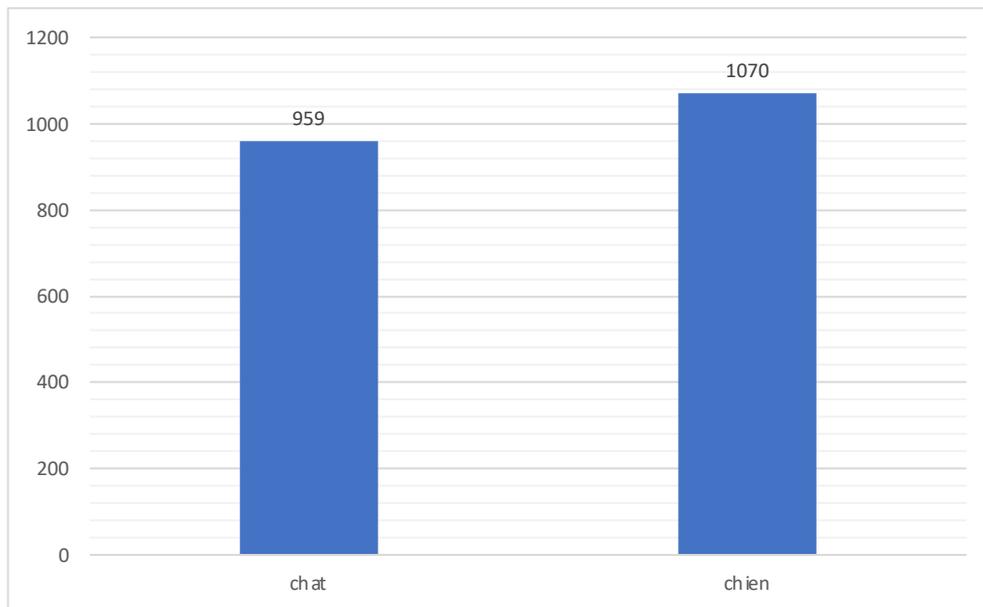


Figure 47 : Répartition de la localisation 1 selon l'espèce (n=2029)

La figure 47 montre que la localisation 1 est à peu près également répartie entre les deux espèces. Il y en a 959 chez les chats (soit 47,3% du total), et 1070 chez les chiens (52,7% du total). Cette répartition est sensiblement la même que la proportion de chats et de chiens dans l'étude, respectivement 44,8% (n=499) et 55,2% (n=615) (figure 25).

Ainsi, il y a 959 atteintes recensées pour 499 chats, soit environ 1,9 atteintes par chats. Concernant les chiens, il y a 1070 atteintes pour 615 animaux, soit 1,7 atteintes par chiens. Ceci nous permet de dire qu'il y a légèrement plus d'atteintes par animal chez les chats que chez les chiens, ce qui est corroboré par la figure 43 vue précédemment.

La différence entre les deux espèces étant néanmoins relativement faible, la comparaison de la localisation des atteintes selon l'espèce pourra être envisagée par la suite.

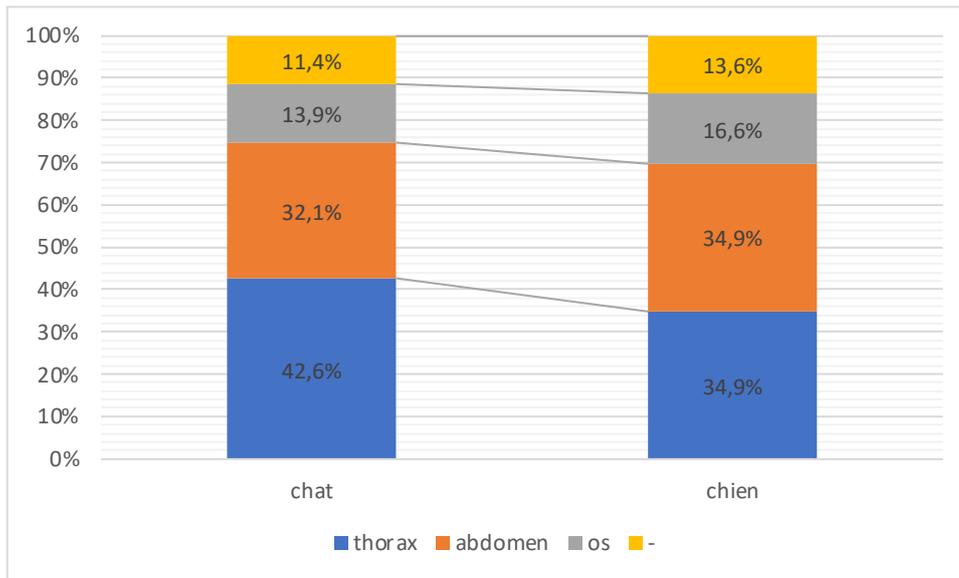


Figure 48 : Répartition proportionnelle des localisations 1 selon l'espèce (n=2029)

Lorsque l'on étudie en détail la proportion de la localisation 1 selon l'espèce, on voit apparaître avec la figure 48 que les affections thoraciques représentent 42,6% des affections des chats (n=409/959) alors que le thorax n'est concerné qu'à 34,9% chez les chiens (n=373/1070). Chez le chien, l'abdomen représente la même proportion, soit 34,9% ; les deux autres catégories représentant environ 30,2% du total. Les chiens ont donc une répartition à peu près égale entre le thorax, l'abdomen, et les deux autres catégories, au contraire des chats dont le thorax est majoritairement atteint, puis l'abdomen, puis les deux autres catégories. La dernière catégorie représente les animaux dont aucune lésion n'a été observée.

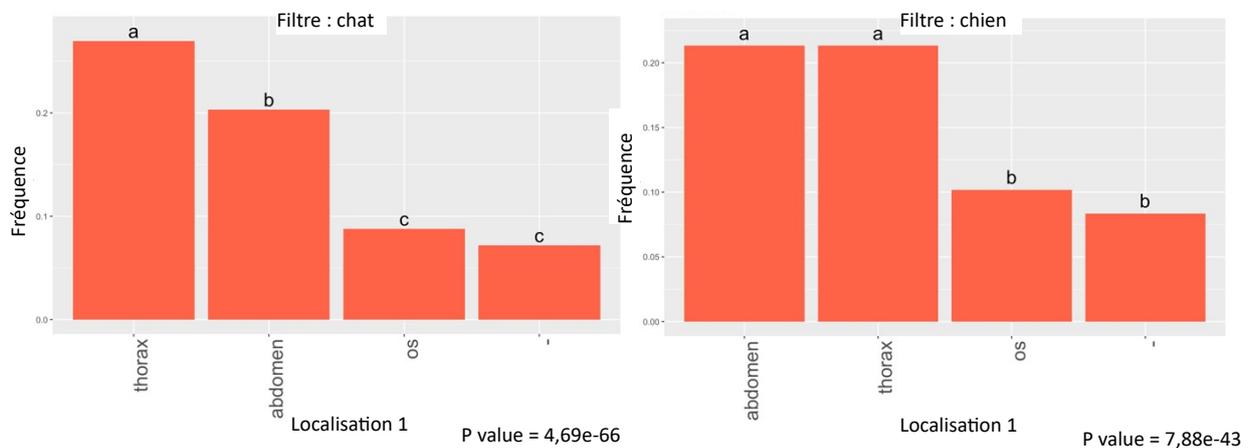


Illustration 6 : Étude statistique des localisations 1 selon l'espèce

L'étude statistique en illustration 6 permet de mettre en évidence que l'écart perçu chez le chat entre la fréquence des atteintes thoraciques et abdominales est statistiquement significatif, ces deux localisations étant plus fréquentes que l'os. Cependant l'os et l'absence de lésion ne présentent pas d'écart significatif. Chez le chien, les valeurs pour le thorax et l'abdomen sont identiques, et significativement plus importantes que pour l'os et l'absence de lésion.

3. Étude selon l'espèce et la période

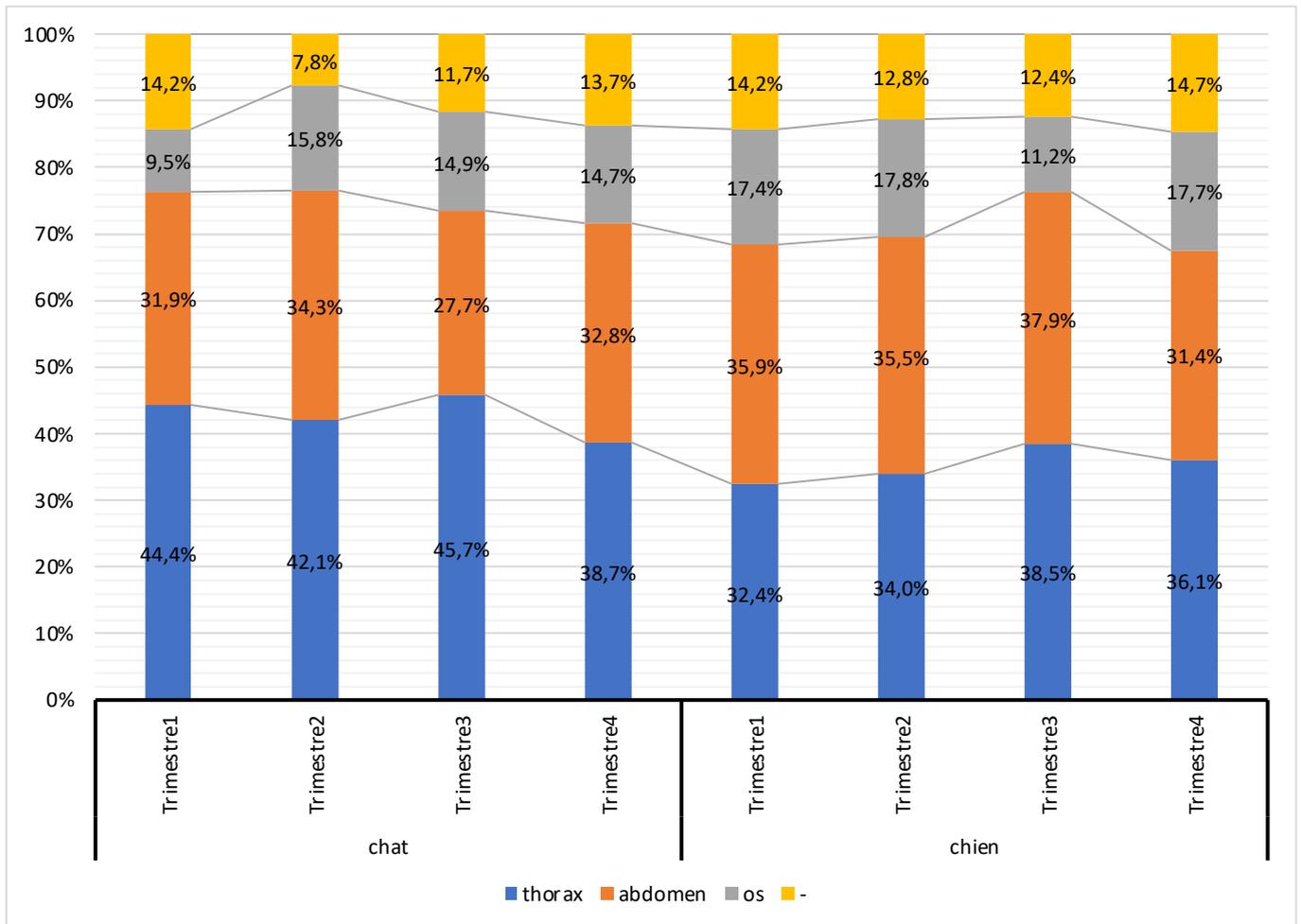


Figure 49 : Évolution de la localisation 1 selon la période et l'espèce (n=2029)

D'après la figure 49, il ne semble pas y avoir d'évolution de la localisation 1 selon les trimestres. Il a également été étudié cette variation selon les années et les mois. Dans les 3 cas, les proportions selon l'espèce vues à la figure 48 sont globalement constantes selon la période.

4. Étude selon l'espèce et le sexe

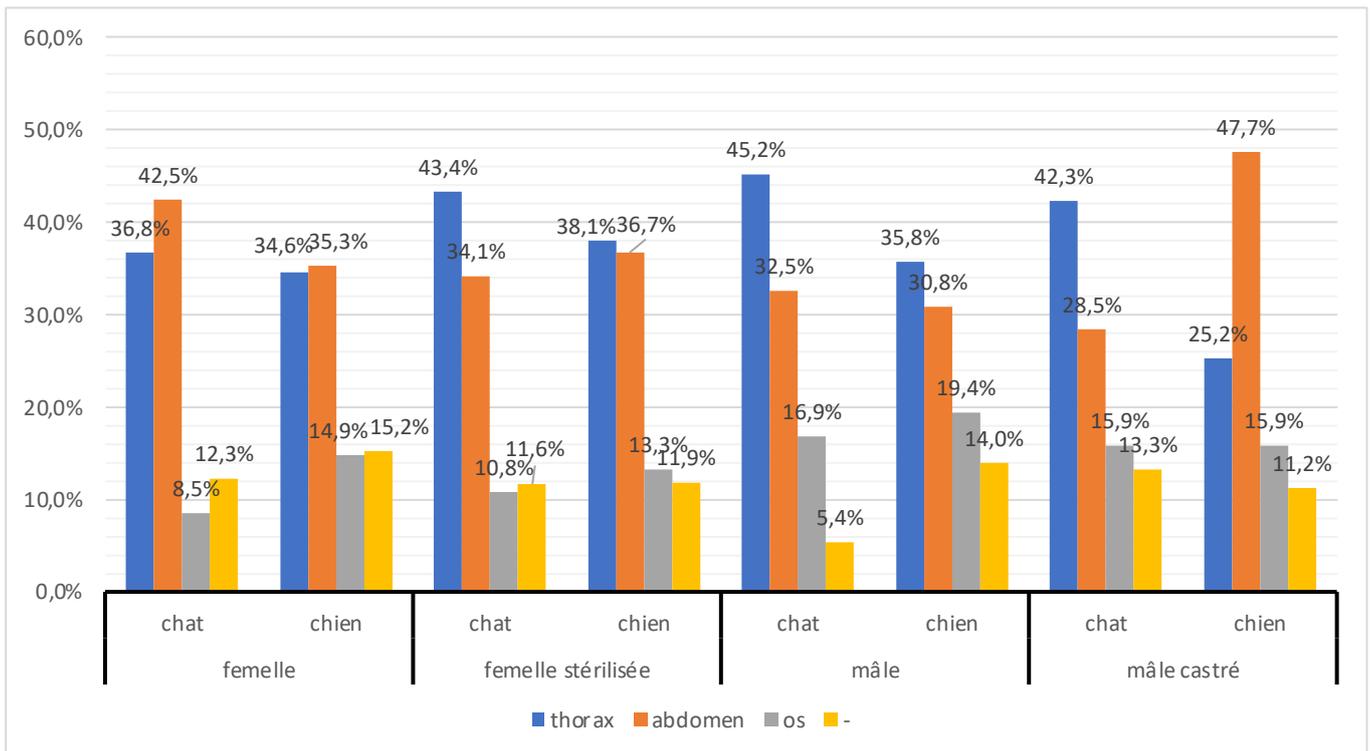


Figure 50 : Répartition des localisations 1 selon le sexe puis l'espèce (n=2026)

La figure 50 présente la répartition des 2026 localisations 1 selon le sexe puis l'espèce. Parmi les 2029 localisations initiales, 3 localisations ont été exclues car faisant référence à un animal dont le sexe était indéterminé. Le pourcentage indiqué est relatif au nombre total de localisations pour ce sexe et cette espèce.

Une première différence apparaît chez les chats femelles, dont l'abdomen est plus souvent atteint (42,5%) que le thorax (36,8%). Ceci est également observé chez les chiens mâles castrés, avec 25,2% d'atteintes thoraciques et 47,7% abdominales. Ce sont ainsi les deux seules catégories dont l'atteinte abdominale est plus importante que l'atteinte thoracique. Ceci est à mettre en lien avec la moindre population de chiens mâles castrés (10,4% ; n=64/615) et de chats femelles (11,4% ; n=57/499) par rapport à l'effectif de l'espèce correspondante.

Une autre différence apparaît sur la droite de cette figure, et concerne les chats mâles castrés. On remarque que 42,3% des atteintes des chats mâles castrés sont localisées au niveau du thorax, et 28,5% au niveau de l'abdomen, au contraire des chiens mâles castrés. Les 2 autres catégories de localisations sont semblables.

5. Étude selon l'âge et l'espèce

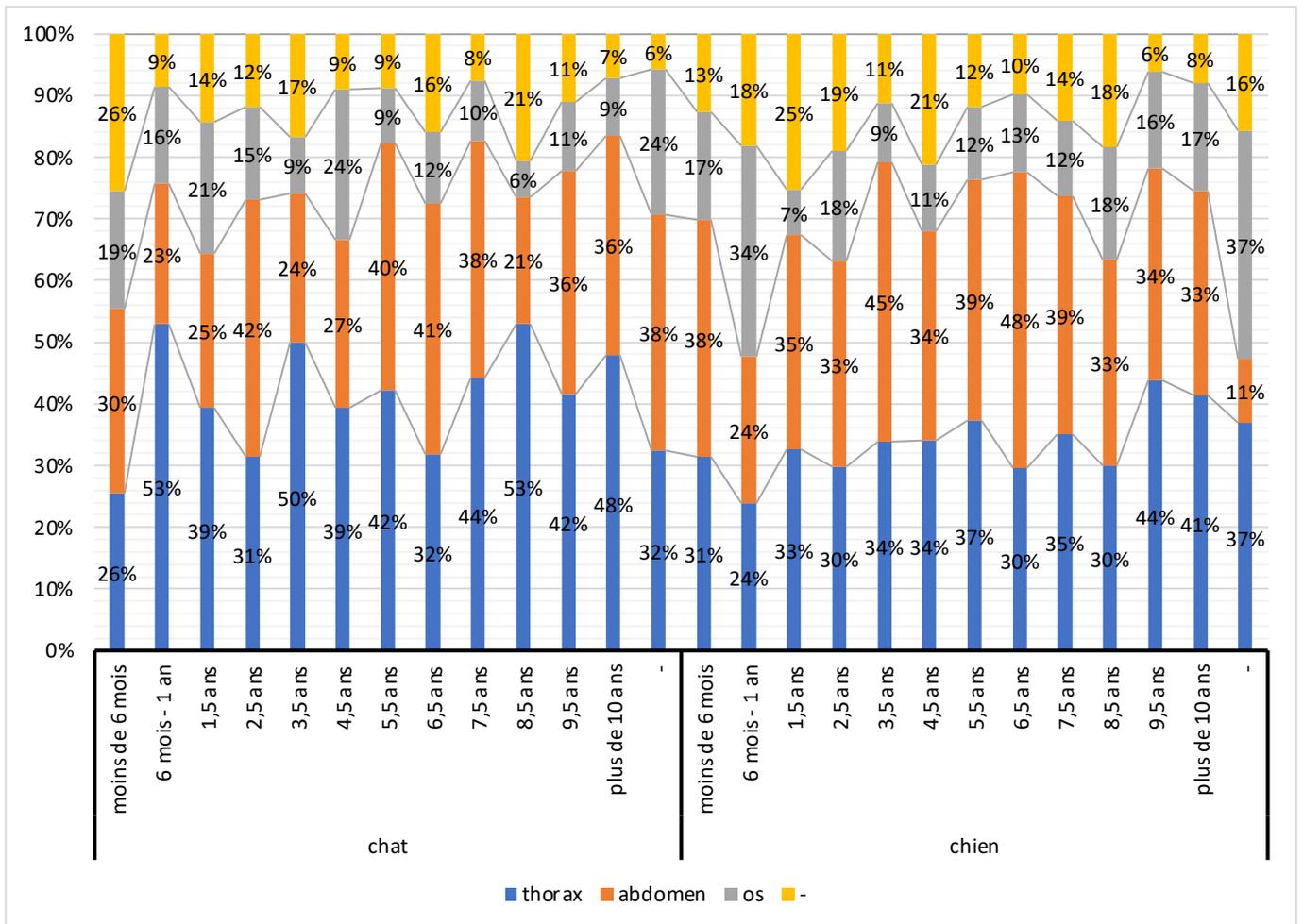


Figure 51 : Évolution de la localisation 1 selon l'espèce et l'âge (n=2029)

La figure 51 présente l'évolution de la répartition des localisations 1 en fonction de l'âge et de l'espèce. Il ne semble pas y avoir de variations de la répartition de la localisation 1 selon l'âge de l'animal.

I. Étude de la localisation 2

1. Étude générale de la localisation 2

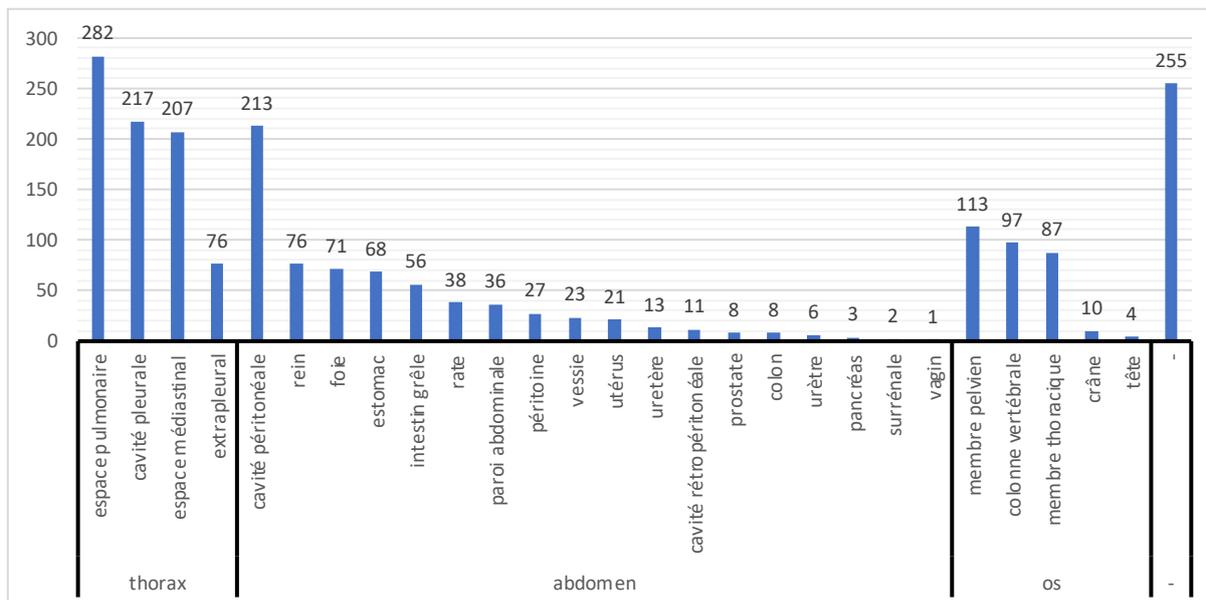


Figure 52 : Répartition des atteintes selon la localisation 2 (n=2029)

La figure 52 précise la figure 46 selon la localisation 2.

Au niveau du thorax, les 782 affections se décomposent en 4 localisations 2. Le principal lieu d'atteinte est l'espace pulmonaire, avec 282 lésions, soit 36,1% des lésions thoraciques. Ensuite la cavité pleurale regroupe 217 lésions (27,7% du thorax). La troisième zone d'atteinte est l'espace médiastinal avec 207 atteintes (26,5% du thorax). L'espace extrapleurale est le moins fréquemment touché (9,7% du thorax).

La deuxième localisation est l'abdomen, avec 681 occurrences, soit 33,6% du total. La cavité péritonéale est de loin la localisation 2 la plus touchée de l'abdomen, avec 213 atteintes, soit 31,3% des lésions abdominales. Les 68,7% restants sont répartis entre les 18 autres localisations abdominales, dont le rein, le foie et l'estomac ayant chacun environ 10% des lésions abdominales.

Enfin, une atteinte osseuse est notée 311 fois, soit 15,3% du total. Ceci arrive majoritairement sur le membre pelvien (36,3% des lésions osseuses), puis sur la colonne vertébrale (31,2%). Le membre thoracique et le crâne regroupent respectivement 28,0% et 3,2% des lésions osseuses. Enfin, la tête recense 4 lésions.

Dans 255 cas, aucune observation n'a été relevée, soit 12,6%.

L'étude statistique des atteintes thoraciques montre que l'espace pulmonaire est significativement plus souvent atteint que les autres compartiments. La cavité pleurale et l'espace médiastinal représentent la même fréquence lésionnelle, et la localisation extrapleurale est la localisation thoracique la moins souvent atteinte. Concernant l'abdomen, seule la cavité péritonéale est significativement plus fréquemment atteinte que les autres localisations abdominales. Enfin, concernant la localisation osseuse, le membre pelvien est plus souvent atteint que le membre thoracique. Cependant, la fréquence d'atteinte de la colonne vertébrale n'est pas significativement différente de celles des membres thoracique et pelvien.

2. Étude de la localisation 2 selon l'espèce

a. Atteinte thoracique

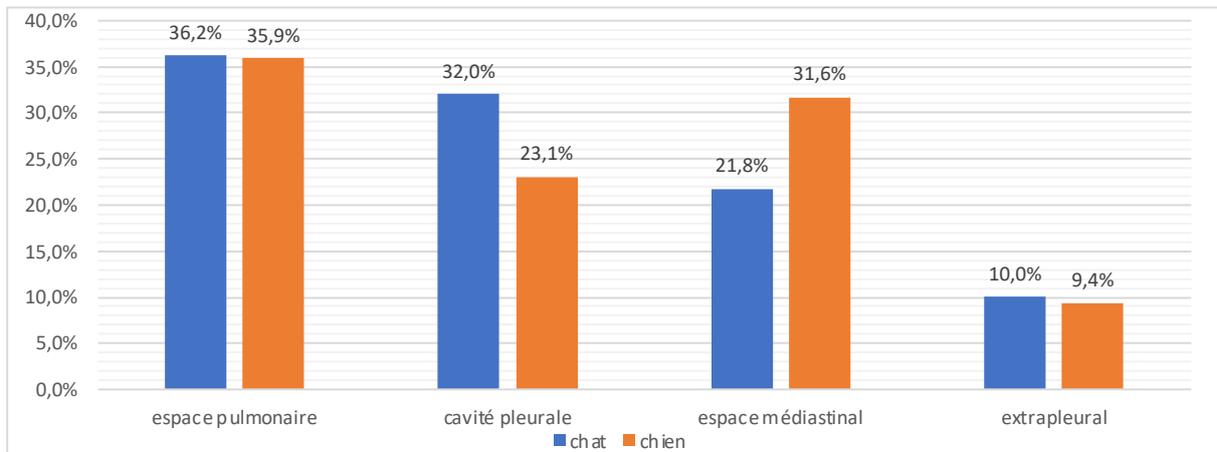


Figure 53 : Répartition des atteintes thoraciques selon le total de l'espèce (n=782)

La localisation thoracique concerne 782 affections, réparties à 52,3% (n=409) chez le chat, et 47,7% (n=373) chez le chien. Les valeurs indiquées sur la figure 53 représentent le pourcentage de la localisation 2 dans les atteintes thoraciques de l'espèce concernée.

On remarque chez les deux espèces que l'espace pulmonaire est le plus touché, respectivement 36,2% et 35,9% des affections thoraciques des chats et des chiens. Cependant, la deuxième localisation 2 la plus fréquente chez le chat est la cavité pleurale avec 131 atteintes (32,0% des atteintes thoraciques du chat), alors que chez le chien il s'agit de l'espace médiastinal avec 118 atteintes (31,6% des atteintes thoraciques du chien). Enfin, le compartiment extrapleurale est le moins atteint chez les deux espèces.

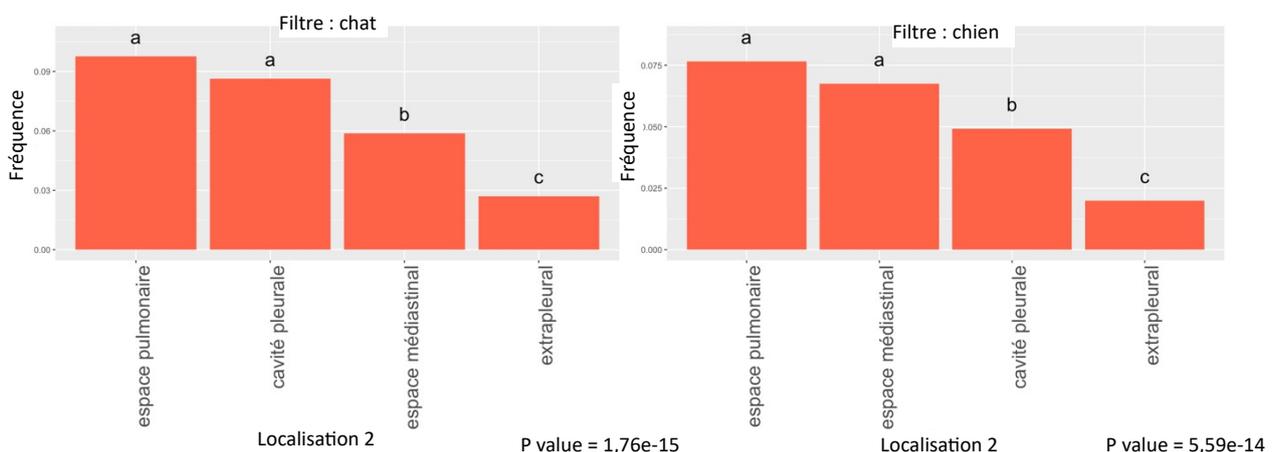


Illustration 7 : Étude statistique des localisations 2 thoraciques selon l'espèce

L'étude statistique en illustration 7 montre que la tendance perçue sur la figure 53 se vérifie statistiquement, puisque l'espace pulmonaire et la cavité pleurale sont significativement plus atteints que l'espace médiastinal, lui-même plus atteint que l'extrapleurale. En revanche chez le chien, la fréquence d'atteinte pulmonaire est cette fois la même que celle de l'espace médiastinal, dont les fréquences sont significativement plus élevées que celle de la cavité pleurale, elle-même plus importante que la fréquence d'atteinte de la localisation extrapleurale.

b. Atteinte abdominale

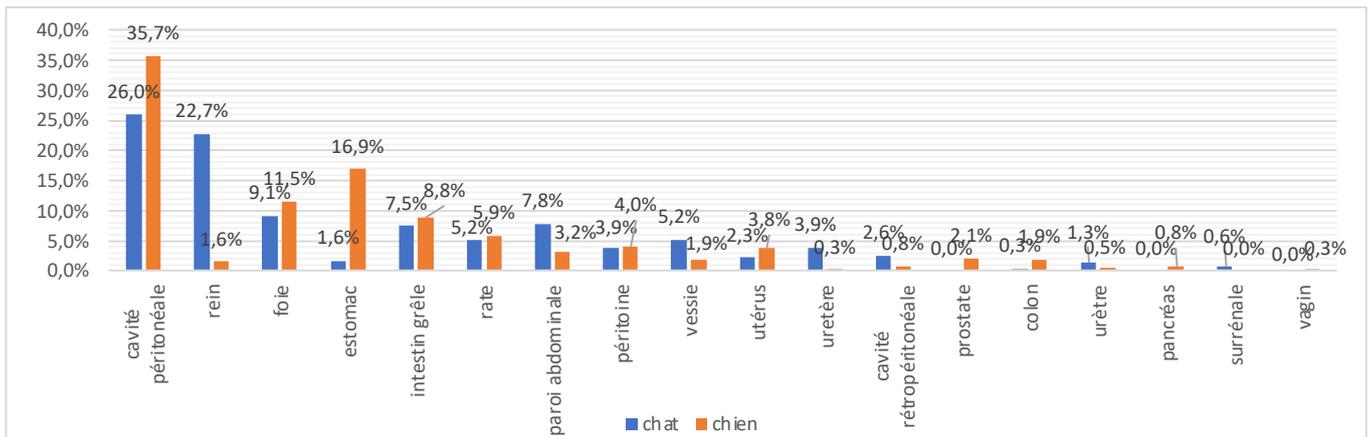


Figure 54 : Répartition des atteintes abdominales selon le total de l'espèce (n=681)

La figure 54 représente les proportions respectives de chaque localisation 2 abdominale par rapport au nombre total d'atteintes abdominales de l'espèce correspondante. Il y a 681 atteintes abdominales, dont 308 chez des chats (45,2%) et 373 chez des chiens (54,8%).

Les atteintes abdominales présentent de nombreuses différences selon l'espèce. La cavité péritonéale est la localisation abdominale principale chez les deux espèces. Cependant, sa valeur est bien différente selon l'espèce puisque cela regroupe 26,0% (n=80) des affections abdominales chez le chat, contre 35,7% (n=133) des affections abdominales du chien. De plus, le rein est largement plus souvent touché chez le chat que chez le chien, respectivement 22,7% (n=70) et 1,6%. (n=6) Au contraire, l'estomac représente une part plus importante des pathologies abdominales du chien (16,9% ; n=63) que du chat (1,6% ; n=5). Le foie et l'intestin grêle concernent en revanche un pourcentage plus similaire selon l'espèce.

Enfin, certaines localisations moins fréquentes sont plutôt rencontrées chez une espèce que chez une autre, comme la paroi abdominale, la vessie, l'utérus, ou encore l'urètre.

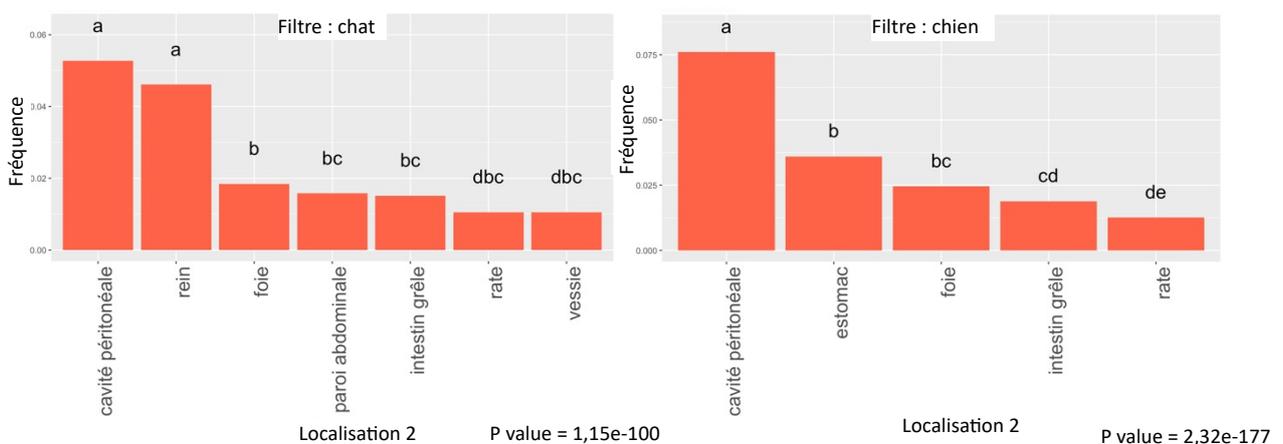


Illustration 8 : Étude statistique de la localisation 2 abdominale selon l'espèce

L'étude statistique en illustration 8 des atteintes abdominales chez le chat montre que la cavité péritonéale et le rein sont significativement plus souvent atteints que les autres localisations abdominales. Chez le chien, seule la cavité péritonéale est significativement plus fréquente que les autres localisations abdominales.

c. Atteinte osseuse

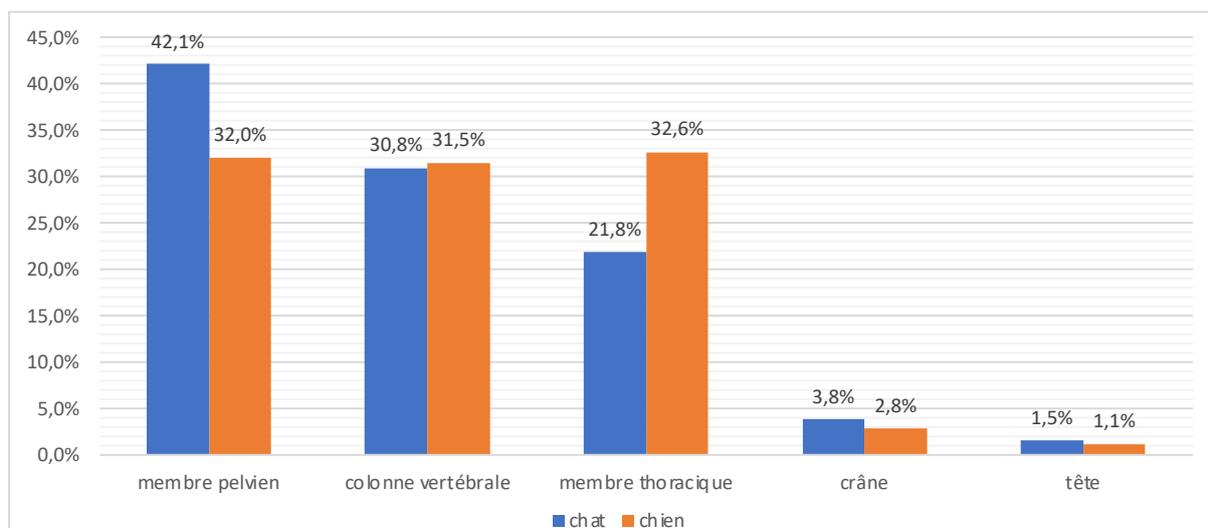


Figure 55 : Répartition de la proportion des localisation osseuses selon l'espèce (n=311)

La figure 55 reprend le principe de la figure précédente et présente le pourcentage de la localisation 2 osseuse selon le total de l'espèce correspondante. La localisation osseuse regroupe 311 atteintes, dont 42,8% sont diagnostiquées chez des chats (n=133) et 57,2% chez des chiens (n=178).

Il apparaît ainsi nettement que chez le chat, il y a plus d'atteintes du membre pelvien (42,1% ; n=56), que d'atteintes de la colonne vertébrale (30,8% ; n=41) et que d'atteintes du membre thoracique (21,8% ; n=29). En revanche, ces 3 localisations sont quasi également réparties chez le chien, représentant toutes les 3 un peu plus de 30%. Les autres localisations, le crâne et la tête, sont rares dans les 2 espèces.

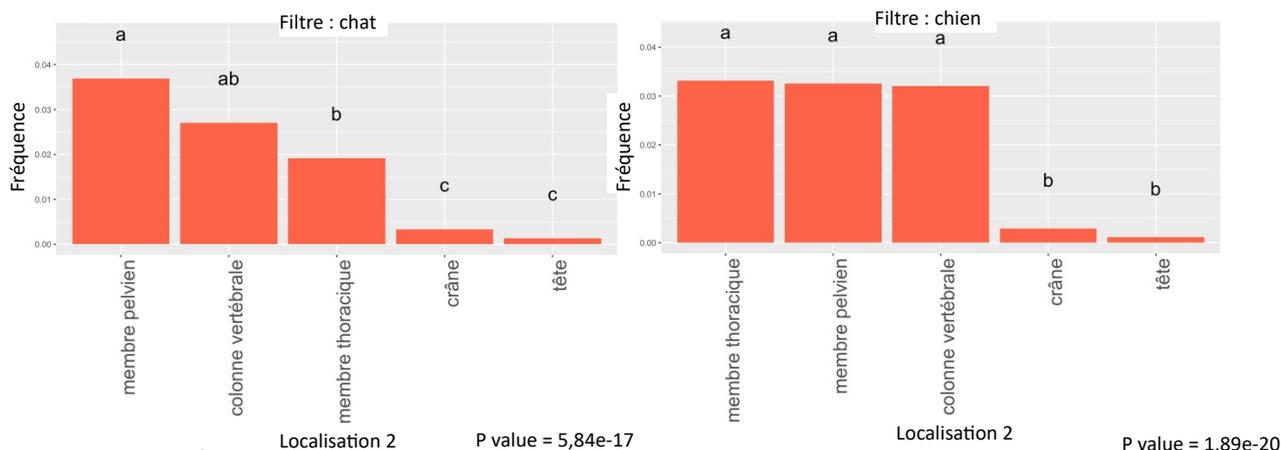


Illustration 9 : Étude statistique de la localisation 2 osseuse selon l'espèce

L'étude statistique en illustration 9 portée sur le chat montre que la fréquence d'atteinte du membre pelvien est supérieure à celle du membre thoracique. En revanche, la fréquence d'atteinte de la colonne vertébrale n'est pas significativement différente de celles des membres thoraciques et pelviens. En revanche chez le chien, ces 3 localisations présentent des fréquences d'atteintes similaires, significativement plus élevées que celles concernant le crâne et la tête.

3. Étude de la localisation 2 selon l'espèce et le sexe

a. Atteinte thoracique

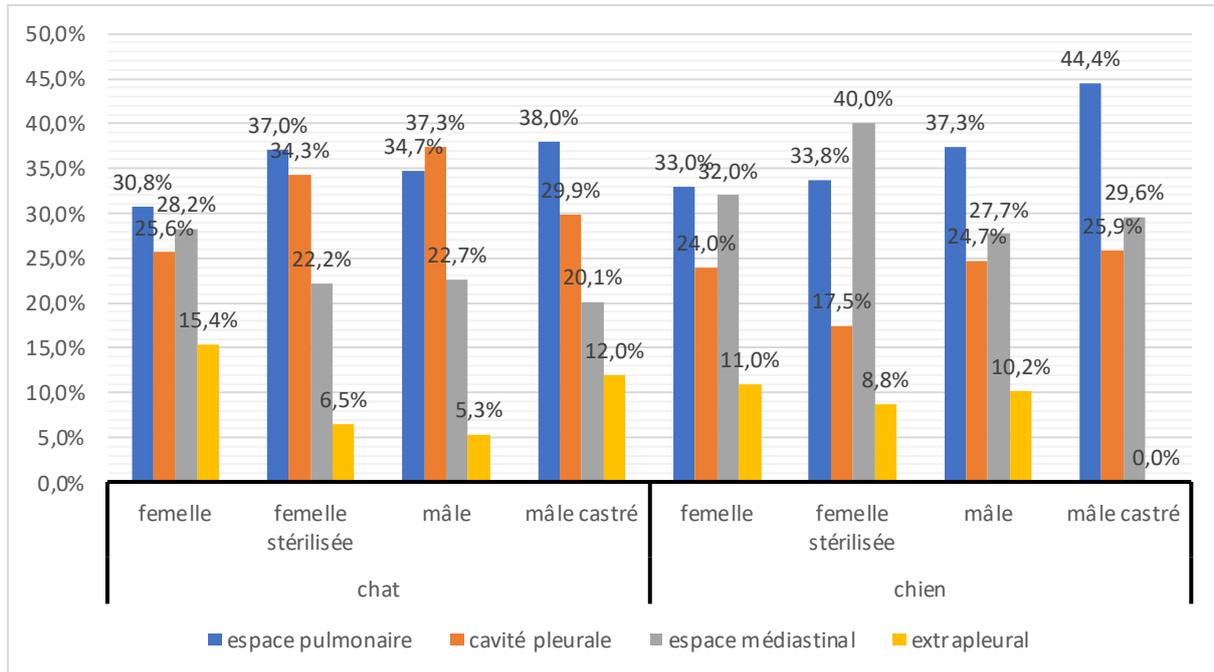


Figure 56 : Répartition des atteintes thoraciques selon l'espèce et le sexe (n=779)

La figure 56 représente les pourcentages respectifs des localisations thoraciques selon l'espèce et le sexe. Il a été exclu de cette étude 3 atteintes se référant aux deux animaux dont le sexe n'était pas indiqué, ce qui ramène l'échantillon à 779 atteintes thoraciques. Les pourcentages représentés sont relatifs au total de chaque sexe de chaque espèce. Par exemple concernant les chats femelles, il y a 30,8% des affections thoraciques qui sont localisées dans l'espace pulmonaire, 25,6% dans la cavité pleurale et 28,2% dans l'espace médiastinal. Le reste des atteintes thoraciques des chats femelles représente donc 15,4%, localisées en extrapleurale. Les 4 colonnes réunies regroupant ainsi 100% des affections du sexe de cette espèce.

Les chats femelles ont l'espace pulmonaire, la cavité pleurale et l'espace médiastinal tous les 3 lésés à hauteur d'environ 28%. Ceci diffère des chats femelles stérilisées dont l'espace médiastinal est moins atteint (22,2%), au profit de l'espace pulmonaire et de la cavité pleurale. Il arrive même chez les chats mâles que la cavité pleurale représente la principale zone de lésion, avec 37,3% des affections, légèrement devant l'espace pulmonaire à 34,7%. Comme vu figure 53, l'atteinte extrapleurale est minoritaire, mais sa proportion selon le sexe est variable, puisque cela représente 15,4% des atteintes chez le chat femelle, et presque 3 fois moins (5,3%) chez le chat mâle.

Concernant les chiens, l'espace pulmonaire et l'espace médiastinal sont toujours les plus atteints, en accord avec la figure 53. Cependant, on peut voir ici que l'espace médiastinal est le compartiment le plus atteint chez les chiens femelles stérilisées (40,0%), au contraire des autres sexes où il s'agit à chaque fois de l'espace pulmonaire, qui peut atteindre jusqu'à 44,4% des atteintes chez le chien mâle castré.

b. Atteinte abdominale

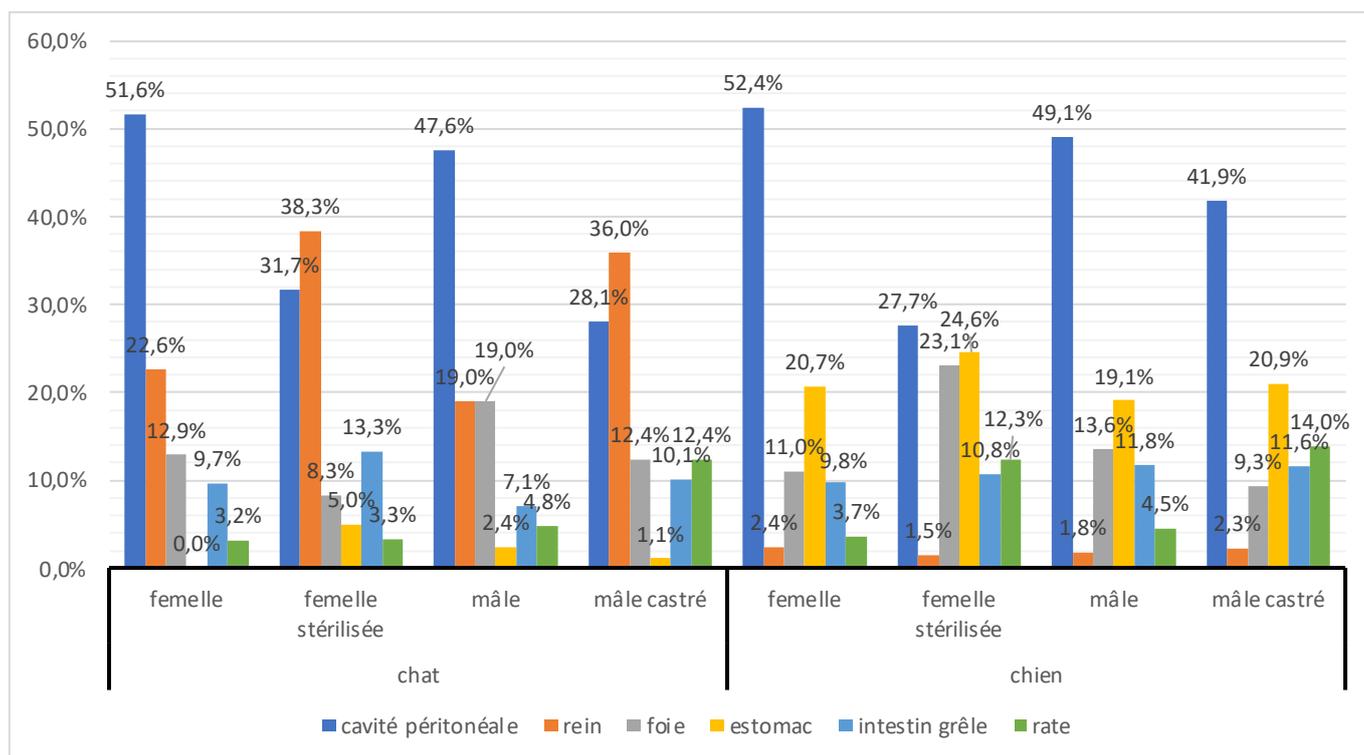


Figure 57 : Répartition des atteintes abdominales selon l'espèce et le sexe (n=522)

La figure 57 détaille la répartition des atteintes abdominales en fonction de l'espèce et du sexe. L'échantillon a été limité aux 6 principales atteintes abdominales de la figure 54 afin d'avoir ici une figure lisible. Ceci correspond à 522 atteintes, soit 76,7% des 681 atteintes abdominales. Les pourcentages sont relatifs au total de ces 6 localisations par sexe selon l'espèce.

Concernant les chats, il apparaît une variation importante de l'atteinte rénale selon le sexe, puisqu'elle représente 38,3% des 6 principales atteintes abdominales chez les chats femelles stérilisées, et 36,0% chez les chats mâles stérilisés. Ceci s'oppose à la proportion d'atteinte rénale chez les animaux non stérilisés, qui est de 22,6% chez le chat femelle et 19,0% chez le chat mâle. Il y a également une plus grande proportion d'atteinte hépatique chez le chat mâle (19,0%) que dans les autres sexes, ainsi qu'une plus grande proportion d'atteinte splénique chez le chat mâle castré (12,4%) que dans les autres sexes.

Concernant les chiens, la proportion relative d'atteinte de la cavité péritonéale est variable, allant de 52,4% des 6 principales atteintes chez le chien femelle, à 41,9% chez le mâle castré. En revanche, elle ne représente que 27,7% des atteintes chez les chiens femelles stérilisées, où la répartition est plus équilibrée entre les atteintes hépatiques et stomacales (respectivement 23,1% et 24,6%). C'est d'ailleurs chez les chiens femelles stérilisées que la proportion d'atteintes hépatiques est la plus importante des sexes de chiens. Enfin, l'atteinte de la rate est plus importante chez le mâle castré, où cela regroupe 14,0% des affections de ce sexe, contre par exemple 3,7% chez le chien femelle.

c. Atteinte osseuse

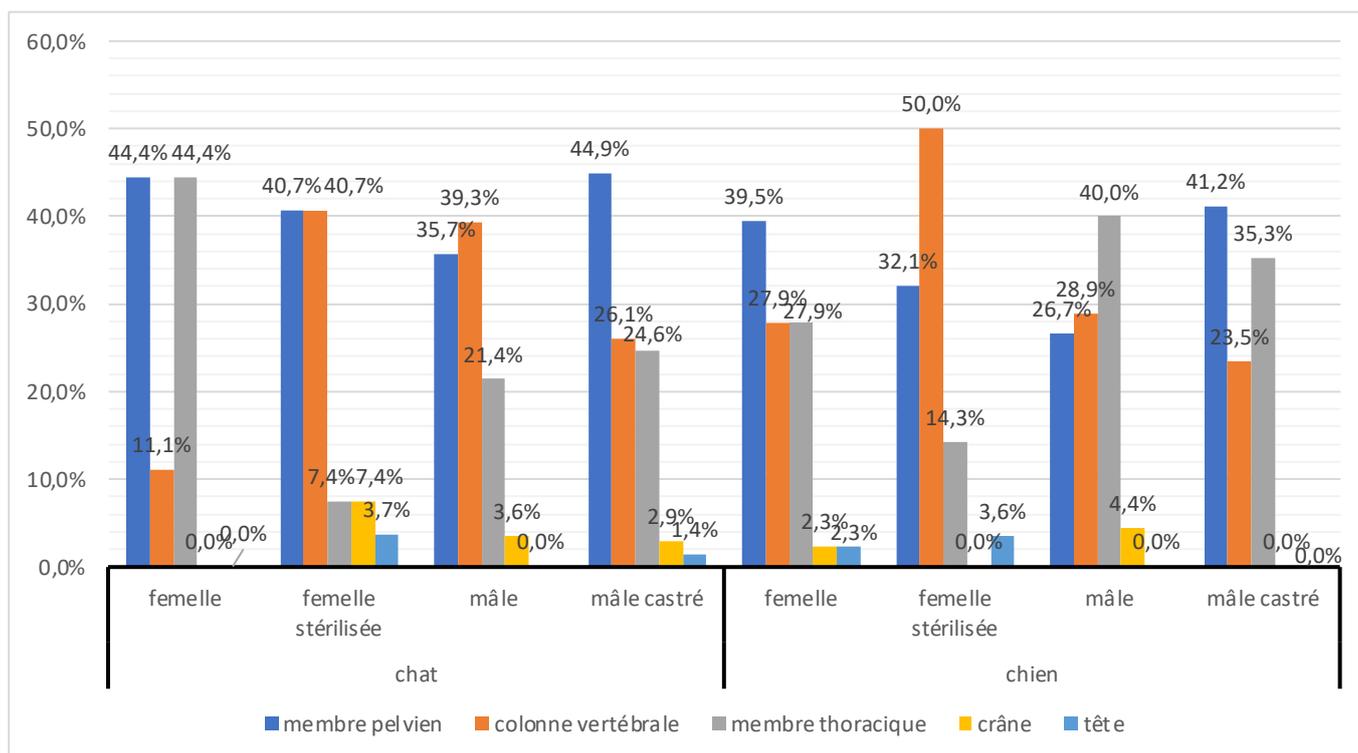


Figure 58 : Répartition des atteintes osseuses selon l'espèce et le sexe (n=311)

La figure 58 présente la répartition des 311 atteintes osseuses recensées figure 52. Il est à noter toutefois que le nombre total d'atteintes chez le chat femelle est de 9, ce qui peut entraîner un certain biais dans l'interprétation.

Concernant les chats, l'atteinte des membres pelviens et de la colonne vertébrale est équilibrée à 40,7% chez les femelles stérilisées (respectivement n=11/27 et n=11/27) et les mâles à environ 37% (respectivement n=10/28 et n=11/28). Au contraire, chez les mâles castrés, les membres pelviens sont principalement atteints (44,9% ; n=31/69), et les atteintes de la colonne vertébrale s'équilibrent avec les membres thoraciques, aux alentours de 25%. Les membres thoraciques semblent plus atteints chez les individus mâles, qu'ils soient stérilisés ou non, environ 23% des atteintes, que chez les femelles stérilisées où ils correspondent à seulement 7,4% des atteintes.

Concernant les chiens, les femelles stérilisées sont principalement touchées au niveau de la colonne vertébrale (50% des atteintes ; n=14/28), alors que cette localisation ne concerne qu'environ 27% des atteintes dans les autres sexes. On retrouve comme chez les chats la part importante d'atteintes des membres thoraciques chez les individus mâles, puisque cela regroupe 40,0% (n=36/90) des atteintes osseuses des mâles et 35,3% (n=6/17) chez les mâles castrés, alors que pour les femelles, cela ne concerne que 27,9% (n=12/43) voire seulement 14,3% (n=4/28) pour les femelles stérilisées.

4. Étude de la localisation 2 selon l'espèce et l'âge

L'influence de l'âge sur les variations de localisations 2 a été étudié pour les 3 localisations 1 et pour chaque espèce. Seules les catégories intéressantes sont présentées par la suite.

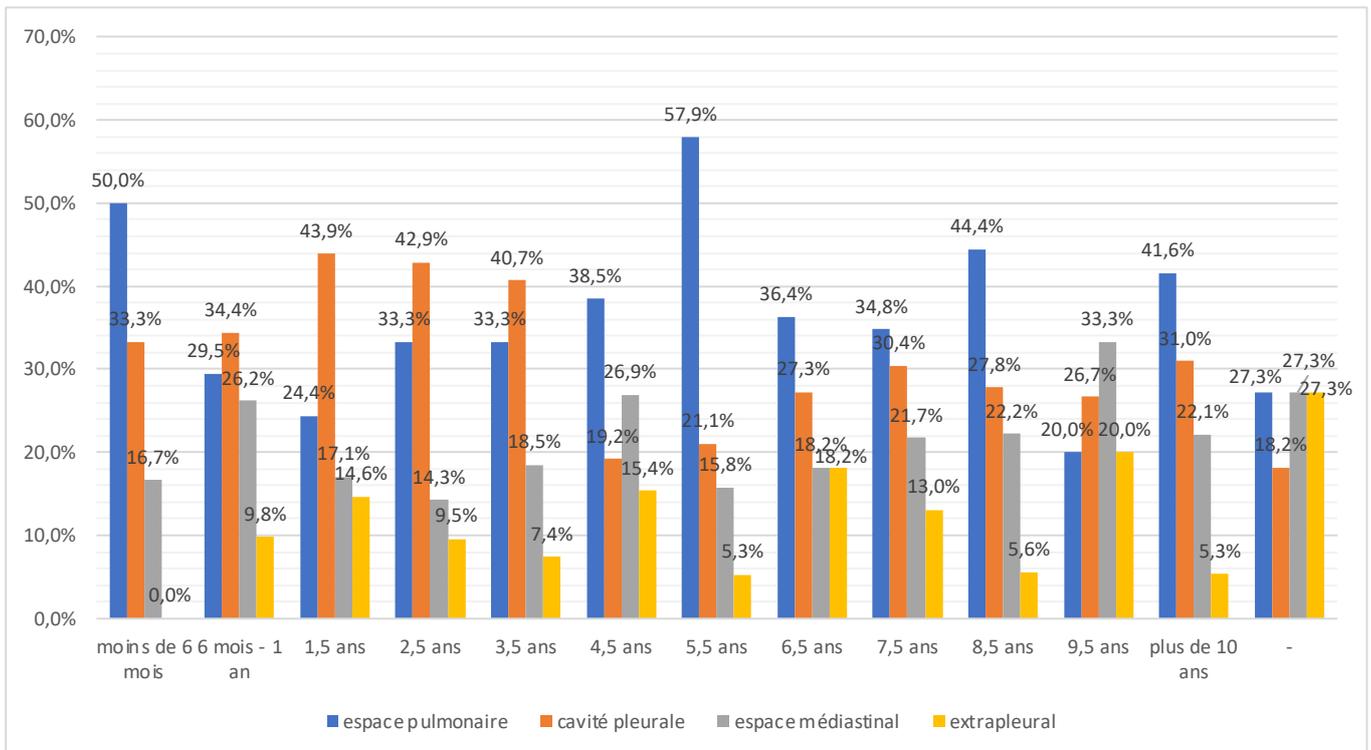


Figure 59 : Répartition des atteintes thoraciques chez le chat selon l'âge (n=409)

La figure 59 concerne uniquement les atteintes thoraciques chez le chat. Les pourcentages sont relatifs au total de la catégorie d'âge selon l'espèce.

La répartition des atteintes thoraciques selon l'âge semble séparée en 2 périodes, avant et après 3,5 ans.

De 6 mois à 3,5 ans, la principale localisation des lésions est la cavité pleurale. Celle-ci représente en moyenne 40,5% sur les 4 périodes. La deuxième localisation principale est l'espace pulmonaire et représente en moyenne 30,1%.

Cependant, de 4,5 ans à plus de 10 ans, la localisation principale devient l'espace pulmonaire puisque celui-ci représente 39,1% en moyenne sur ces intervalles, et la seconde localisation est la cavité pleurale avec 26,2% de moyenne.

Les deux autres localisations varient légèrement selon l'âge mais il ne semble pas se dégager d'évolution notable.

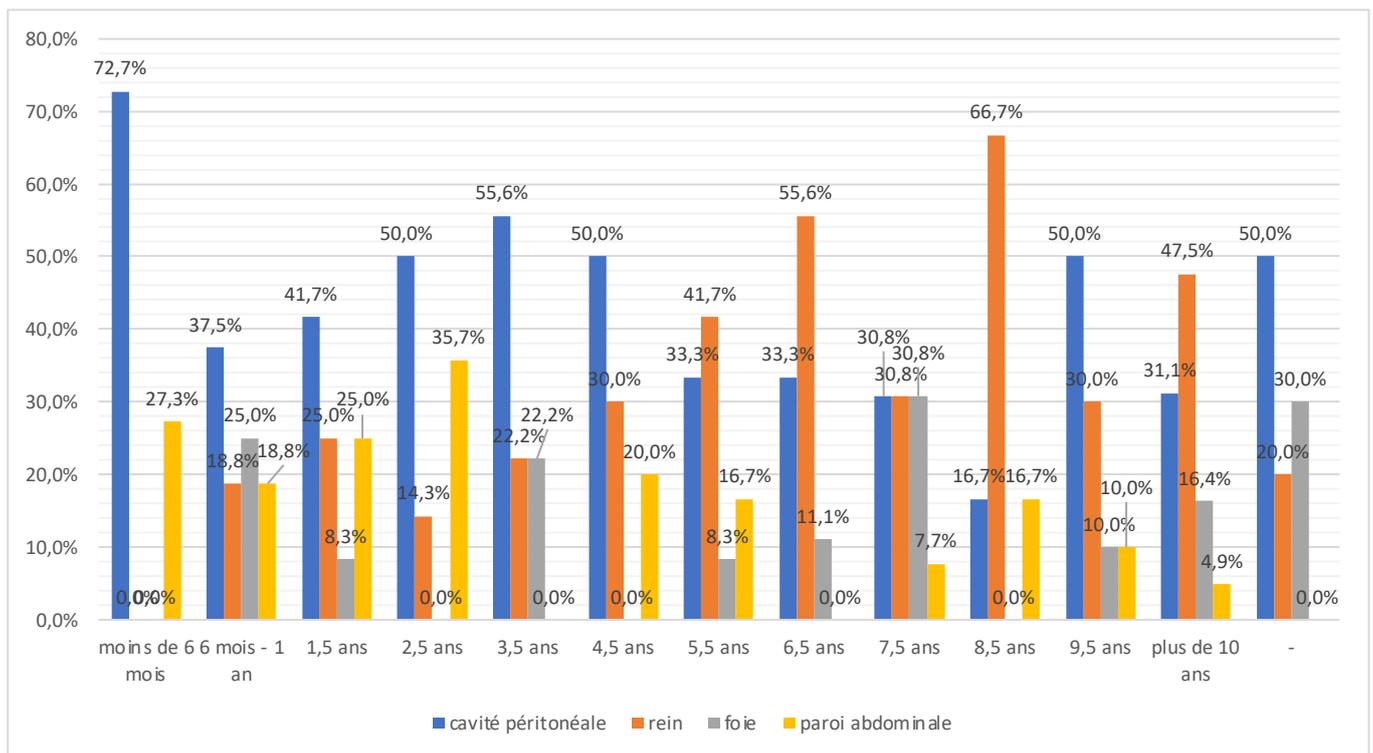


Figure 60 : Répartition des 4 principales atteintes abdominales chez le chat selon l'âge (n=202)

La figure 60 ne concerne que les 4 principales atteintes abdominales chez le chat, vus figure 54. Ces 4 localisations regroupent 202 atteintes, soit 65,6% des 308 atteintes abdominales chez le chat. Les pourcentages présentés sont établis par rapport au nombre total de lésions de ces 4 localisations selon l'âge chez le chat.

Il apparaît une première grande période entre moins de 6 mois et 4,5 ans où la principale localisation abdominale est la cavité péritonéale. Celle-ci varie entre 37,5% entre 6 mois et 1 an, et 72,7% à moins de 6 mois. Sur cette période, la deuxième localisation la plus fréquente est la paroi abdominale, qui représente en moyenne 21,1% des localisations sur chaque période. Il est à noter également la proportion croissante d'atteinte rénale au fur et à mesure que l'âge augmente.

A partir de 5,5 ans, l'atteinte rénale devient majoritaire et continue d'augmenter jusqu'à atteindre 66,7% des localisations abdominales chez le chat à l'âge de 8,5 ans. L'atteinte rénale représente en moyenne 45,4% des 4 principales atteintes abdominales sur cette période. La cavité péritonéale reste une localisation importante, avec 32,5% de moyenne sur la période.

De manière générale, la proportion d'atteinte de la paroi abdominale semble diminuer à mesure que l'âge augmente.

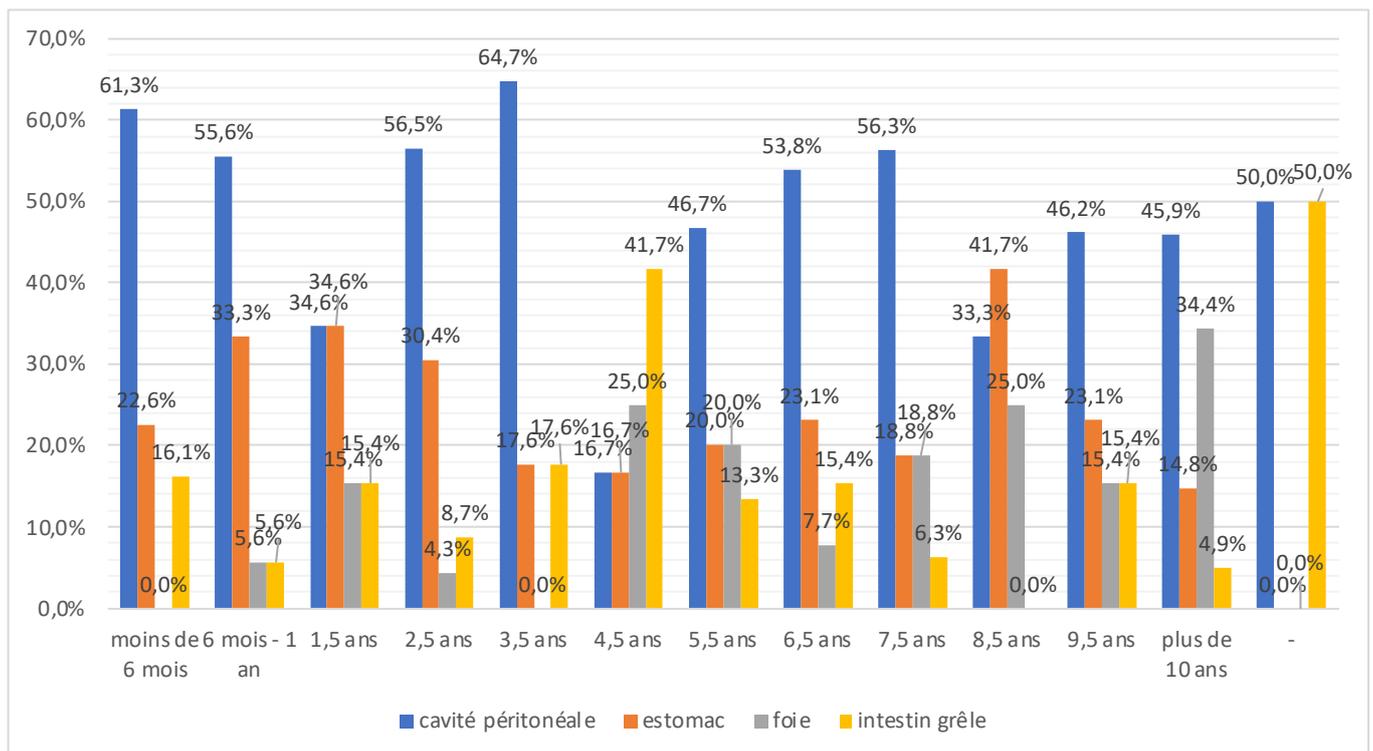


Figure 61 : Répartition des 4 principales affections abdominales chez le chien selon l'âge (n=272)

La figure 61 représente uniquement les 4 principales atteintes abdominales chez le chien comme vu figure 54. Ces 4 catégories regroupent 272 lésions, correspondant à 72,9% des 373 lésions abdominales recensées chez le chien. Les âges de 4,5 ans, 8,5 ans et 9,5 ans présentent des effectifs relativement réduits, respectivement de 12, 12 et 13 individus.

La localisation péritonéale des lésions est la plus importante sur la majorité des intervalles d'âge. Cependant, concernant l'estomac, il semble y avoir une augmentation jusqu'à l'âge de 1,5 ans, où l'estomac représente 34,6% (n=9/26) des lésions de cet âge, et puis la proportion diminue progressivement à mesure que l'âge augmente. Il y a seulement un pic ponctuel à 8,5 ans où l'estomac représente 41,7% (n=5/12) des 4 principales localisations abdominales.

Les autres localisations varient selon l'âge mais sans toutefois suivre une tendance particulière.

Il est néanmoins important de noter que les valeurs présentées sur les figures 57, 60, et 61 sont relatives aux quelques localisations 2 abdominales les plus fréquentes, et non pas au total des lésions abdominales de l'espèce correspondante.

J. Étude de la localisation 3

La localisation 3 est le dernier degré de précision de localisation lésionnelle, et est utilisée pour les atteintes thoraciques et osseuses, vues figure 52.

1. Étude générale

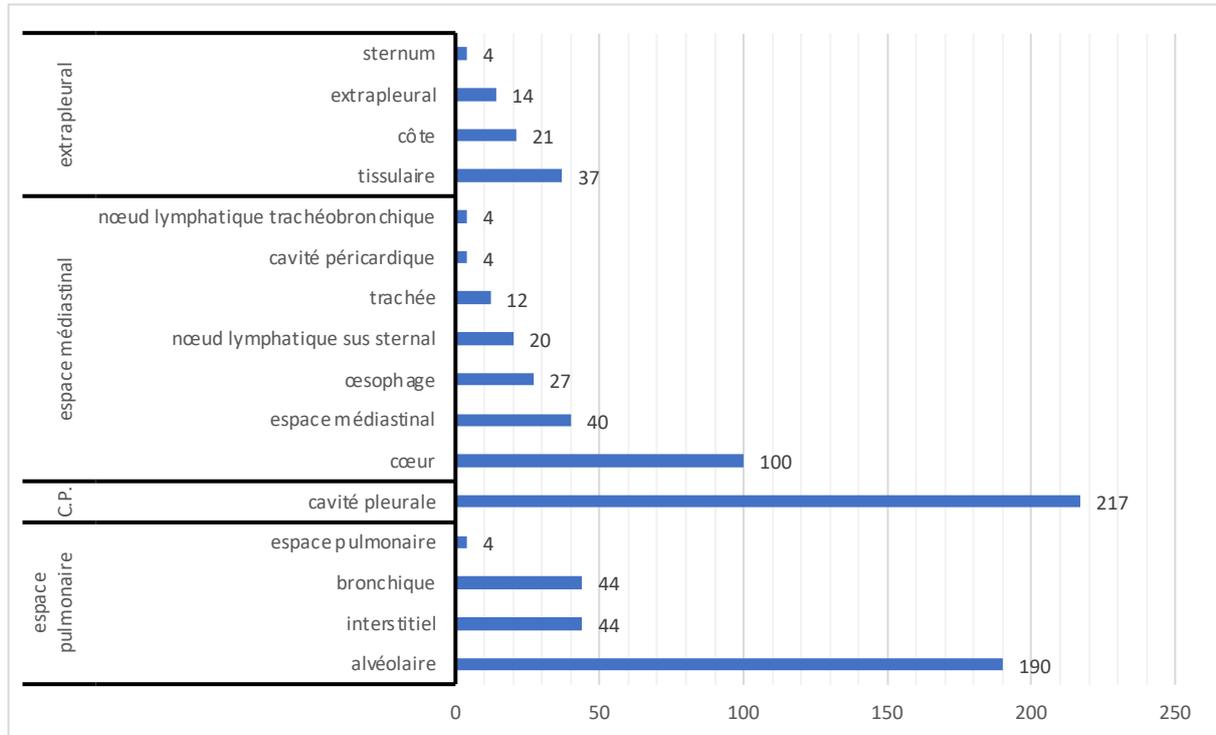


Figure 62 : Répartition des atteintes thoraciques selon la localisation 3 (n=782)

C.P. : cavité pleurale

La figure 62 reprend les atteintes vues selon la localisation 2 avec la figure 52, et précise selon la localisation 3 les 782 atteintes thoraciques. Il apparaît ainsi le détail des différents compartiments de la localisation 2.

Dans l'espace pulmonaire, la localisation majoritaire correspond au tissu alvéolaire, avec 190 atteintes, soit 67,4% des 282 atteintes pulmonaires. Le tissu bronchique et interstitiel sont les deux compartiments suivants, représentant chacun 15,6% (n=44) des atteintes pulmonaires. L'espace pulmonaire au sens strict n'apparaît que 4 fois (1,4%).

La cavité pleurale présente 217 atteintes, comme vu figure 52.

L'espace médiastinal est principalement atteint au niveau du cœur, qui représente 48,3% des 207 localisations médiastinales, devant l'espace médiastinal au sens strict qui représente 19,3% des atteintes médiastinales.

Enfin, 48,7% (n=37/76) des 76 lésions extrapleurales apparaissent au niveau tissulaire, 27,6% (n=21/76) au niveau des côtes, et 18,4% sont en extrapleurale au sens strict (n=14/76).

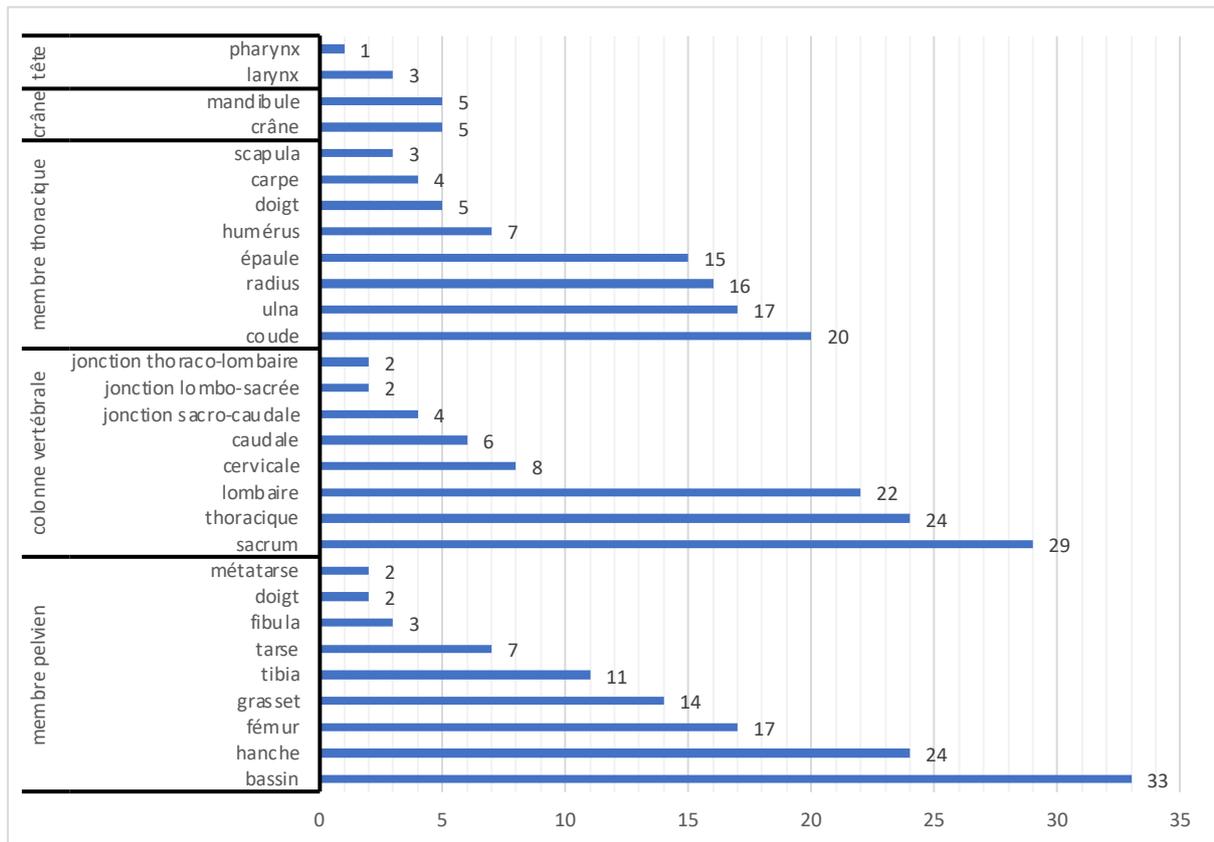


Figure 63 : Répartition des atteintes osseuses selon la localisation 3 (n=311)

La figure 63 détaille selon la localisation 3 les 311 atteintes osseuses.

Pour rappel de la figure 52, une atteinte osseuse arrive majoritairement sur le membre pelvien (36,3% des lésions osseuses ; n=113/311), puis sur la colonne vertébrale (n=97/311 ; 31,2%). Le membre thoracique et le crâne regroupent respectivement 28,0% et 3,2% des lésions osseuses. Enfin, la tête recense 4 lésions.

Concernant le membre pelvien, il apparaît que le bassin est le plus touché, avec 33 atteintes, soit 29,2% des atteintes du membre pelvien. La hanche puis le fémur sont ensuite les endroits les plus atteints, avec respectivement 21,2% (n=24) et 15,0% (n=17) des affections pelviennes. Les atteintes étant classées sur la figure par ordre décroissant, il apparaît une diminution de la fréquence des lésions à mesure que l'on s'éloigne distalement le long du membre pelvien. Le bassin, puis la hanche, puis le fémur sont d'abord touchés, ensuite le grasset, le tibia et ainsi de suite.

La colonne vertébrale est principalement atteinte au niveau du sacrum, avec 29 lésions (29,9% des atteintes de la colonne vertébrale). Les vertèbres thoraciques puis lombaires sont ensuite généralement atteintes, avec respectivement 24,7% (n=24/97) et 22,7% (n=22/97) des lésions. Les différentes jonctions sont minoritairement atteintes, à mettre en lien avec le faible nombre de vertèbres et espaces intervertébraux concernés.

La principale localisation lésionnelle du membre thoracique se situe au niveau du coude, avec 20 lésions (23,0% du membre thoracique), s'en suit l'ulna et le radius, respectivement 19,5% (n=17/87) et 18,4% (n=16/87). L'épaule est presque aussi

souvent atteinte, avec 17,2% (n=15/87) des lésions du membre thoracique. Les 21,8% restants sont composés de l'humérus, des doigts, carpe et scapula.

Il est à noter que l'ordre des atteintes n'est pas autant lié à la continuité anatomique que pour le membre pelvien. En revanche, le coude, l'ulna et le radius représentent ensemble 60,9% des atteintes du membre thoracique, quand le bassin la hanche et le fémur représentent 65,5% des atteintes du membre pelvien. Les atteintes semblent se localiser sur le membre thoracique au niveau des avant-bras, et sur le membre pelvien au niveau proximal.

Enfin, les atteintes crâniennes correspondent pour moitié à la mandibule et pour moitié au crâne au sens strict (n=5 et n=5). Les lésions de la tête correspondent à la région laryngée pour 75% (n=3/4), ainsi qu'au pharynx.

2. Étude selon l'espèce

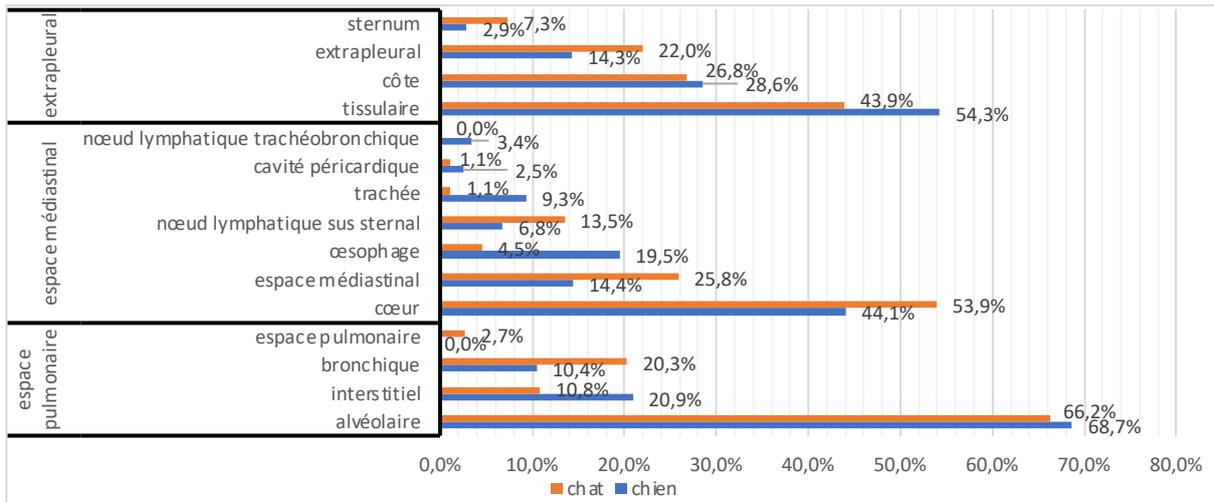


Figure 64 : Répartition des atteintes thoraciques de localisation 3 selon l'espèce (n=565)

La figure 64 détaille la figure 62 selon l'espèce, et représente ainsi la répartition des lésions thoraciques de localisation 3. Les valeurs sont exprimées par rapport au total de l'espèce dans chaque localisation 2. De ce fait, la cavité pleurale n'a pas été représentée ici puisqu'il n'y a qu'une seule localisation 3, et cela représenterait 100% de chaque espèce. En revanche, il est à noter que la cavité pleurale est lésée chez 131 chiens, soit 60,4% des 217 atteintes, et donc 86 fois chez un chat, soit 39,6%.

Il apparaît alors que le tissu alvéolaire de l'espace pulmonaire est légèrement plus souvent atteint chez les chiens (68,7% ; n=92/134) que chez les chats (66,2% ; n=98/148). Les localisations interstitielle et bronchique semblent inversées selon l'espèce, puisqu'elles représentent respectivement 10,8% (n=16/148) et 20,3% (n=30/148) chez les chats, mais 20,9% (n=28/134) et 10,4% (n=16/134) chez les chiens.

Concernant l'espace médiastinal, le cœur est plus souvent atteint chez le chat, et représente 53,9% (n=48/89) des atteintes médiastinales de cette espèce, alors que chez le chien, cela représente 44,1% (n=52/118) des atteintes médiastinales. L'espace médiastinal au sens strict est nettement plus touché chez le chat (25,8% ; n=23/89) que chez le chien (14,4% ; n=17/118), au contraire de l'œsophage qui représente 4,5% (n=4/89) des atteintes médiastinales chez le chat, contre 19,5% (n=23/118) chez le chien. La trachée est plus atteinte chez le chien (9,3% ; n=11/118), que chez le chat (1,1% ; n=1/89). De plus, il est intéressant de noter que pour un même nombre d'atteintes des nœuds lymphatiques dans chaque espèce (n=12), 8 concernent le nœud lymphatique sus sternal et 4 le nœud lymphatique trachéo-bronchique chez le chien alors que chez le chat les 12 atteintes concernent uniquement le nœud lymphatique sus sternal.

Enfin l'extrapleurale est représenté, pour les 2 espèces, d'atteintes majoritairement tissulaires, avec 54,3% (n=19/35) chez le chien, et 43,9% (n=18/41) chez les chats, puis d'atteintes costales, et enfin d'atteintes extrapleurales au sens strict.

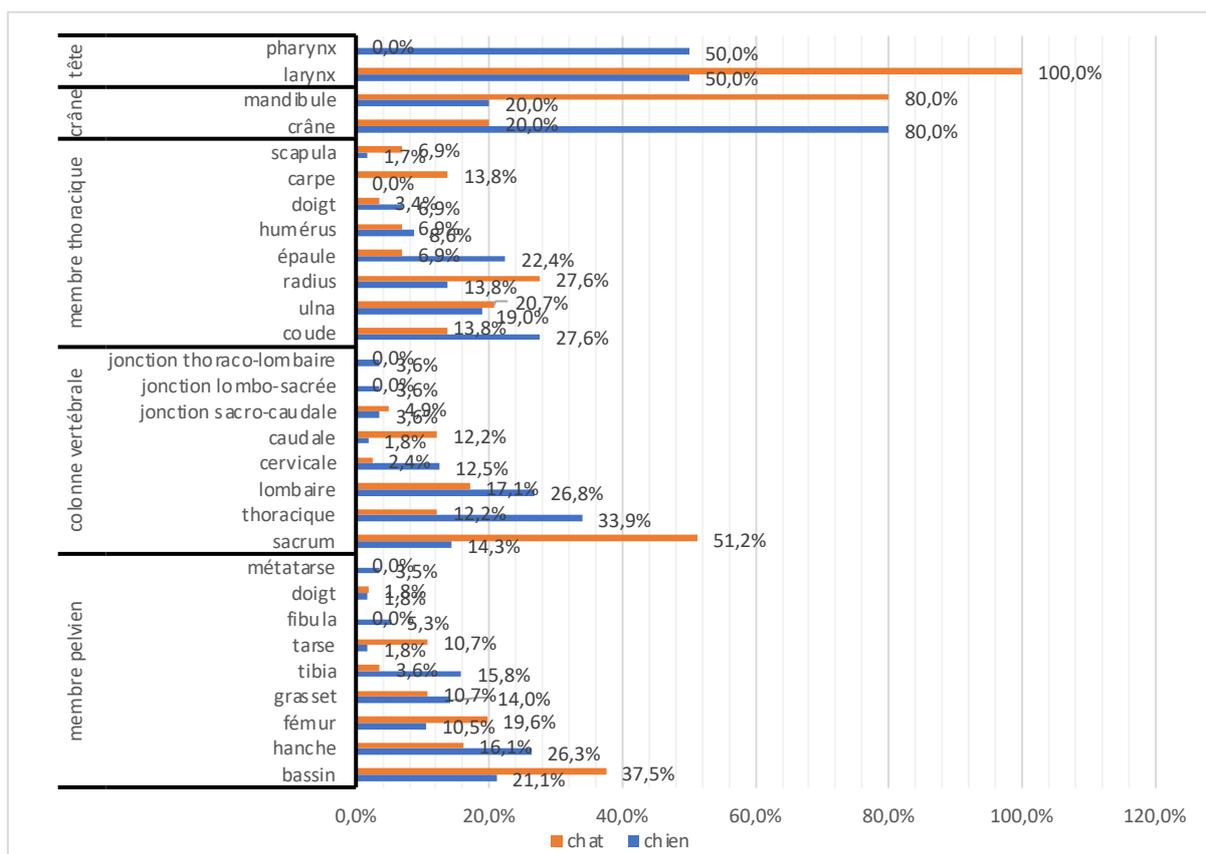


Figure 65 : Répartition des atteintes osseuses de localisation 3 selon l'espèce (n=311)

La figure 65 est l'équivalent de la figure 64 pour les atteintes osseuses.

Le membre pelvien est plus souvent atteint chez le chat au niveau du bassin (37,5% ; n=21/56) que le chien (21,1% ; n=12/57). La hanche est à l'inverse plus atteinte chez le chien (26,3% ; n=15) que chez le chat (16,1% ; n=9). La hanche est ainsi la première localisation pelvienne d'atteinte chez le chien. Enfin, une atteinte du fémur représente 19,6% (n=11) des atteintes pelviennes chez le chat, alors qu'elle n'est que de 10,5% (n=6) chez le chien.

Concernant la colonne vertébrale, le sacrum est la localisation la plus fréquemment touchée chez le chat, avec 51,2% (n=21/41), alors que chez le chien cela ne représente que 14,3% (n=8/56). L'affection des vertèbres thoraciques est la principale chez le chien (33,9% ; n=19), et la 3^{ème} chez le chat (12,2% ; n=5), derrière les affections lombaires (17,1% ; n=7) pour le chat, et la deuxième pour le chien (26,8% ; n=15). Il est ainsi à noter que le bassin et le sacrum localisent à eux deux 42 affections osseuses chez le chat, soit 31,6% des affections osseuses (n=42/133).

Enfin, concernant le membre thoracique, les principales affections du chien sont le coude (27,6% ; n=16/58), l'épaule puis l'ulna, alors que chez le chat, il s'agit du radius (27,6% ; n=8/29), de l'ulna, puis du coude et du carpe.

L'influence du sexe de chaque espèce sur les répartitions des localisations 3 a été étudié pour le thorax et l'os des chiens et des chats, cependant dans les 4 cas, aucune variation ne semblait se distinguer, en lien avec les effectifs alors trop réduits dans chacune des catégories de sexes.

K. Étude du diagnostic

1. Observations thoraciques

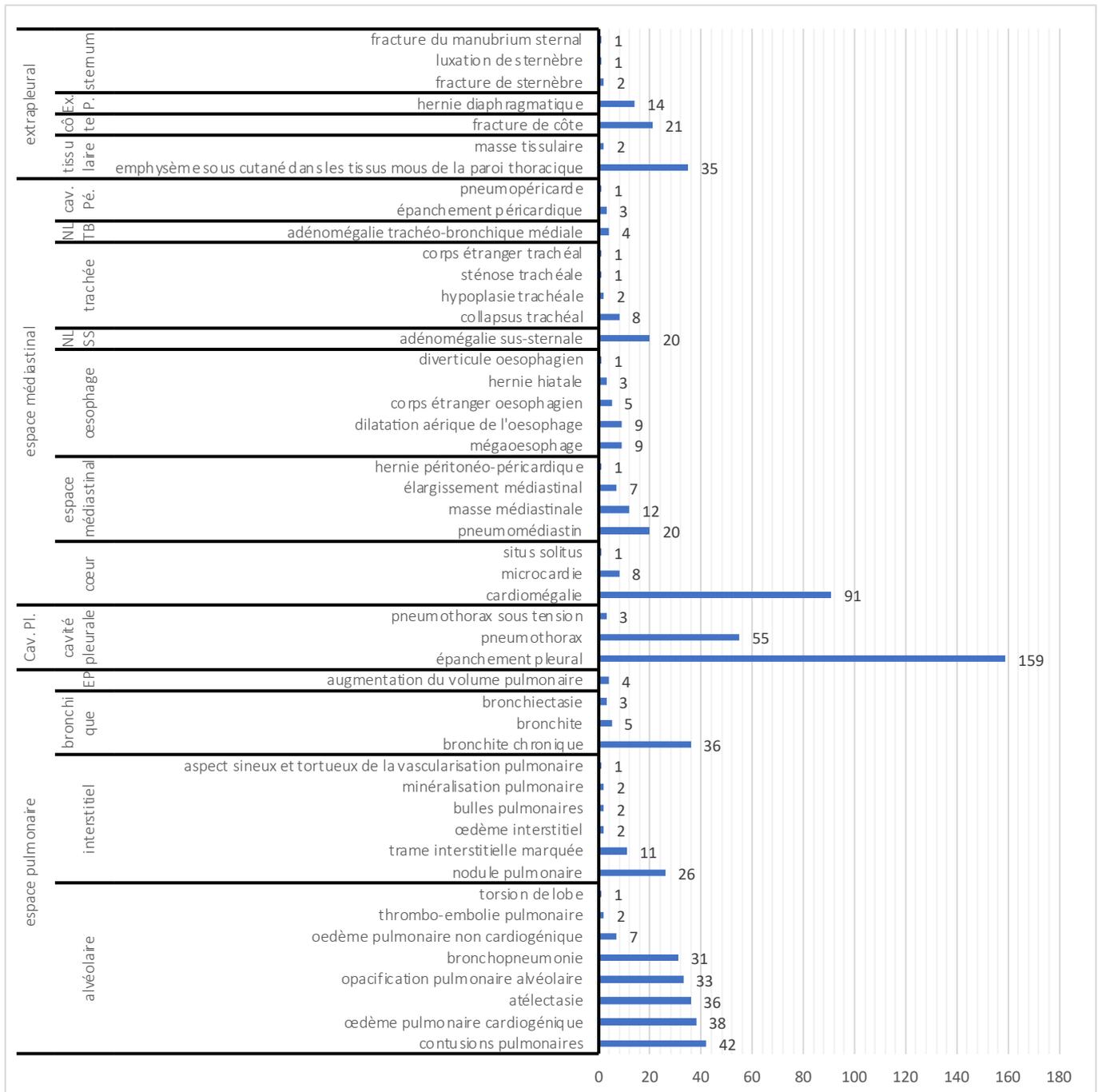


Figure 66 : Répartition des diagnostics thoraciques (n=782)

EP : espace pulmonaire ; Cav. Pl. : cavité pleurale ; NL SS : nœud lymphatique sus sternal ; NL TB : nœud lymphatique trachéobronchique ; cav. Pé. : cavité péricardique ; Ex. P. : extrapleurale ;

La figure 66 détaille les 782 diagnostics thoraciques selon la localisation 2 puis la localisation 3, vues figure 62. Cela constitue de dernier degré de détails de l'étude.

L'espace pulmonaire alvéolaire regroupe 8 catégories d'atteintes possibles, dont les 5 premières représentent 94,7% des atteintes alvéolaires (n=180/190). On remarque

que l'œdème pulmonaire cardiogénique est bien plus fréquent (n=38) que l'œdème pulmonaire non cardiogénique (n=7).

L'espace pulmonaire interstitiel est majoritairement atteint de nodules pulmonaires (59,1% ; n=26/44), et la trame interstitielle marquée est la deuxième principale affection recensée (25,0% ; n=11/44).

L'espace bronchique est surtout atteint de bronchite chronique (81,8% ; n=36/44), et de bronchite dont la chronicité n'a pas été indiquée (n=5).

L'unique atteinte de l'espace pulmonaire au sens strict est une augmentation du volume pulmonaire (n=4).

Concernant la cavité pleurale, un épanchement pleural est largement majoritaire (73,3% ; n=159/217), devant le pneumothorax (25,3% ; n=55/217).

Concernant l'espace médiastinal, l'atteinte cardiaque la plus fréquente est une cardiomégalie (91,0% ; n=91/100). Une microcardie a été notée à 8 reprises. Enfin, un situs solitus avec dextroposition de l'apex cardiaque a été noté une fois.

L'espace médiastinal au sens strict est principalement atteint par un pneumomédiastin (50,0% ; n=20/40), devant une masse médiastinale et un élargissement médiastinal.

L'œsophage regroupe dans les mêmes proportions le mégaoesophage et la dilatation aérique de l'œsophage (33,3% ; n=9/27), puis les corps étrangers œsophagiens (n=5).

On retrouve ensuite les 20 atteintes du nœud lymphatique sus sternal, plus nombreuses que celles du nœud lymphatique trachéo bronchique, vues figure 62.

Les atteintes trachéales sont principalement des collapsus trachéaux (66,6% ; n=8/12). Il apparait également des hypoplasies et des sténoses.

La cavité péricardique est atteinte pour 75% (n=3/4) par un épanchement péricardique, et une seule fois par un pneumopéricarde.

Concernant la localisation extrapleurale, l'atteinte tissulaire est principalement de l'emphysème sous cutané (n=35), et relativement peu de masses tissulaires (n=2)

Le seul diagnostic pour les côtes est une fracture, lésion apparaissant à 21 reprises.

La localisation extrapleurale au sens strict correspond à une hernie diaphragmatique, apparue 14 fois.

Enfin, les 4 lésions sternales correspondent à 2 fractures, à une luxation et une fracture du manubrium sternal.

2. Observations abdominales

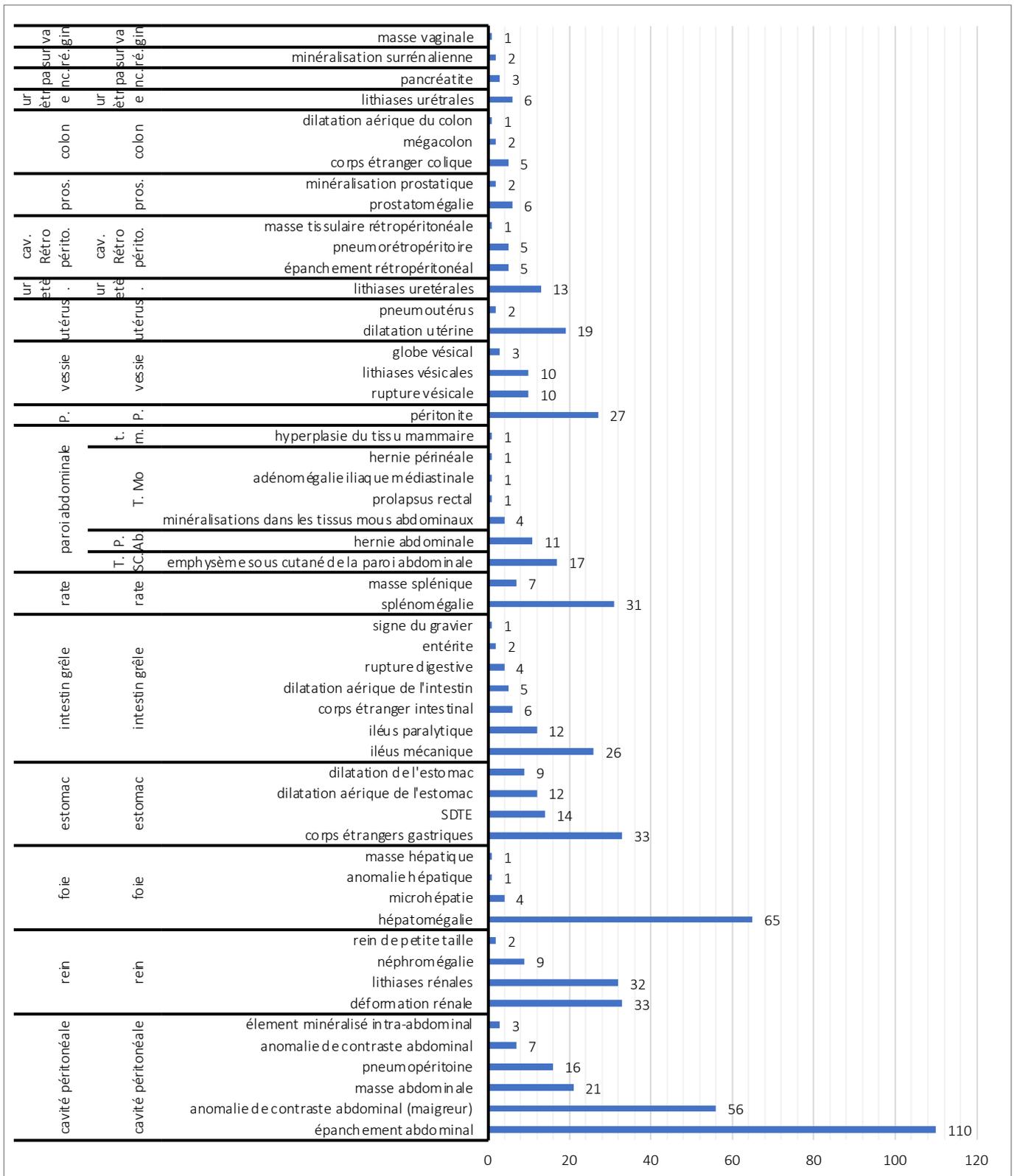


Figure 67 : Répartition des diagnostics abdominaux (n=681)

SDTE : syndrome dilatation torsion d'estomac ; T.SC. : tissu sous cutané ; P.Ab. : paroi abdominale ; T. Mo. : tissus mous ; t.m. : tissu mammaire ; P. : péritoine ; uretè. : uretère ; cav. Rétro. Périto. : cavité rétro péritonéale ; pros. : prostate ; panc. : pancréas ; surrè. : surrénale

La cavité péritonéale est principalement atteinte par un épanchement abdominal (51,6%, n=110/213) d'après la figure 67. La deuxième observation la plus fréquente est une « anomalie de contraste abdominal compatible avec l'état de maigreur de l'animal ou un épanchement moins probablement ». Ceci est relevé à 56 reprises, soit 26,3% des observations péritonéales. Enfin, il y a 21 masses abdominales et 16 pneumopéritonées d'observés. Il y a également 7 anomalies de contraste abdominal qui ne sont pas mises en doute par l'état de maigreur de l'animal.

Les atteintes rénales sont majoritairement des déformations (n=33), des lithiases rénales (n=32) et quelques néphromégalias (n=9). Enfin, seules 2 observations de reins de taille réduite ont été relevées.

Concernant le foie, c'est l'hépatomégalie qui est le plus souvent recensée (n=65/71 ; 91,5% des atteintes hépatiques). Ceci diffère grandement des seulement 5 microhépaties relevées (5,6% des affections hépatiques).

L'estomac ne présente que 4 types d'atteintes, plus équilibrés que dans les localisations vues précédemment. La première atteinte correspond à des corps étrangers gastriques (48,5% ; n=33/68), la deuxième à un syndrome de dilatation torsion de l'estomac (n=14). Ensuite apparaissent la dilatation aérique de l'estomac, ainsi que la dilatation d'estomac, alors sans torsion ni contenu aérique.

L'intestin grêle présente 26 atteintes par iléus mécanique, et 12 par iléus paralytique, soit 67,9% du total des atteintes du grêle (n=56).

La rate est principalement atteinte de splénomégalie (81,6% ; n=31/38), le reste étant l'observation de masses spléniques.

La paroi abdominale présente principalement un emphysème sous cutané (47,2% ; n=17/36), et également une hernie abdominale (30,6% ; n=11/36).

Il a été relevé 27 péritonites.

La vessie présente 23 atteintes, dont 10 pour rupture vésicale, et autant pour lithiases. Les lithiases sont également relevées à 13 reprises dans l'uretère.

Les localisations les plus fréquentes de lithiases abdominales semblent donc être rénales (n=32), vésicales (n=10), urétérales (n=13), et enfin urétrales (n=6).

3. Observations osseuses



Figure 68 : Répartition des diagnostics osseux (n=311)

F. : fibula ; Mt : métacarpe ; S. : scapula ; DISH : hyperostéose diffuse idiopathique du squelette ; j.-c : jonction sacro-caudale ; j.-l-s : jonction lombo-sacrée ; j.-l : jonction thoraco-lombaire ; la : larynx ; ph : pharynx

On remarque sur la figure 68 que pour chaque localisation 2 voire localisation 3, il n'y a généralement que quelques affections principales, les autres affections étant en nombre assez limité.

Ainsi, sur les 33 atteintes du bassin, 31 concernent une fracture du bassin. Les deux autres faisant référence à des plages radio transparentes ainsi qu'à une ostéopénie. Le fémur est lésé à 64,7% par une fracture (n=11/17) et à 23,5% par une fracture de Salter Harris (n=4). Le tibia est atteint à 72,7% par une fracture (n=8/11), et également par une lésion agressive, une tuméfaction dans les tissus mous, ainsi qu'une fracture de type Salter Harris. Le seul type d'atteintes de la fibula correspond à des fractures, au nombre de 3. L'ulna est principalement atteinte par une fracture (76,5%, n=13/17), tout comme le radius (56,3% ; n=9/16) et l'humérus (57,1%, n=4/7).

La hanche est atteinte principalement selon 3 possibilités : 11 luxations coxo-fémorales, 6 fractures acétabulaires, et 5 arthroses coxo-fémorales. Le grasset est plus variablement atteint. La principale atteinte est l'arthrose du grasset, et représente 28,6% des affections du grasset (n=4/14). La deuxième atteinte est la minéralisation intra-articulaire, avec 21,4% (n=3/14). Comme pour le grasset, le coude est principalement atteint d'arthrose (30% ; n=6/20), cependant la deuxième principale atteinte correspond à une prolifération osseuse, ainsi qu'à une luxation (n=4 pour les deux). De même pour l'épaule, où l'arthrose représente 80,0% des affections.

Il apparaît ainsi nettement que le diagnostic principal des os des membres tels que le bassin, le fémur, le tibia, et la fibula mais aussi l'humérus, le radius et l'ulna correspond à une fracture, avec 79 atteintes recensées, soit 39,5% (n=79/200) des atteintes des membres. De plus, la principale pathologie des articulations telles que le grasset, l'épaule et le coude correspond à l'arthrose, et regroupe sur ces 3 articulations 22 diagnostics, soit 11,0% (=22/200) des atteintes des membres.

Concernant la colonne vertébrale, nous avons vu figure 63 que le sacrum est la localisation 3 la plus atteinte. C'est principalement une disjonction sacro-iliaque qui y est observée (65,5% ; n=19/29). La partie thoracique regroupe 24 lésions réparties en 10 diagnostics différents. Le principal étant la fracture vertébrale (29,2% ; n=7/24). C'est également la fracture vertébrale qui est majoritaire au niveau lombaire (22,7% ; n=5/22). Au niveau cervical, une hernie discale est principalement rencontrée (37,5% ; n=3/8). Il est à noter que c'est à ce niveau cervical qu'ont lieu la majorité des hernies discales, les 2 autres relevées ayant eu lieu au niveau thoracique. Enfin au niveau caudal, les 6 atteintes sont également réparties entre avulsion de la queue, luxation et fracture vertébrale.

Au niveau crânial, la moitié des atteintes concerne la mandibule, et l'autre moitié le crâne au sens strict, autrement dit le calvarium. La mandibule présente 2 cas de fracture, une instabilité de l'articulation temporomandibulaire, une diminution de densité osseuse, ainsi qu'une disjonction de la symphyse mandibulaire. Concernant le crâne au sens strict, il est observé également 2 fractures, une ostéopénie, une tuméfaction des tissus mous et une luxation oculaire.

De même que pour la partie précédente, une étude a été réalisée sur l'influence de l'espèce mais les effectifs étant déjà réduits ici, aucune interprétation n'est possible.

L. Étude de l'origine lésionnelle probable

1. Étude générale

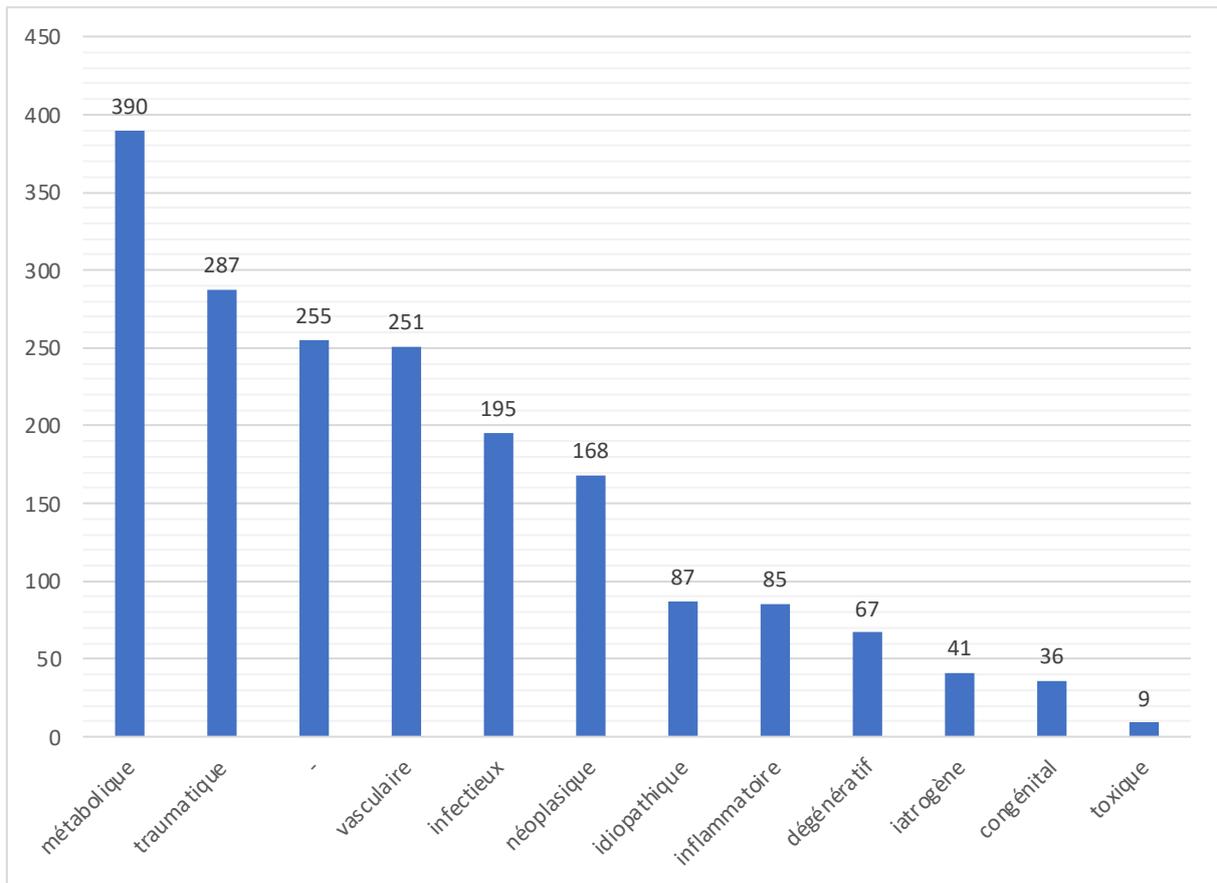


Figure 69 : Répartition des origines possibles (n=1871)

Il a été établi 1871 origines possibles, soit en moyenne 1,7 origines possibles sur les 1114 cas recensés.

Il apparaît sur la figure 69 que l'origine métabolique est la plus fréquente hypothèse, et représente 20,8% (n=390/1871). L'hypothèse traumatique est deuxième avec 15,3% (n=287). On retrouve les résultats de la figure 46 avec les 255 cas sans observations particulières.

2. Étude selon l'espèce

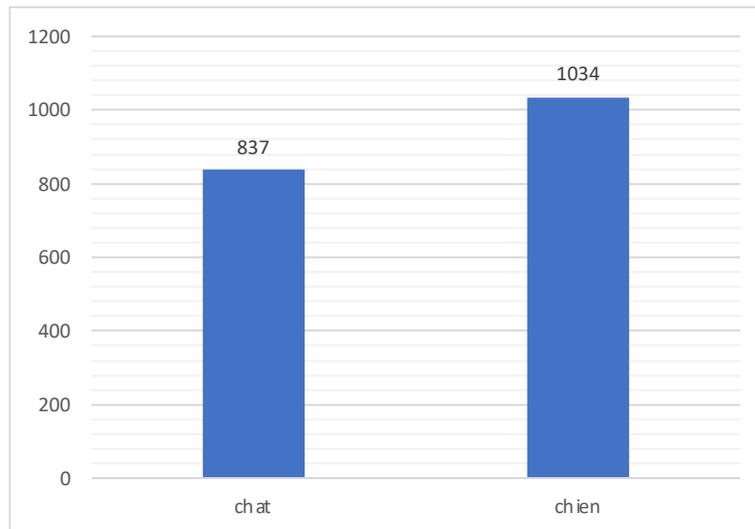


Figure 70 : Répartition du nombre total d'origines selon l'espèce (n=1871)

La figure 70 présente le nombre d'origines par espèce. Le chien est l'espèce ayant le plus d'origines correspondantes, ce qui est en lien avec la figure 25, où la proportion de chiens est plus importante que celles de chats (55,2% ; n=615/1114). Il est à noter que la proportion d'origines représente quasiment le même pourcentage (55,3% ; n=1034/1871). Il y a donc à peu près autant de nombres d'origines chez les deux espèces.

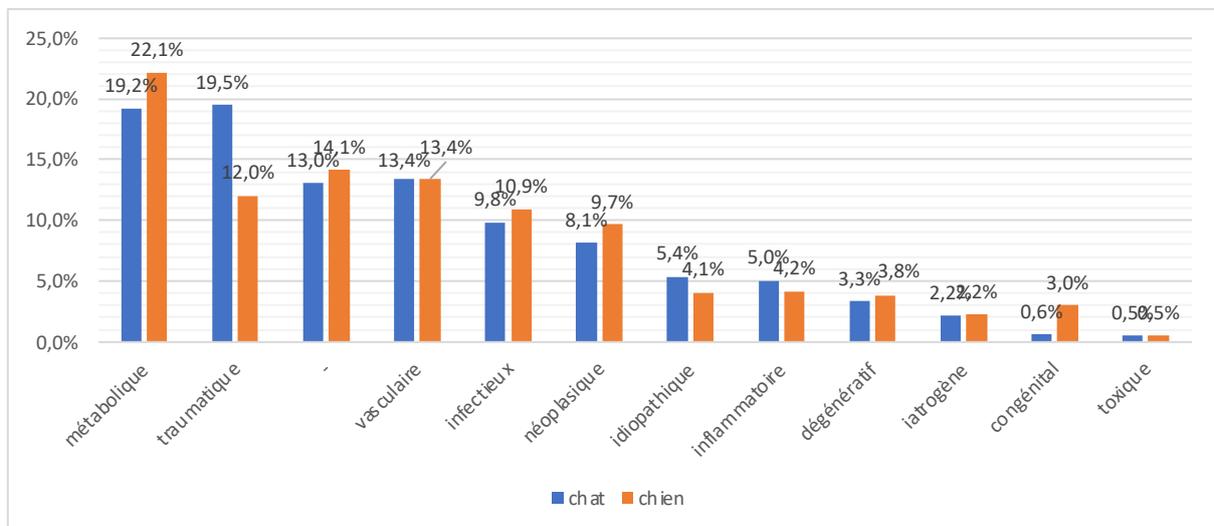


Figure 71 : Répartition des origines selon l'espèce (n=1871)

La figure 71 présente le pourcentage relatif de l'origine selon l'espèce. Ainsi 22,1% (n=229/1034) des origines chez le chien sont métaboliques, ce qui représente 19,2% (n=161/837) chez les chats. En revanche, l'origine traumatique constitue la principale origine chez les chats (19,5% ; n=163), alors que cette origine ne vaut que 12,0% (n=124) chez le chien. Les chats sont donc sensiblement plus enclins aux traumatismes que les chiens. Ensuite, la suspicion d'origine vasculaire est la même quelle que soit l'espèce (13,4%), en revanche, l'origine néoplasique est plus souvent envisagée chez un chien (9,7% ; n=100) que chez un chat (8,1% ; n=68).

IV. Discussion

A. Discussion sur la méthode d'analyse

La relève et la synthèse des différentes informations ont constitué la majeure partie du temps de travail. La synthèse était cependant indispensable au vu de la quantité importante de variations de formulations des différents éléments, qui pouvaient finalement être regroupés dans une même catégorie.

B. Discussion sur les races

Concernant le regroupement des races de chiens par exemple, ce regroupement est assez subjectif et tout à fait discutable, et un autre opérateur aurait peut-être utilisé des classements légèrement différents. Il pourrait d'ailleurs être intéressant d'étudier les variations de classements de catégories selon des opérateurs différents, et les variations sur les résultats obtenus que cela impliquerait. Le regroupement a entraîné l'addition de plusieurs races à petits effectifs, qui ensemble formaient un groupe important, entraînant ainsi peut-être la surreprésentation de ces races par rapport à la réalité. Ainsi, d'autres regroupements auraient pu être effectués, comme associer les races de chiens croisés à la race avec laquelle le croisement est indiqué, cependant certains chiens présentaient plusieurs races d'indiquées, ce qui complexifie la tâche. Enfin, un classement selon la brachycéphalie ou non aurait pu être réalisé pour étudier la variation d'atteintes correspondantes.

C. Discussion sur l'âge

L'âge a été déterminé en fonction de la date de consultation et de la date de naissance. Cependant, il n'est pas rare que la date de naissance précise soit inconnue, et que le dossier de l'animal ne contienne qu'une date approchée, souvent indiquée au premier janvier de l'année de naissance supposée. C'est d'ailleurs l'objet de l'étude rapide présentée page 23, qui montre que 13,5% des animaux sont nés un premier janvier. Ceci a joué son importance dans le choix des intervalles des tranches d'âges, qu'il aurait été inutile de faire tous les 6 mois au vu du biais déjà entraîné par l'arrondi des dates de naissances. Enfin, il a été vu dans cette partie que les chats âgés étaient majoritairement stérilisés. Cependant, une étude supplémentaire serait nécessaire pour déterminer si cette observation vient du fait que la population d'animaux entiers diminue du fait qu'ils soient stérilisés, ou si c'est leur espérance de vie qui est plus courte que celle des animaux stérilisés. Une supposition sur le fait que la stérilisation à un âge aussi avancé entraîne l'élimination de cette hypothèse, et ce serait donc l'espérance de vie des animaux entiers qui semblerait diminuée, ou en tous cas ne seraient pas présentés au service des urgences vétérinaires.

D. Discussion sur les motifs de consultation

La synthèse des motifs de consultation était, comme pour les races, indispensable, autrement aucune analyse n'aurait pu être faite sur les 220 motifs initiaux. Et comme pour les races, un biais difficile à estimer doit sûrement être entraîné par le regroupement de plusieurs motifs à petits effectifs, en une catégorie dont l'effectif est plus important, et alors possiblement surreprésenté. Et de même que pour les races,

la méthode de regroupement est subjective, et pourrait sûrement différer d'un opérateur à l'autre même si la plus grande attention a été portée sur le soin de l'objectivité.

E. Discussion sur les diagnostics

L'analyse des conclusions radiographiques et leur synthèse sous forme de diagnostics a été la partie la moins synthétisée possible. Ainsi, au contraire des motifs de consultations et des races, la précision la plus fine possible a essayé d'être conservée au maximum, et constitue donc l'un des paramètres analysés qui est resté le plus fidèle possible à la variété initiale des données. Enfin, l'étude comparative des diagnostics selon les motifs de consultation, et inversement, n'a pas pu être réalisée. En effet, un même animal pouvant présenter plusieurs motifs et plusieurs diagnostics, et ces deux nombres étant sans relations particulière, la comparaison n'a pas pu être standardisée pour mener à bien une telle étude. Une réorganisation complète de la base de données dans le fichier Excel® pourrait potentiellement permettre d'y arriver, cependant le temps nécessaire pour mener à bien cette tâche est considérable.

F. Discussion sur les localisations

La présentation des localisations dans la partie des résultats intervient avant celle des diagnostics. Durant l'étude, les diagnostics et les localisations ont été établis et recensés simultanément, mais il semblait plus logique de présenter d'abord la hiérarchie et les effectifs des différentes localisations, puis de présenter les diagnostics correspondants. L'inverse aurait également été possible.

La principale interrogation au niveau des localisations a été initialement de déterminer quels niveaux hiérarchiques devaient être établis, et combien devait-il y en avoir. L'étude initiale des diagnostics a dans un premier temps été menée, avec en parallèle l'établissement des localisations correspondantes. Un recontrôle global a ensuite été réalisé sur les localisations afin de vérifier, ajouter ou supprimer des localisations inutiles ou trop précises. C'est ainsi que le thorax et le système osseux ont nécessité 3 niveaux de localisations, alors qu'il est apparu à ce moment-là que l'abdomen n'en nécessitait que 2, excepté pour la paroi abdominale, mais dont l'étude n'est détaillée que dans la partie des diagnostics. De plus, la nomenclature de ces localisations a été parfois difficile, notamment entre les localisations 2 et 3, ce qui explique que certaines localisations soient au sens large en localisation 2, et au sens strict en localisation 3. De même que pour le groupement des races et des motifs de consultation, la nomenclature et l'imbrication des localisations a nécessité des choix qui auraient peut-être été différents selon les opérateurs. La tête et le crâne ont ainsi été placés dans le système os, et la distinction entre les deux a été maintenue. Enfin, et concernant particulièrement la partie étudiant la localisation 2, la visualisation graphique a nécessité le passage des valeurs recensées en pourcentages selon l'espèce, le sexe, ou parfois les deux (exemple figure 57). Ceci est généralement dans l'objectif de comparer les catégories en évitant le biais de la différence d'effectifs initiaux. L'inconvénient est alors justement que l'effectif initial n'est plus affiché, et pourtant parfois nécessaire pour relativiser les pourcentages obtenus. La correction de cet inconvénient a essayé d'être faite en précisant en description les effectifs correspondants. De même pour les figures 57, 60 et 61, le filtrage préalable des

principales localisations atteintes est utilisé pour permettre une visualisation correcte des résultats, sans quoi la figure présenterait un nombre trop important de données et l'interprétation en serait impossible. Les pourcentages indiqués sont par conséquent relatifs au total des catégories après ce filtrage, et donc entraîne le biais qu'ils ne sont pas relatifs à la totalité de la catégorie concernée, dans l'espèce le sexe ou l'âge étudiés.

G. Discussion sur les origines lésionnelles

L'étude individuelle des cas afin d'estimer les origines probables des lésions observées a permis de dresser une liste d'au maximum 5 origines par animal. Cette limite fixée arbitrairement avait pour but de favoriser les origines les plus probables, et d'éliminer les plus hypothétiques. Ce nombre pourrait être discuté, et ramener à 3 par exemple. L'étude des origines correspond sûrement au paramètre le plus subjectif et difficile à mettre en place dans ce sujet. Il aurait été intéressant d'évaluer et de comparer les listes établies par des opérateurs différents, venant de services différents du CHUVAC, avec pour seules informations les caractéristiques des animaux, les motifs de consultations ainsi que les conclusions radiographiques. Enfin, à l'image des motifs de consultations rapportés aux diagnostics, il n'a pas été possible de comparer les origines avec ces deux autres paramètres. Il aurait été intéressant d'étudier la répartition des diagnostics pour une même origine. Cependant, le nombre variable de chaque paramètre selon le cas n'a pas permis de standardiser l'étude et d'établir de comparaisons entre ces paramètres.

H. Discussion sur le nombre de localisations

Cette partie du sujet consistait à s'intéresser au nombre d'atteintes observées sur un même animal, et les caractéristiques des animaux selon le nombre d'atteintes. Cependant, une même origine des lésions pouvant entraîner un nombre variable d'observations, il n'aurait pas été représentatif d'utiliser le nombre de diagnostics. C'est ainsi qu'il a été décidé d'utiliser la localisation 1 pour regrouper les ressemblances entre les diagnostics, et limiter les nombres importants alors que les diagnostics ont une même origine. Ce paramètre n'est toutefois pas parfait, car deux atteintes différentes dans une même localisation 1 seront regroupées alors qu'elles n'ont pas vraiment de lien entre elles.

I. Discussion sur l'étude statistique

L'étude statistique a été réalisée grâce à un algorithme utilisant un test du Khi-deux. Le but dans cette partie de l'étude était d'améliorer la pertinence des analyses des graphes réalisés sous Excel®. En testant la significativité des valeurs obtenues, il est ainsi possible d'éliminer les variations apparentes mais qui ne sont en réalité pas significatives. Cet algorithme n'a pu être réalisé que pour créer certains types de graphes, mais il n'a pas été possible de l'appliquer à l'ensemble des figures réalisées sous Excel®.

La réalisation de l'étude de significativité a posteriori a permis également de se rendre compte que les variations préalablement perçues grâce aux graphes Excel® et supposées non négligeables se révélaient généralement significatives. Et lorsque les

variations étaient déjà interprétées comme étant limitées, elles n'étaient pas significatives.

L'appui de l'étude de la significativité a permis de s'assurer de la corrélation entre certains paramètres, et donne d'autant plus d'intérêts aux graphes correspondants.

Troisième partie : Étude de cas

I. Présentation des cas

Dans la partie précédente, les fréquences d'atteintes de chaque localisation ont été étudiées, ainsi que les diagnostics les plus fréquents.

Cette troisième et dernière partie a pour but d'illustrer les diagnostics les plus fréquents, ainsi que ceux présentant un intérêt particulier.

Pour certains diagnostics, la quantité d'animaux concernés était importante. La sélection des radiographies s'est basée sur la qualité visuelle du diagnostic recherché. Ainsi, certains cas présentent plusieurs pathologies simultanées qui seront indiquées dans la conclusion radiographique, mais seul le diagnostic étudié sera détaillé en illustration. Le motif de consultation, la conclusion radiographique ainsi que la description radiographique proviennent des comptes rendus des consultations correspondantes.

II. Cas de contusions pulmonaires

Commémoratifs et anamnèse : chien mâle Rodesian ridgeback de 1,5 ans, présenté suite à un accident de la voie publique (AVP).

Conclusion (figure 72) : contusions pulmonaires, pneumothorax.

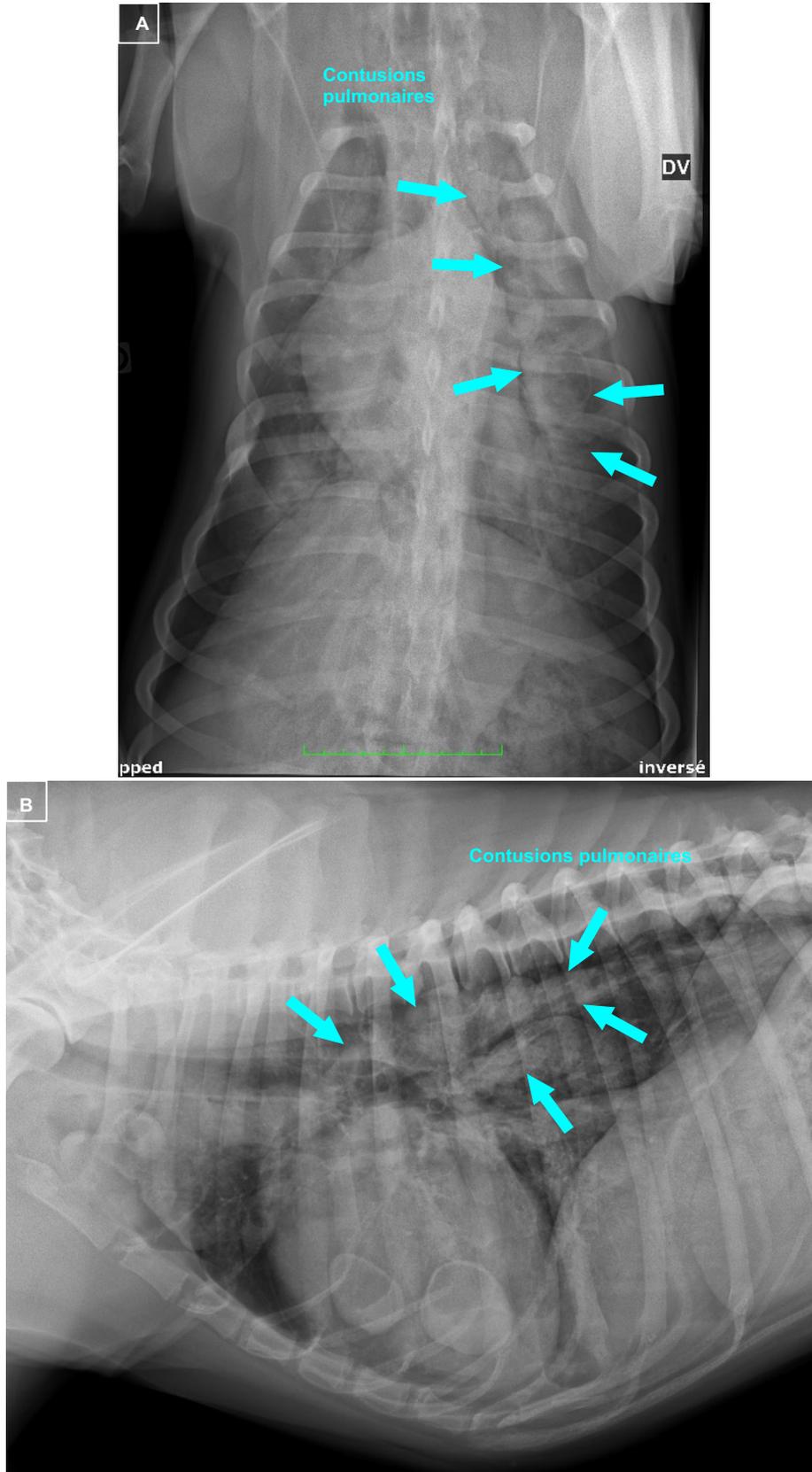


Figure 72 : Radiographies légendées de contusions pulmonaires vues de face (A) et de profil (B)

Description : pattern alvéolaire (flèches bleues) dans le lobe crânial gauche.

III. Cas de nodule pulmonaire

Commémoratifs et anamnèse : chien femelle stérilisée Jack Russell Terrier de 6,5 ans présentée suite à un AVP.

Conclusion (figure 73): nodule pulmonaire, épanchement pleural, emphysème sous cutané dans les tissus mous de la paroi thoracique.

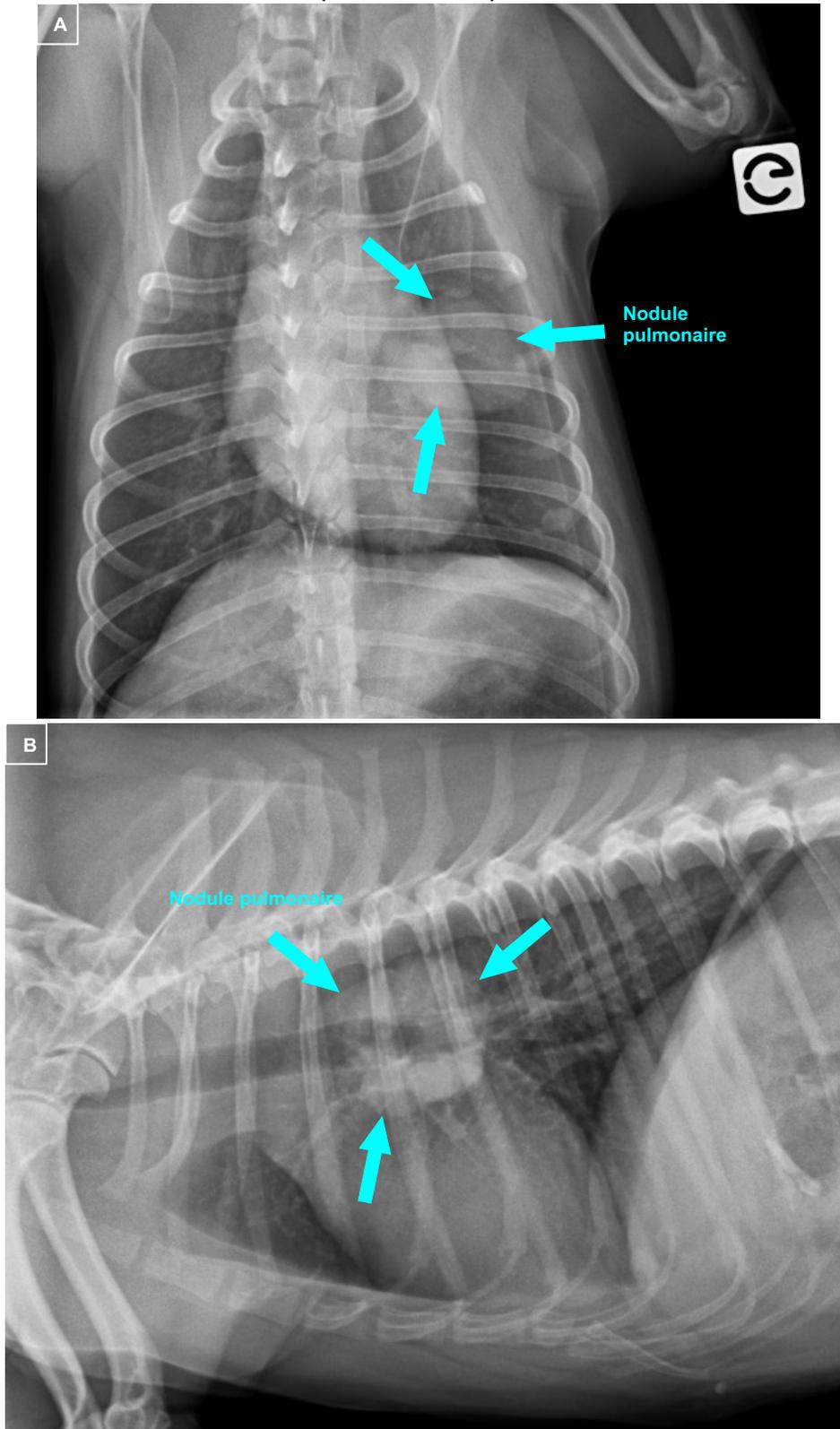


Figure 73 : Radiographies légendées de nodule pulmonaire vu de face (A) et de profil (B)

Description : opacité ronde bronchocentrique (partie caudale du lobe crânial) bien délimitée (flèches bleues) mesurant 3 cm de diamètre en partie dorsale du lobe crânial : opacité interstitielle structurée.

IV. Cas d'épanchement pleural

Commémoratifs et anamnèse : chien femelle griffon de 1,5 ans présentée pour troubles respiratoires.

Conclusion (figure 74) : épanchement pleural, masse médiastinale, adénomégalie trachéo-bronchique médiale, épanchement abdominal.

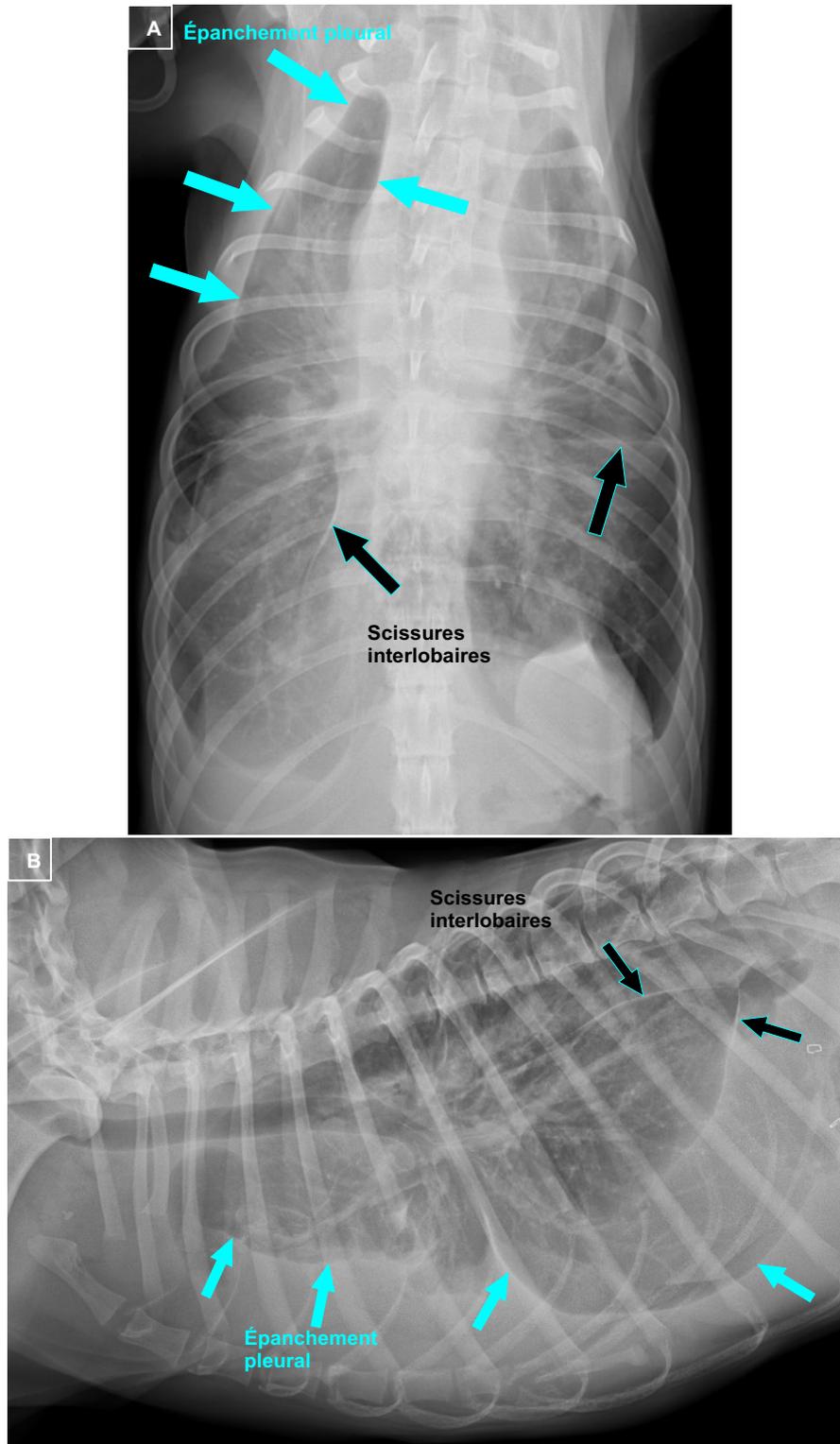


Figure 74 : Radiographies légendées d'épanchement pleural vu de face (A) et de profil (B)

Description : augmentation d'opacité diffuse sur l'ensemble du thorax. Bande tissulaire dorsalement au sternum, repoussant dorsalement le bord ventral des poumons. Bord ventral des poumons d'aspect irrégulier. Décollement des poumons du rachis et de la paroi costale (flèches bleues) à gauche et à droite. Scissures interlobaires visibles (flèches noires).

V. Cas de pneumothorax

Commémoratifs et anamnèse : chien mâle border collie de 1,5 ans présenté pour troubles respiratoires.

Conclusion (figure 75) : masse médiastinale, pneumothorax, bulles pulmonaires.

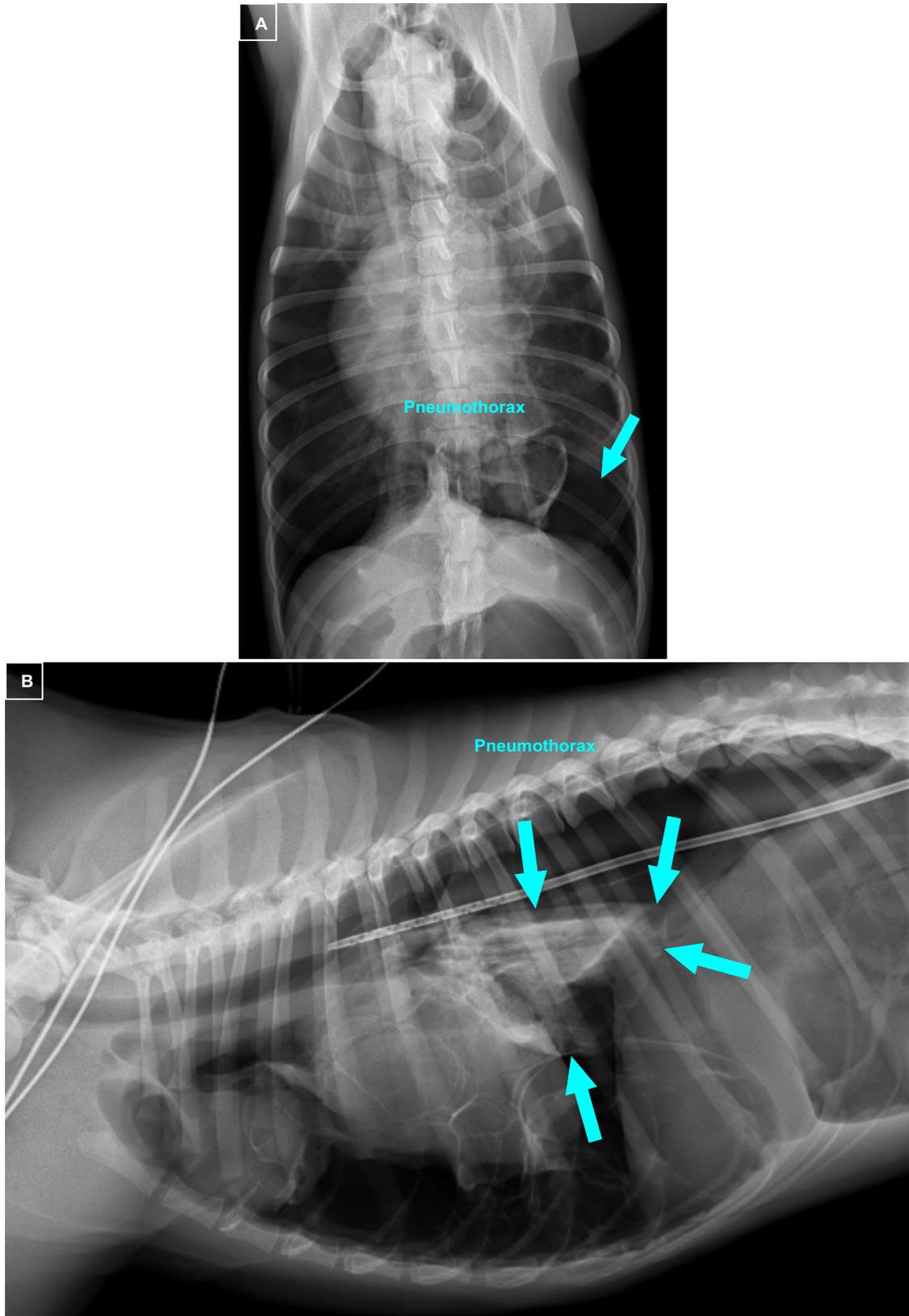


Figure 75 : Radiographies légendées de pneumothorax vu de face (A) et de profil (B)

Description : opacité aérienne sans structure vasculaire visible décollant les lobes pulmonaires (flèches bleues) de la paroi thoracique.

VI. Cas de cardiomégalie

Commémoratifs et anamnèse : chien mâle golden retriever de plus de 15 ans présenté pour troubles locomoteurs.

Conclusion (figure 76) : cardiomégalie, lithiases rénales.

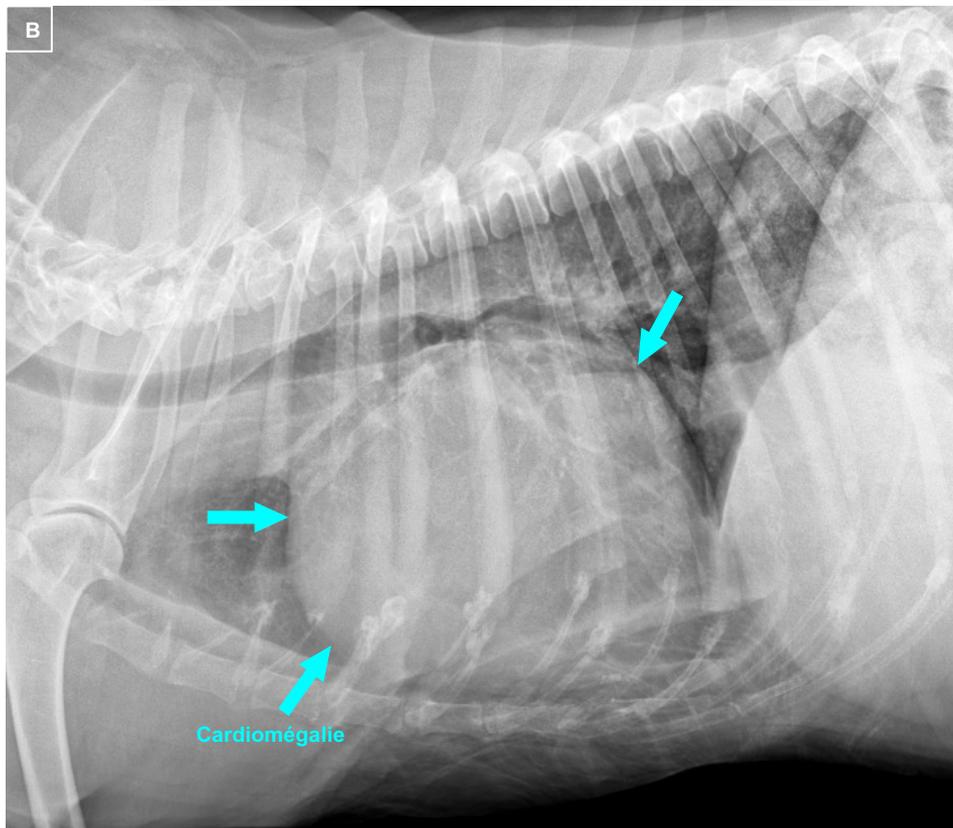
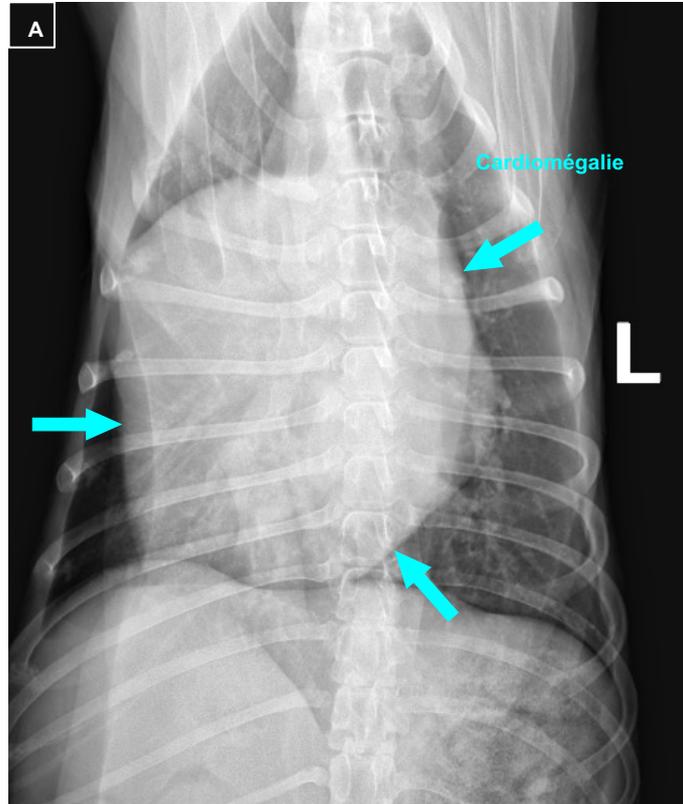


Figure 76 : Radiographies légendées de cardiomégalie vue de face (A) et de profil (B)

Description : cardiomégalie sévère (flèches bleues) avec distance crânio-caudale de 4 espaces intercostaux, hauteur et largeur de plus de 2/3 de celle du thorax. Aspect géométrique des bords du cœur.

VII. Cas de fracture de côte

Commémoratifs et anamnèse : chien femelle basset fauve de Bretagne de 14,5 ans présentée suite à un AVP.

Conclusion (figure 77) : contusions pulmonaires, élargissement médiastinal, hernie diaphragmatique, fracture de côte, tuméfaction et emphysème sous cutané dans les tissus mous de la paroi thoracique.

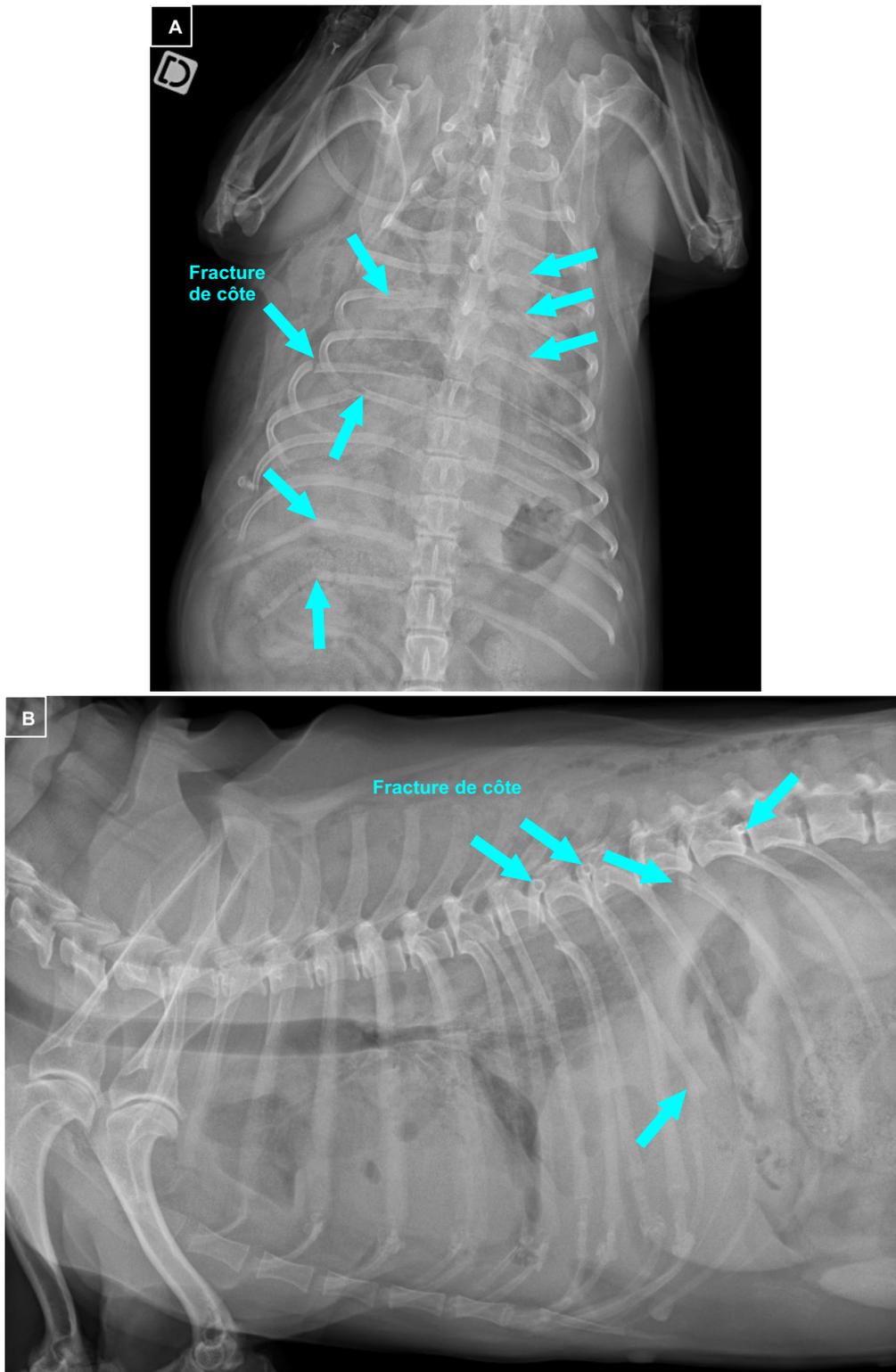


Figure 77 : Radiographies légendées de fractures de côtes vues de face (A) et de profil (B)

Description : multiples fractures costales (flèches bleues) : à gauche K1, K2, K3, K5, K6, K7; à droite : K6, K8, K9, K12, K13.

NB : cathéter intraveineux visible sur la radiographie de face.

VIII. Cas de hernie diaphragmatique

Commémoratifs et anamnèse : chat mâle européen de 1,5 ans présenté pour troubles respiratoires.

Conclusion (figure 78) : hernie diaphragmatique, épanchement pleural, épanchement abdominal.

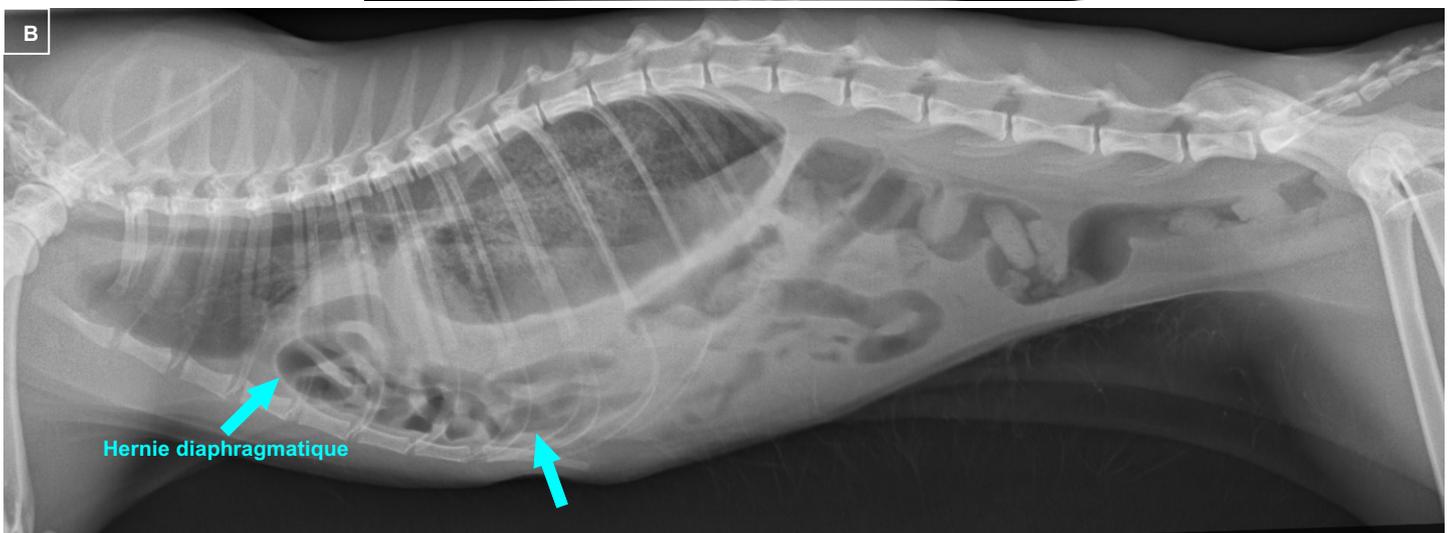
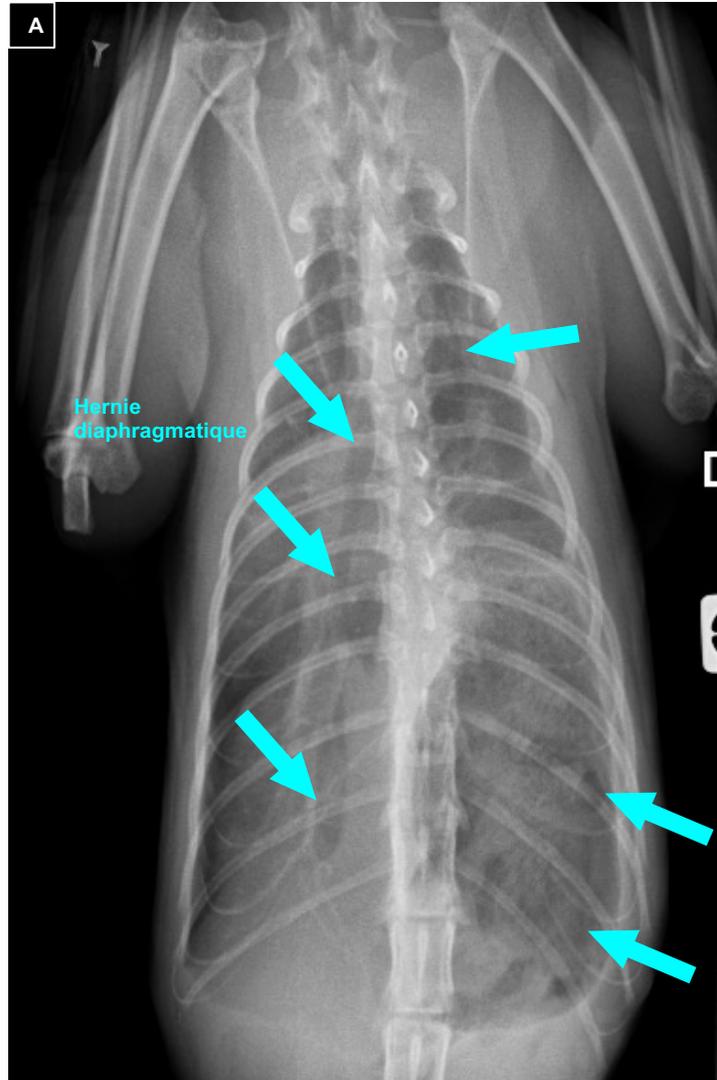


Figure 78 Radiographies légendées d'une hernie diaphragmatique vue de face (A) et de profil (B)

Description : structures tubulaires aériques (flèches bleues) sur l'aspect ventral et latéral gauche du thorax masquant la silhouette cardiaque et le diaphragme repoussant dorsalement les lobes pulmonaires.

IX. Cas d'épanchement abdominal

Commémoratifs et anamnèse : chat mâle maine coon de moins de 6 mois présenté pour dégradation de l'état général, dysorexie et diarrhée depuis 48h.

Conclusion (figure 79) : iléus paralytique, épanchement abdominal.

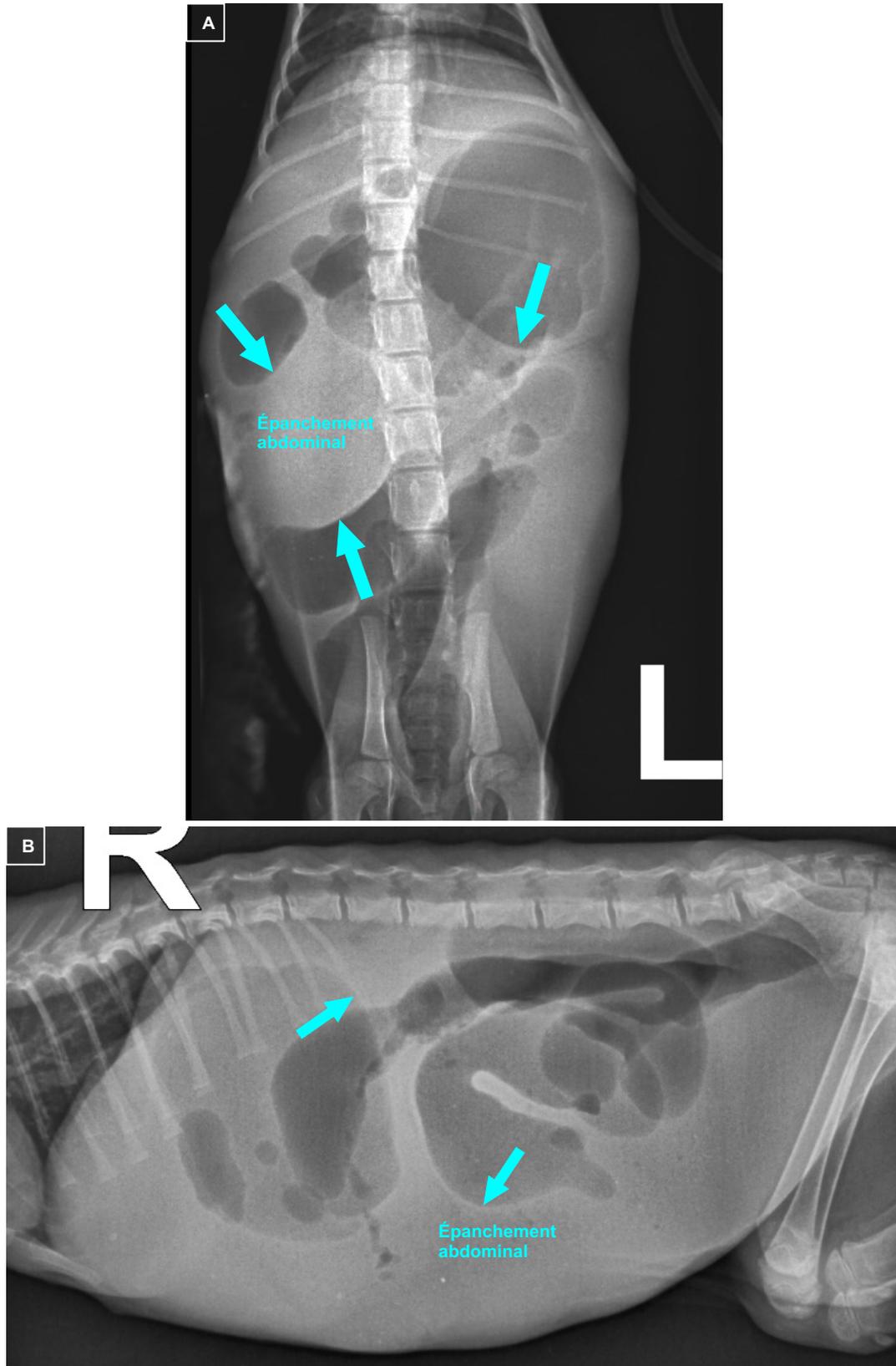


Figure 79 Radiographies légendées d'épanchement abdominal vu de face (A) et de profil (B)

Description : perte de contraste abdominal généralisée (flèches bleues) avec augmentation marquée de l'opacité.

X. Cas de syndrome dilatation - torsion d'estomac (SDTE)

Commémoratifs et anamnèse : chien mâle castré boxer de 11,5 ans présenté pour SDTE.

Conclusion (figure 80) : SDTE.

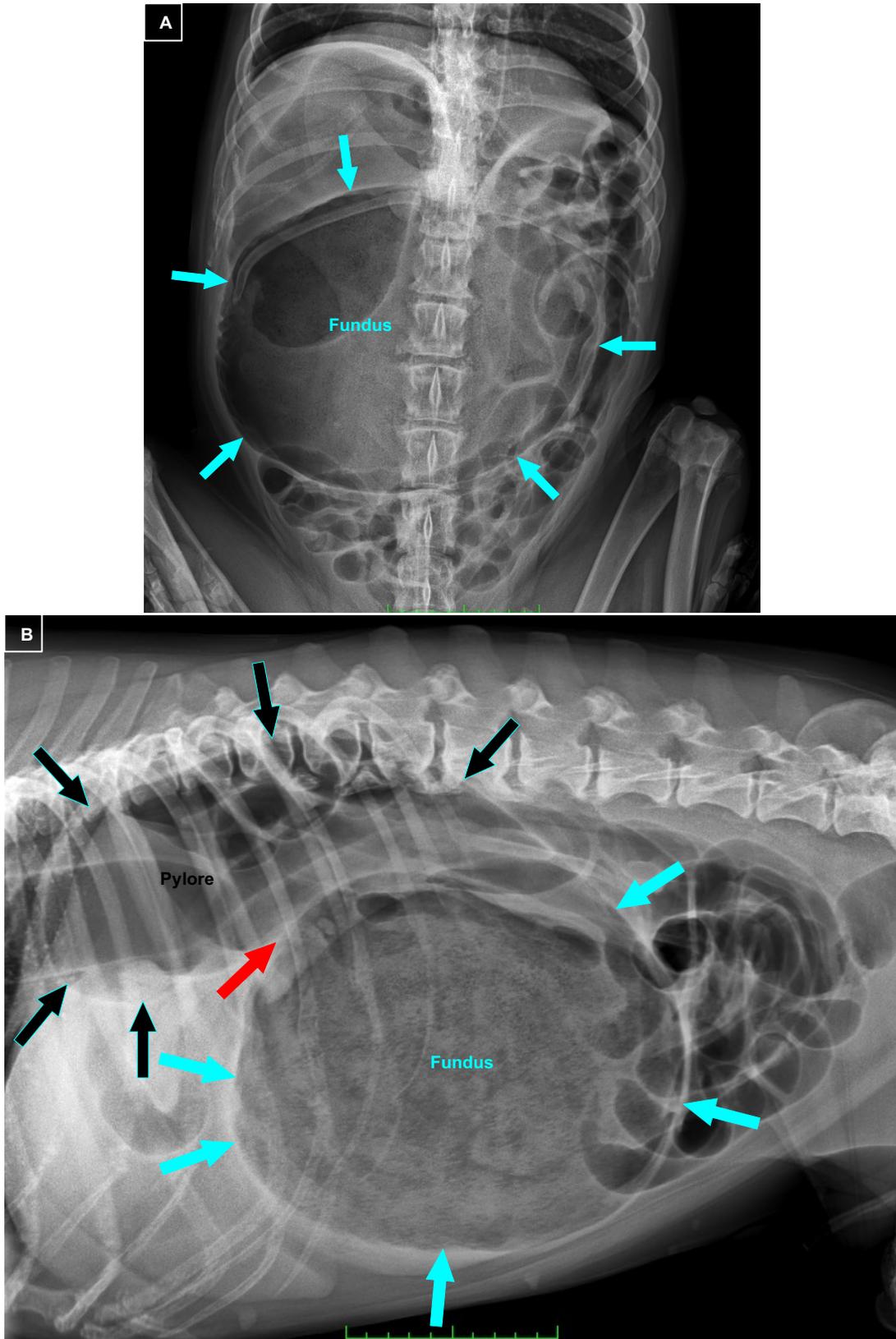


Figure 80 : Radiographies légendées d'un syndrome dilatation - torsion d'estomac vu de face (A) et de profil (B)

Description : dilatation majeure du fundus (flèches bleues), basculé caudalement et ventralement. Bascule crâniale et dorsale du pylore (flèches noires). Bande d'opacité tissulaire se projetant entre le pylore et le fundus (flèche rouge). Déplacement des anses digestives caudalement et latéralement à gauche.

XI. Cas de fracture du bassin et de luxation coxofémorale

Commémoratifs et anamnèse : chat mâle castré européen de 4,5 ans présenté suite à un AVP.

Conclusion (figure 81) : fracture du bassin, luxation coxofémorale, tuméfaction et emphysème sous cutané dans les tissus mous de la paroi thoracique.

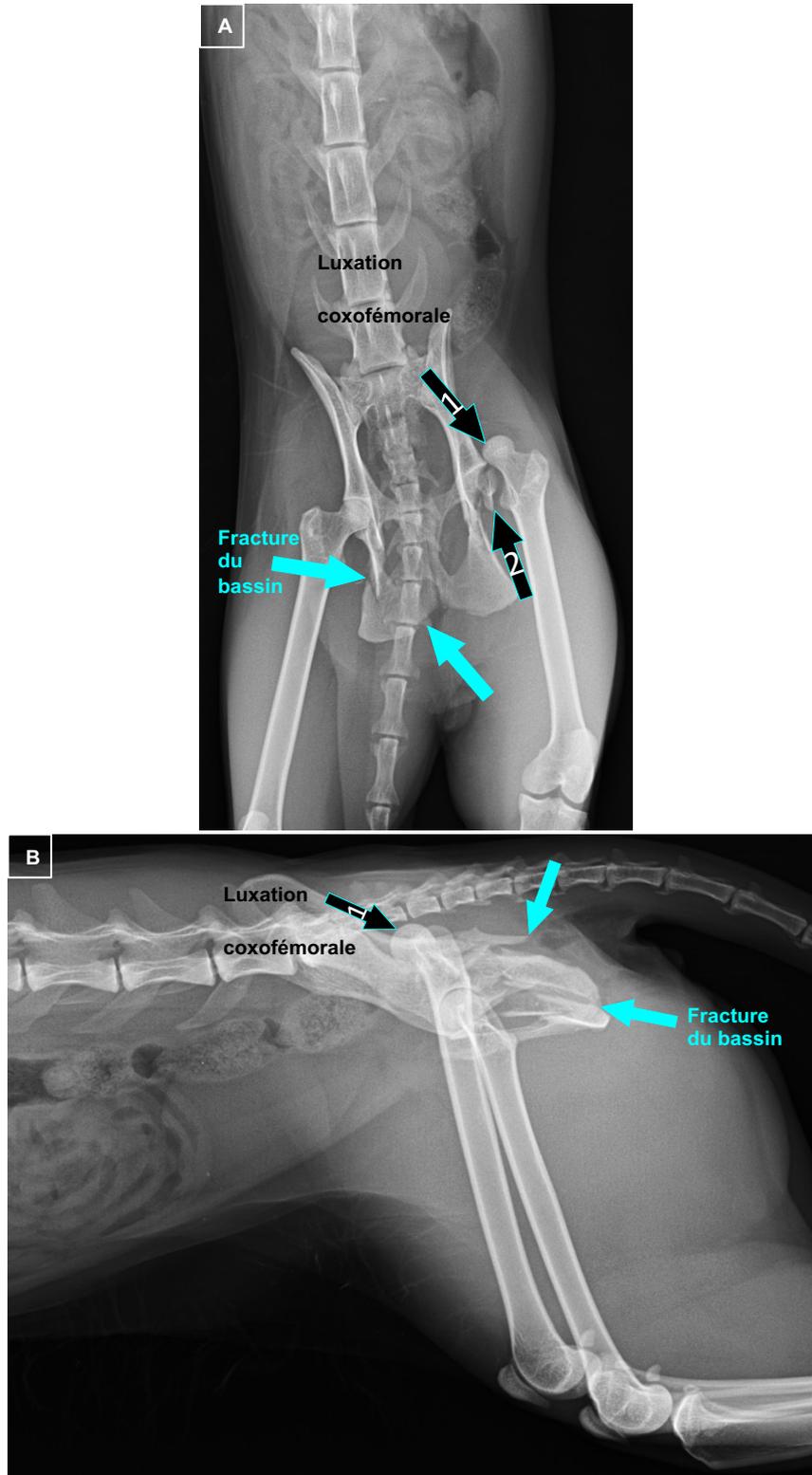


Figure 81 : Radiographies légendées d'une fracture du bassin et d'une luxation coxofémorale vues de face (A) et de profil (B)

Description : déplacement crânio-dorsal de la tête fémorale gauche (flèche noire 1), associé à une fracture acétabulaire (flèche noire 2). Fracture ischiatique gauche caudalement à la cavité acétabulaire, avec un déplacement caudo-ventral. Multiples fractures de la table ischiatique droite (flèches bleues) associées à un déplacement caudal et ventral de l'ischium. Fracture pubienne à gauche.

XII. Cas de fracture du fémur

Commémoratifs et anamnèse : chat mâle castré européen de 10,5 ans présenté suite à un AVP.

Conclusion (figure 82) : fracture du fémur, dilatation aérique de l'intestin.

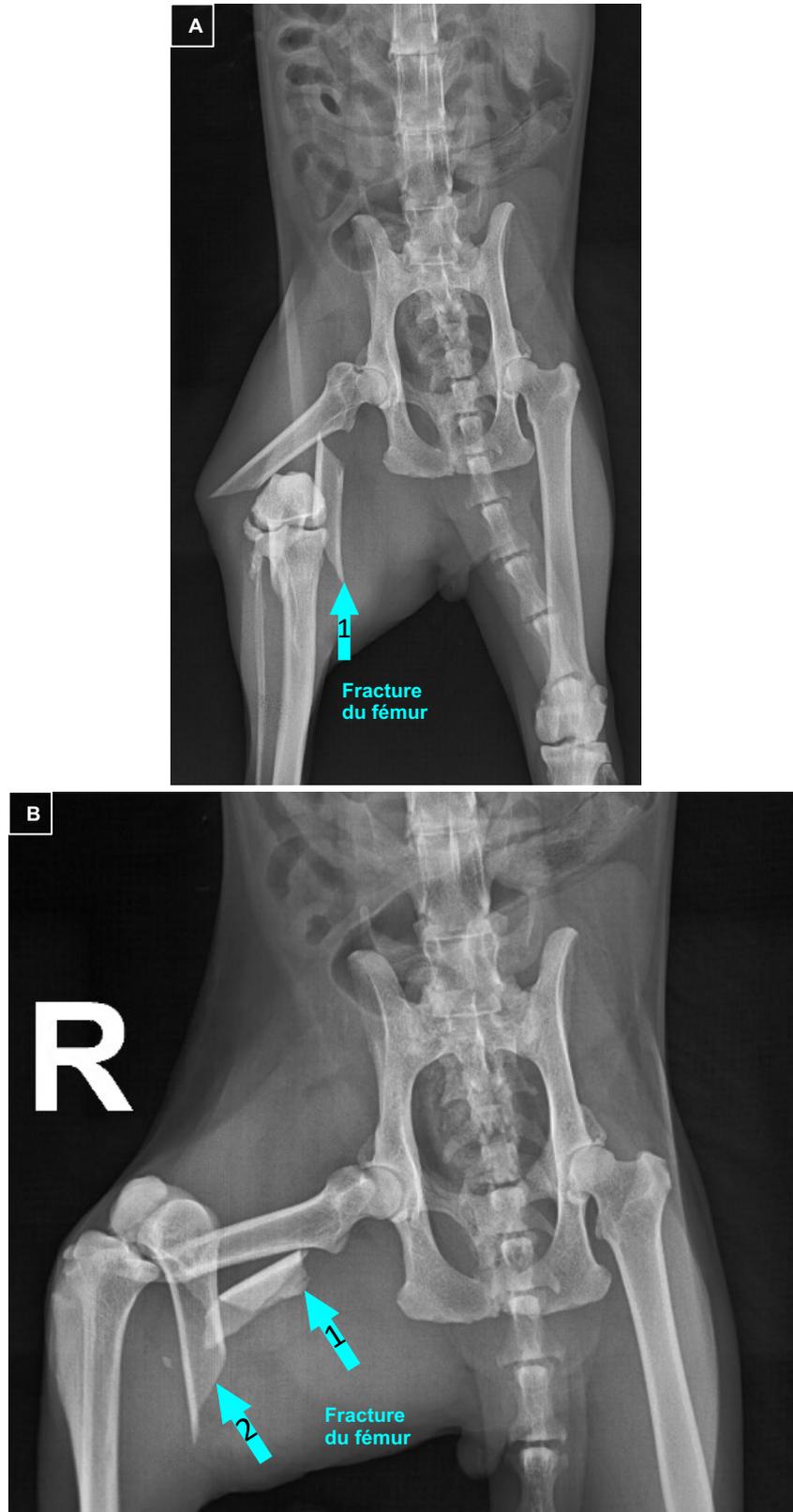


Figure 82 : Radiographies légendées de fracture du fémur vue de face (A) et de profil (B)

Description : fracture spiroïde complète complexe dont la plus grande esquille mesure environ 3 cm de long et est déplacée caudalement et médialement (flèche 1). L'about distal est déplacé médialement, caudalement et distalement avec une angulation marquée (flèche 2).

XIII. Cas de fracture vertébrale

Commémoratifs et anamnèse : chien femelle yorkshire terrier de 6,5 ans présentée pour chute du 2ème étage.

Conclusion (figure 83) : fracture vertébrale thoracique, pneumothorax, arthrose du grasset.

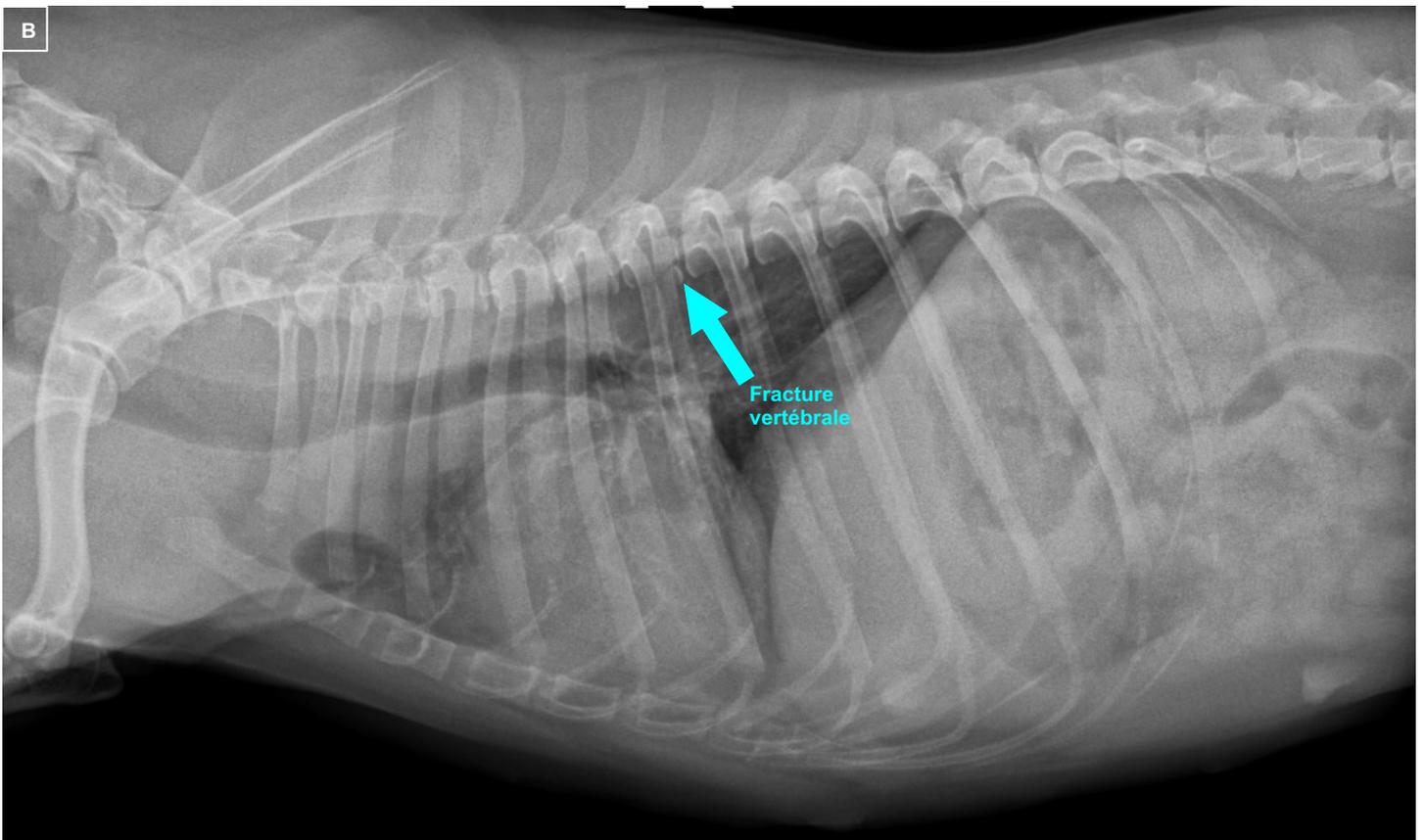
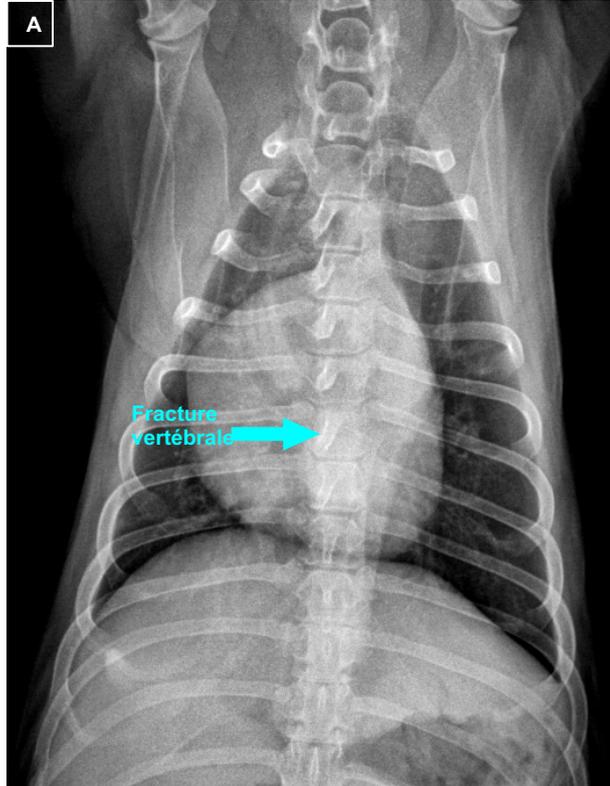


Figure 83 : Radiographies légendées de fracture vertébrale vue de face (A) et de profil (B)

Description : fracture oblique complète (flèches bleues) de l'épiphyse caudale du corps vertébral de T6 avec un discret déplacement ventral.

XIV. Cas d'arthrose du coude

Commémoratifs et anamnèse : chien mâle golden retriever de 10,5 ans présenté pour dégradation de l'état général, troubles respiratoires, cardiaques et locomoteurs.

Conclusion (figure 84) : adénomégalie sus-sternale, épanchement pleural, arthrose du coude, masse sur le coude.

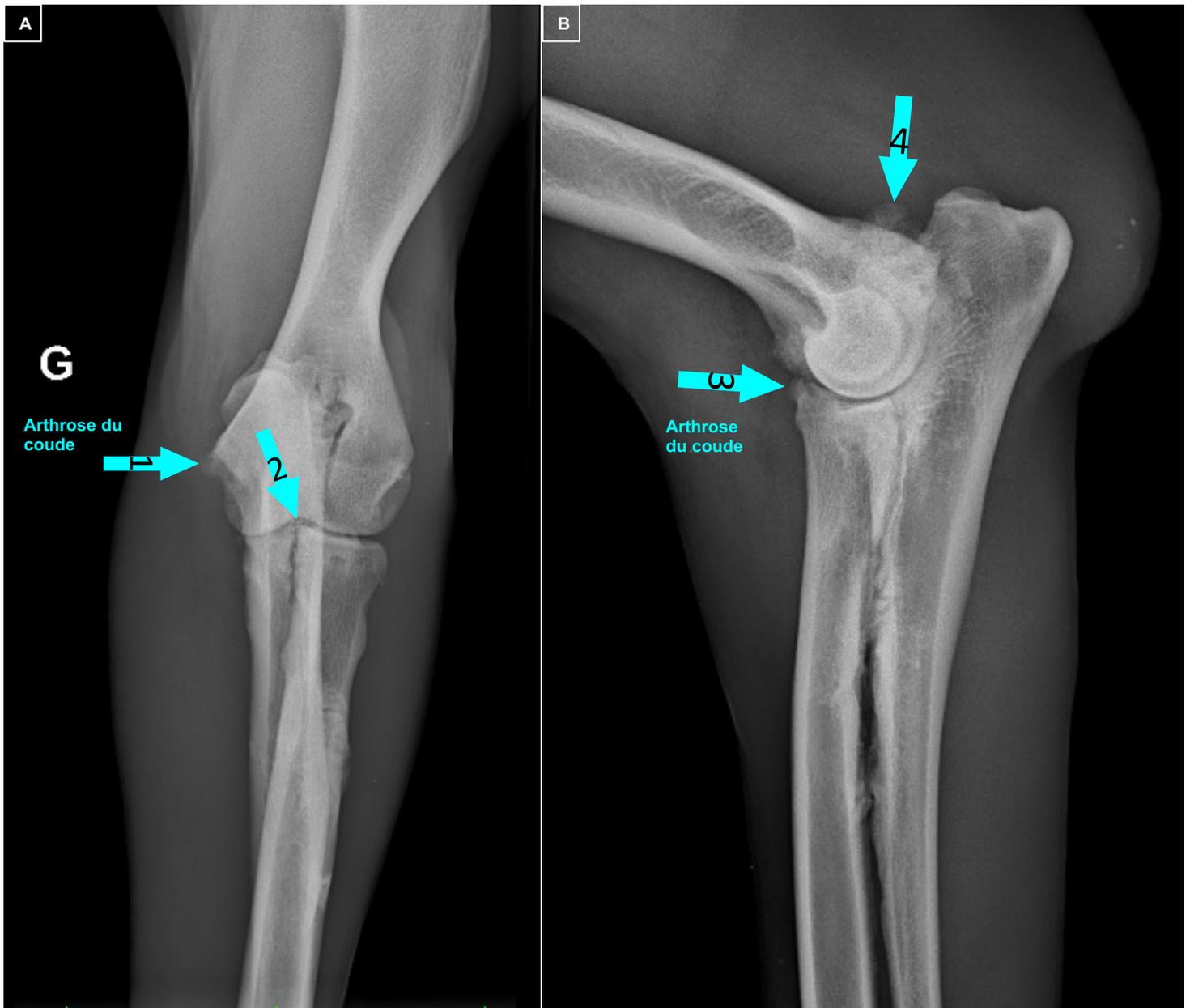


Figure 84 : Radiographies légendées d'arthrose du coude vue de face (A) et de profil (B)

Description : ostéophytes sur l'épicondyle médial (flèche 1) et discret sur le processus coronoïde médial (flèche 2), sur l'aspect crânial de la tête radiale (flèche 3), et le processus anconé (flèche 4).

XV. Cas d'emphysème sous cutané

Commémoratifs et anamnèse : chat femelle européen de 9,5 ans présentée pour chute d'étage.

Conclusion (figure 85) : contusions pulmonaires, fracture du bassin, fracture de côte, pneumothorax, emphysème sous cutané dans les tissus mous de la paroi abdominale, tuméfaction et emphysème sous cutané dans les tissus mous de la paroi thoracique.

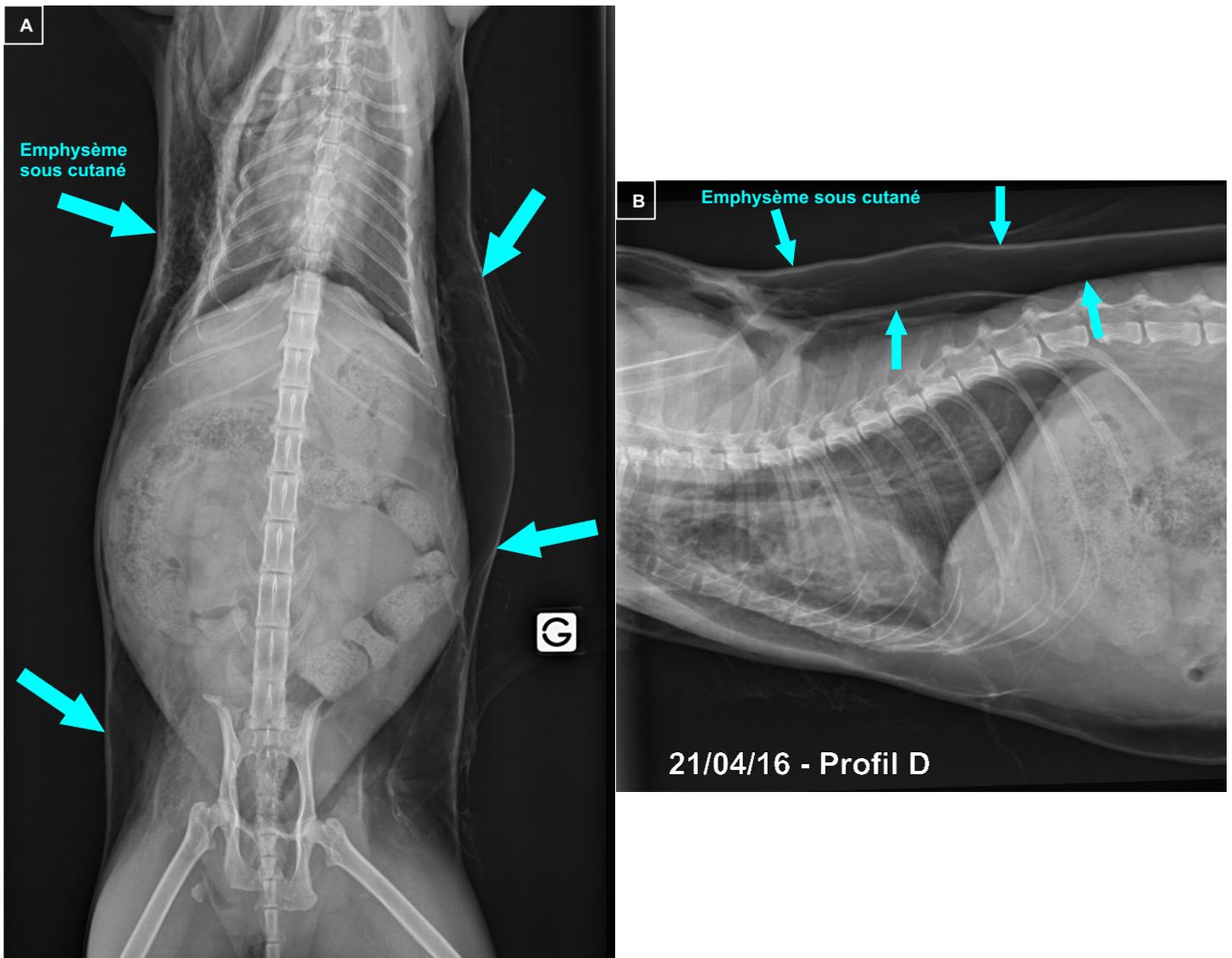


Figure 85 : Radiographies légendées d'emphysème sous cutané vu de face (A) et de profil (B)

Description : plages aériques décollant l'ensemble des tissus cutanés (flèches bleues) du thorax et de l'abdomen, tissus sous cutanés hétérogènes sur l'aspect droit du thorax.

XVI. Cas de pneumopéricarde et pneumomédiastin

Commémoratifs et anamnèse : chat mâle castré européen de 4,5 ans présenté pour troubles respiratoires et bilan traumatologique.

Conclusion (figure 86) : pneumomédiastin, pneumopéricarde, pneumothorax.

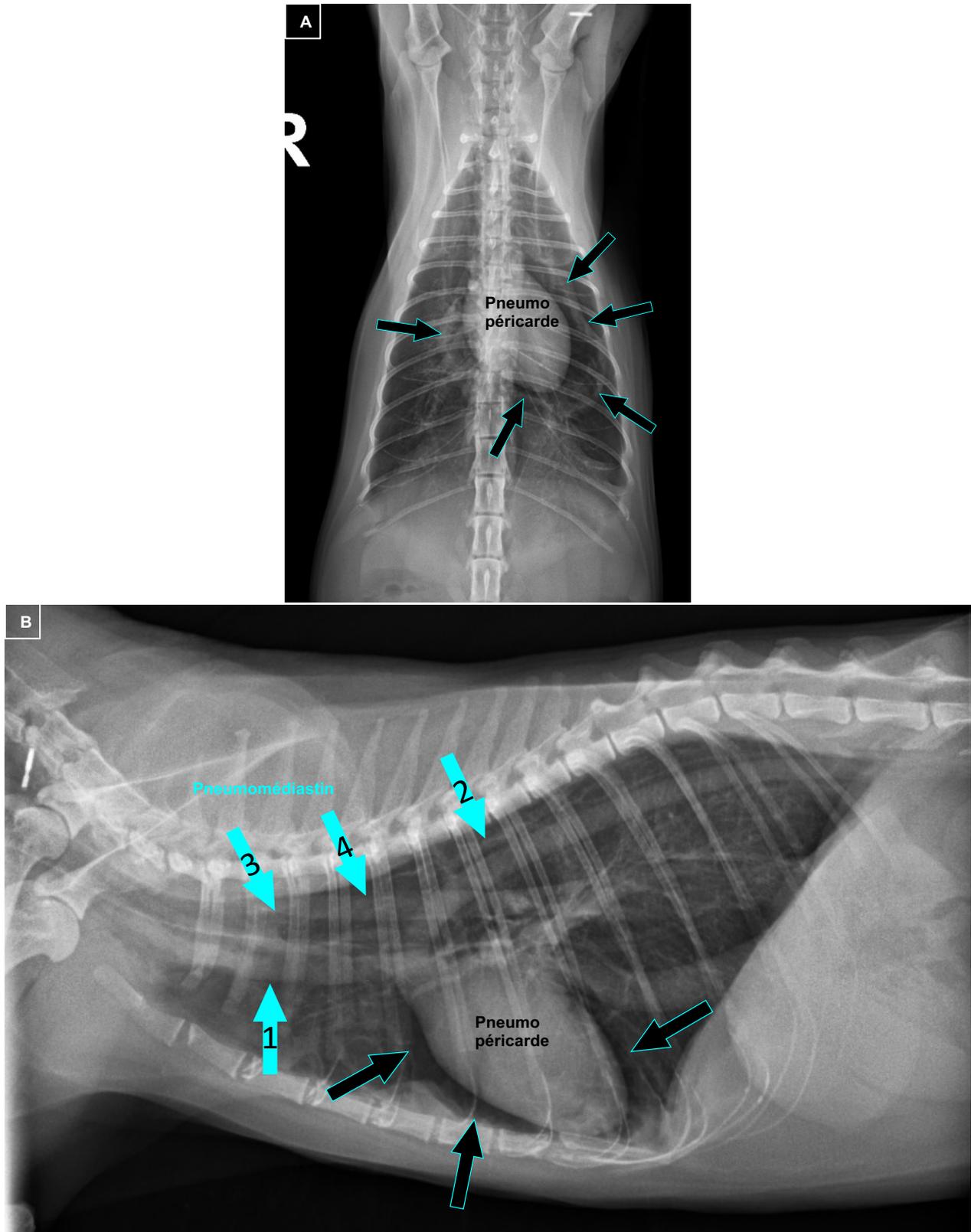


Figure 86 : Radiographies légendées de pneumopéricarde et pneumomédiastin vus de face (A) et de profil (B)

Description : veine cave crâniale (flèche bleue 1), veine azygos (flèche bleue 2), paroi de la trachée (flèche bleue 3) et de l'œsophage (flèche bleue 4) visibles. Bande d'opacité aérique surlignant les contours de la silhouette cardiaque (flèches noires).

Conclusion

La prise en charge d'animaux en urgence peut nécessiter la réalisation de radiographies afin d'aider le praticien vétérinaire à établir rapidement un diagnostic. En effet, l'examen radiologique est rapide, simple à effectuer, relativement peu coûteux, et permet de faire un premier tri dans le diagnostic différentiel initialement établi par le praticien.

L'étude des caractéristiques des animaux radiographiés par le service des urgences montre une nette augmentation du nombre annuel de consultations à partir de 2016. Ces consultations concernent légèrement plus de chiens que de chats, avec principalement des mâles castrés chez les chats, et des mâles entiers chez les chiens. Les motifs de consultations sont variés, les troubles respiratoires, une dégradation de l'état général et des vomissements sont le plus souvent rapportés.

L'étude des observations radiographiques présente une majorité de lésions thoraciques, puis abdominales, et ensuite osseuses. Les atteintes thoraciques sont principalement pulmonaires, et plus particulièrement alvéolaires. Les atteintes abdominales principalement péritonéales. Les atteintes osseuses sont plus nombreuses au niveau du membre pelvien qu'au niveau de la colonne vertébrale et du membre thoracique. Ces atteintes sont généralement des fractures.

Néanmoins, de nombreuses limites dans l'échantillonnage et la standardisation des données n'ont pas permis de réaliser une étude statistique extrapolable à plus grande échelle. De plus, une étude supplémentaire se basant sur les diagnostics pour étudier les motifs de consultation ainsi que les caractéristiques des animaux correspondants serait intéressante à réaliser à la suite de ce travail.

Bibliographie

Bushberg, J T. 2012. *The essential physics of medical imaging. Third edition.* Philadelphia : Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins, 2012. ISBN : 978-0-7817-8057-5.

Conchou. 2016. *Du rayon X à l'image radiographique, cours 2ème année ENVT.* 2016.

Conchou. 2010. *Radiographie numérique.* s.l. : Dossier technique Centravet, 2010.

Dendy, P P. 2012. *Physics for diagnostic radiology. Third edition.* Boca Raton : CRC Press, 2012. 978-1-4398-9692-1.

Gough, Alex. 2009. *Diagnostic différentiel en médecine canine et féline.* Paris : Éditions Med'com, 2009.

Hébert, Fabrice and Bulliot, Christophe. 2018. *Guide pratique de médecine interne chien, chat et NAC.* Paris : Éditions Med'com, 2018.

Kealy, J. Kevin and McAllister, Hester. 2008. *Radiographie et échographie du chien et du chat.* Paris : Editions Med'com, 2008.

Legifrance. LOI n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire. [En ligne] [Citation : 02 09 2021.] <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000819043/>.

Roy. 2021. *Formation PCR renouvellement niveau 2 ENV, version 9, secteur médical options sources scellées.* s.l. : Formavéto, consulté le 02/09/2021, 2021.

Thrall, D E. 2013. *Textbook of veterinary diagnostic radiology. Sixth edition.* St Louis : Elsevier Saunders, 2013. ISBN 978-1-4557-0364-7.

Annexes

4D - [CLOVIS]

Fichier Édition Utilitaires Visualisation Documentation Clovis Logs Aide

Recherches de consultations...

Chercher dans tout le fichier
 Chercher dans sélection (ET)
 Ajouter à sélection (OU)
 Ôter à sélection (SAUF)

Troncature = + Annule dern. rech...

Propriétaire :
 Nom :
 Prénom :
 Ville :
 Pays :
 Client Personnel Etudiant

Animal :
 Nom :
 Espèce : Sexe :
 Race :
 Tatouage : N° dossier :
 Date Naiss. >= : Date Naiss. <= :
 Notes :
 Pédigrée Confirmé Accepte reprod. DCD Stérilisé

Intervenants :
 Consultant :
 Unité : Urgences
 Étudiant :
 Référant : Cas référés
 CR validé par : CR validé
 Responsable :

Actes :
 Auj. Date >= : Date <= :
 N° : Gratuit : Acte gratuit
 Actes actuels :
 Actes anciens :
 Précision :
 Unité bénéf. :

Consultation :
 Auj. Date >= : 01/01/2016 Date <= : 31/12/2019
 Motif consult. :
 AEEEV : 2^e Avis
 Compte-rendu :
 Conclusion :
 Diagnostic : Inclure termes proches
 Organe :
 Etiologie :
 Mot clé unité :
 Tous Mots clés :
 Hospitalisé : il y a eu hospitalisation Inclure les devis
 Auj. Hospit >= : 00/00/00 Hospit <= : 00/00/00
 Soc responsable :

Analyses :
 Auj. Date >= : 00/00/00 Date <= : 00/00/00
 Analyse :
 Sous-analyse :
 Résultat (texte) :
 Résultat >= : 0 Résultat <= : 0
 Commentaire : @ @
 Réf. interne : Gratuit : Analyse gratuite

Examens complémentaires :
 Auj. Date >= : 00/00/00 Date <= : 00/00/00
 Examen : @ Imagerie-Radiographie @
 Descr. Examen : @ @
 Concl. examen : @ @
 Descr. Image :
 Nom document :

Autres critères de recherches =>

Enreg. Rech. sous rech. N° 1 / 1

Annexe 1 : Critères de recherche du logiciel Clovis®

DOUCETTE T16-283
 Chat européen, femelle stérilisée
 Né le : 25/11/2014
 Couleur : Gris et marron tigré
 Tatouage :
 Poids : ?

Première visite : 14/01/2016
 Dernière visite : 19/01/2016

Saisie du Compte-Rendu paramédical TC16-1113

Date 15/01/2016 Anesthésie Imagerie-Radiographie

Anamnèse
 Chat européen, femelle stérilisée, Parachutiste, hématurie.

Description
 Radiographies abdominales :
 * Liquidopneumothorax déjà décrit
 * Vertèbre de transition L7
 * Discrète marche d'escalier sur l'articulation sacro-iliaque gauche
 * L'examen des structures abdominales est dans les limites de la normale

Conclusion
 Discrète disjonction sacro-iliaque à gauche
 Vertèbre de transition en L7

Rédacteur Validé par **CONCHOU Fabrice**

Annexe 2 : Exemple de capture d'écran Clovis® d'un compte rendu radiographique

Annexe 3 : Organisation du fichier Excel® compilant les informations des comptes rendus.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
mois correspond	date	n° clovis	nom animal	espèce	sexe	race	date de naissance	nombre de motifs de venue	conclusion radio	autres radio	âge	âge 2	nombre de localisations	localisation 1	localisation 2	localisation 3	origine : DAMV	diagnostic						
1	janv-16																							
2								168	Opacité thor.	Héj/Discret épanchement pleural	plus de 10 ans 14,5 ans		2	thorax	espace média	neusd lymphal infectieux		adnomégalie sus-sternale						
3	07/01/2016	T15-1012	NALA	chat	féminelle stérili	européen	01/01/2002							abdomen	foie	neoplasique		hépatomégalie						
4														thorax	cavité pleurale	metabolique		épanchement pleural						
5																iatrogène								
6																vasculaire								
7																								
8	08/01/2016	T16-95	MILOU	chat	mâle castré	européen	01/01/2007	108	abdomen dist	Epanchement Abs.	Arthrose discrète des épaules	9,5 ans		2	abdomen	cavité péritonéale	neoplasique	épanchement abdominal						
9																	vasculaire							
10																								
11																								
12	08/01/2016	T16-107	FLASH	chien	mâle	dalmaitien	03/06/2010	67	abdomen dist	Rupture vésicale, épat	autre radio les aut Discr	5,5 ans		1	abdomen	membre thorax épaule	metabolique	arthrose des épaules						
13									abdomen aigu								dégénératif							
14	20/01/2016	T16-390	JAFFAR	chien	mâle	malinois	24/12/2014	12	abdomen al	Splénomégalie modér	autres radio le Op.	Adér	1,5 ans		1	abdomen	rate	metabolique	rupture vésicale					
15																		vasculaire						
16																		congénital						
17	19/01/2016	T16-283	DOUCETTE	chat	féminelle stérili	européen	25/11/2014	13	chute du dêm	disrète disjonction sac	autres radios le 15 et 19	1,5 ans		1	os	colonne vertèrè sacrum	neoplasique	disjonction sacro-liaque						
18									troubles urinaires															
19	21/01/2016	T16-421	SYLENE	chien	féminelle stérili	griffon	01/01/2000	192	abdomen dist	Hépatomég	Diminution de contracte compz	plus de 10 ans plus de 15 ans		2	abdomen	foie	neoplasique	hépatomégalie						
20																		infectieux	épanchement abdominal					
21	01/02/2016	T16-469	PEDRO	chat	mâle castré	européen	18/05/2008	92	troubles sang	absence d'anomalie	significative sur le thorax	7,5 ans		0				vasculaire						
22																								
23																								
24	29/01/2016	T06-2732	QUEEN	chien	féminelle stérili	Yorkshire terrier	01/01/2001	180	abdomen al	Absence d'ar	Héj/Cardiomégalie et ectasie de	plus de 10 ans plus de 15 ans		2	abdomen	paroi abdominale	traumatique	hernie abdominale						
25									vomissements															
26																								
27																								
28																								
29	29/01/2016	T15-5817	POLO	chat	mâle	européen	01/04/2005	129	troubles respi	Cardiomég	Eps	Op	autre radio le 01/02/201	plus de 10 ans 10,5 ans		1	thorax	espace média cœur	vasculaire	cardiomégalie				
30									troubles locomoteurs															
31																								
32																								

-	border collie	croisé	greyhound
-	border collie	croisé berger	whippet
airedale	bouledogue	croisé border collie labrador	lhassa apso
airdale terrier	boston terrier	croisé boxer labrador	lhassa apso
airedale	bouledogue anglais	croisé dogue	malinois
akita inu	bouledogue francais	croisé fox terrier	malinois
akita inu	bulldog anglais	croisé griffon	pinscher
basenji	bouvier	croisé labrador	pinscher
shiba inu	bouvier bernois	croisé shih tzu	ratier
american staffordshire terrier	bouvier de l'entlebuch	croisé teckel	russskiy toy
american bully	bouvier des flandres	dalmatien	rodesian ridge back
american staffordshire terrier	boxer	dalmatien	rodesian ridge back
staffordshire bull terrier	boxer	dogue	rottweiler
basset	braque	dogue allemand	doberman
basset artésien normand	braque	dogue argentin	rottweiler
basset bleu de gascogne	braque allemand	dogue des canaries	saint bernard
basset fauve de bretagne	braque de weimar	schнауzer géant	montagne des pyrénées
basset hound	braque hongrois à poil court	épagueul	saint bernard
beagle	cane corso	épagueul	terre neuve
beagle	cane corso	épagueul breton	samoyède
beauceron	fila brésilien	épagueul francais	samoyède
beauceron	caniche	épagueul nain continental	setter anglais
berger	caniche	fox terrier	pointer anglais
berger	caniche royal	fox terrier	setter anglais
berger allemand	carlin	griffon	shar peï
berger australien	carlin	griffon	shar peï
berger australien d'amérique	chinois	griffon bleu de gascogne	shih tzu
berger belge malinois	cavalier king charles	griffon fauve de bretagne	shih tzu
berger blanc suisse	cavalier king charles	husky sibérien	spitz
berger de Beauce	chihuahua	husky sibérien	spitz allemand
berger des pyrénées	chihuahua	malamute	spitz loup
berger picard	cocker	jack russel terrier	teckel
grand bouvier suisse	cocker	irish terrier	teckel
berger des shetlands	cocker américain	jack russel terrier	west highland white terrier
berger des shetlands	cocker anglais	labrador	west highland white terrier
shetland	springer anglais	flat coated retriever	westie
bichon frisé	colley	golden retriever	westie
bichon frisé	colley	labrador	yorkshire terrier
bleu de gascogne	tervueren	léonberg	norwich terrier
ariégeois	coton de tuléar	landseer	scottish terrier
bleu de gascogne	coton de tuléar	léonberg	yorkshire terrier
gascon saintongeois	croisé	lévrier	

Annexe 4 : Groupes des races de chiens

<p>abdomen aigu douleur abdominale</p> <p>abdomen distendu cholépéritoine dilatation gastrique épanchement abdominal hémoabdomen uroabdomen</p> <p>adipsie</p> <p>arrêt cardiorespiratoire</p> <p>AVP suivi de lésion pulmonaire suite à un AVP suspicion d'AVP</p> <p>bilan d'extension lymphome méningiome</p> <p>bilan traumatologique griffe arrachée morsure morsure thorax, cou, zone lombaire noyade plaie de morsure en région scapulaire plaie en région cervicale suspicion trauma trauma thoracique tuméfaction membre thoracique</p> <p>chute d'étage chute du 1er étage chute du 2ème étage chute du 3ème étage chute du 4ème étage chute du 5ème étage chute du 6ème étage chute du 7ème étage chute du 8ème étage parachutiste</p> <p>dégradation de l'état général abattement amaigrissement faiblesse fatigabilité à l'effort stuporeux</p> <p>diarrhée diarrhée chronique diarrhée hémorragique</p> <p>douleur palpation rachis cervicalgie douleur palpation lombaire</p> <p>dysorexie anorexie dysphagie pica</p> <p>électrocution</p> <p>emphysème sous cutané généralisé</p> <p>envenimation</p> <p>état de choc</p> <p>hépatopathie</p> <p>hernie abdominale</p> <p>hernie diaphragmatique</p> <p>hyperthermie</p>	<p>hyperthyroïdie</p> <p>hypothermie</p> <p>intoxication intoxication au flurbiprofène suspicion d'intoxication au cannabis suspicion d'intoxication aux anti vitamine K</p> <p>masse abdominale lymphome digestif masse abdominale masse mammaire suspicion de masse splénique tumeurs mammaires</p> <p>masse thoracique masse poitrail gauche masse sublinguale</p> <p>péritonite péritonite septique suivi de péritonite septique</p> <p>ptyalisme</p> <p>SDTE</p> <p>suivi post chirurgical contrôle de sonde naso-oesophagienne péricardectomie post op après chirurgie de persistance du canal artériel radiographie thorax post opératoire retrait de drain thoracique</p> <p>suspicion corps étranger digestif</p> <p>suspicion d'ostéopathie crani-mandibulaire</p> <p>troubles cardiaques bradycardie bruits de galop à l'auscultation cardiaque cardiopathie CMH exploration d'un souffle cardiaque fibrillation masse cardiaque tachycardie tamponnade</p> <p>troubles digestifs constipation entéropathie exsudative fécalome hématémèse hématochézie méléna prolapsus rectal récidive dilatation de l'estomac régurgitation régurgitation per-anesthésie ténésme</p>	<p>ulcère gastrique ulcère perforant</p> <p>troubles infectieux abcès bartonellose coryza parvovirose phlegmons piroplasmose septicémie suivi d'angyostrongylose suspicion de leptospirose suspicion de tétanos</p> <p>troubles inflammatoires adénomégalie périphérique SIRS</p> <p>troubles locomoteurs boiterie paralysie membres pelviens paraparésie des membres pelviens paraplégie parésie des postérieurs suite à une chute raideur spastique des 4 membres tétraparésie tétraplégie troubles locomoteurs</p> <p>troubles neurologiques généraux ataxie crises convulsives crises épileptiformes nyctagmus syncope syndrome de Claude Bernard Horner syndrome vestibulaire tête penchée</p> <p>troubles oculaires fibrillation conjonctivite mydriase</p> <p>troubles reproducteurs avortement avortement tardif dystocie écoulements vulvaires écoulements vulvaires purulents mise bas pyomètre</p> <p>troubles respiratoires bruits respiratoires augmentés chylothorax</p>	<p>crépitements pulmonaires détresse respiratoire dyspnée dyspnée aiguë épanchement péricardique épanchement pleural hémoptysie inhalation de fumée jetage nasal OAP paralysie laryngée pneumothorax pyothorax reverse sneezing rhinite chronique suivi de pyothorax suspicion de bronchopneumonie suspicion de collapsus trachéal syndrome brachycéphale</p> <p>sévère tachypnée toux toux forte sèche quinteuse</p> <p>troubles sanguins AHMI anémie anémie sévère ascite azotémie CIVD déshydratation diabète acido-cétosique épistaxis exploration hypercréatininémie hyperglycémie hypocalcémie hypoglycémie hypokaliémie ictère œdème de la face œdème des 4 membres thrombo embolie aortique TEA thrombopénie</p> <p>troubles urinaires adypsie anurie globe vésical hématurie incontinence urinaire insuffisance rénale IRA IRA post rénale MRC obstruction urinaire pollakiurie polyurie PUPD pyélonéphrite strangurie SUF suspicion de rupture urétérale bilatérale</p> <p>vomissements efforts vomitifs vomissements aigus</p>
---	---	---	--

```

library(readxl)
library(Rmisc)
library(stringr)
library(ggplot2)
library(multcompView)
library(RVAideMemoire)

#Une fonction pour réordonner Les Lettres de significativité de L'ANOVA
OrdLett <- function(liste)
{k <- 0
 l <- ""
 past <- c("")
 lettres <- rep("",length(liste))
 for (i in (1:length(liste))) {
   for (j in (1:nchar(liste[i]))) {
     t = substring(liste[i], j, j)
     check_past <- (t == past)
     if (sum(check_past) ==0) {
       if (l != t) {
         k <- k + 1
         l <- t
         past <- c(past,t)}
       lettres[i] <- paste(lettres[i],letters[k], sep="")}
     else
     {for (f in (1:length(check_past)))
      {if (check_past[f]) {
        lettres[i] <- paste(lettres[i],letters[f-1], sep="")}}}}
 return (lettres)}

#Code de Fabio Marroni 'regroupe Les moyennes non significativement différentes'
tri.to.squ<-function(x)
{rn <- row.names(x)
 cn <- colnames(x)
 an <- unique(c(cn,rn))
 myval <- x[!is.na(x)]
 mymat <- matrix(1,nrow=length(an),ncol=length(an),dimnames=list(an,an))
 for(ext in 1:length(cn))
 {for(int in 1:length(rn))
  {if(is.na(x[row.names(x)==rn[int],colnames(x)==cn[ext]])) next
   mymat[row.names(mymat)==rn[int],colnames(mymat)==cn[ext]]<-x[row.names(x)==rn[int],colnames(x)==cn[ext]]
   mymat[row.names(mymat)==cn[ext],colnames(mymat)==rn[int]]<-x[row.names(x)==rn[int],colnames(x)==cn[ext]]}}
 return(mymat)}

#Importation des données
data <- read_excel("Compilation totale inversée.xlsx")
#View(data)

#Récupération du nécessaire pour analyser Les motifs de consultation
check <- function(k,table) {
  for (j in (1:length(table$x))) {
    if (!is.na(k)) {
      if (k == table$x[j]) {
        table$y[j] <- 1}}
  return(table)}
ciblage <- function(cible,animal) {
  if (animal == cible) {
    return (TRUE)
  } else if (cible == "") {
    return (TRUE)
  } else {
    return (FALSE)}}

#Définir Les données plotées en x
Xaxe <- data$`sexe`
#Définir Le filtre, Laisser vide pour prendre l'ensemble des espèces
Colonne <- data$`espèce`
cible <- "chien"

Motif <- levels(as.factor(Xaxe))
data_temp <- data.frame(
  x = Motif,
  y = rep(0,length(Motif))

```

```

data_analyse <- data.frame(
  x = c(),
  y = c())
goon <- TRUE
for (i in (1:length(Colonne))) {
  animal <- Colonne[i]
  if (is.na(animal) & goon) {
    #On met à jour data_temp selon Les motifs affich   pour notre cas
    data_temp <- check(Xaxe[i],data_temp)
  } else if (!is.na(animal)) {
    if (ciblage(cible,animal)) {
      goon <- TRUE
      #On inc  mente Le tableau data_analyse puis on remet    z  ro data_temp
      data_analyse <- rbind(data_analyse,data_temp)
      data_temp <- data.frame(
        x = Motif,
        y = rep(0,length(Motif)))
      data_temp <- check(Xaxe[i],data_temp)
    } else {
      goon <- FALSE}}
}

#CHIIIIIIIIIIIIIIIIIIII
KI <- chisq.bintest(y~x, data_analyse, correct = TRUE, alpha = 0.05, p.method = "fdr")
PV <- formatC(KI$p.value, format = "e", digits = 2)
ppt <- data.frame(matrix(1, nrow = length(KI$estimate), ncol = length(KI$estimate)))
if (KI$p.value >= 0.05) {
  lettre_df <- data.frame (
    group = as.factor(names(KI$estimate)),
    letter = as.character(rep("a",length(KI$estimate))))
} else {
  ppt <- tri.to.squ(KI$p.value.multcomp)
  lettre <- multcompleters(ppt,compare="<=",threshold=0.05,Letters=letters)
  lettre_df <- data.frame(group=names(lettre$Letters),letter = lettre$Letters )}

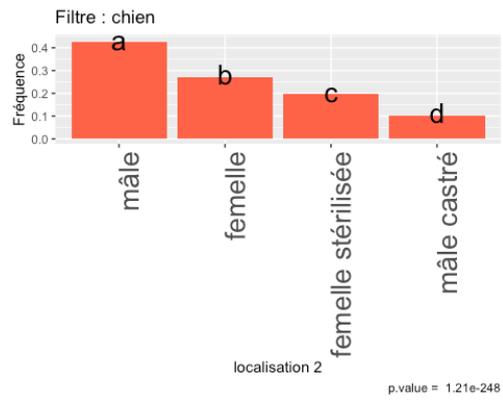
#Pr  parer un tableau plotable
Data_P <- data.frame(
  x=as.factor(str_sub(names(KI$estimate), start=16)),
  y=as.numeric(KI$estimate),
  l=as.character(rep("",length(KI$estimate))))

#On d  gage Les motifs dont La fr  quence n'exc  de pas 1%
Data_P$y[Data_P$y<0.01] <- NA
Data_P <- na.omit(Data_P)

#On attribue La Lettre
for (i in (1:length(Data_P$x))) {
  for (j in (1:length(lettre_df$group))) {
    if (as.character(Data_P$x[i]) == as.character(lettre_df$group[j])) {
      Data_P$l[i] <- lettre_df$letter[j]}}
Data_P <- Data_P[order(-as.numeric(Data_P$y)),]
Data_P$l <- OrdLett(Data_P$l)

#Plotons plotons
ggplot(Data_P, aes(x= reorder(x, -y), y=y)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "tomato1") +
  ggtitle(paste("Filtre :", cible, sep=" ")) +
  labs(caption = paste("p.value = ", PV, sep=" ")) +
  scale_y_continuous() +
  xlab("localisation 2") +
  ylab("Fr  quence") +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90, vjust = 1, hjust=1, size=20 )) +
  geom_text(data = Data_P, aes(label = l, y = y + 0.01 ), colour="black", size=7)

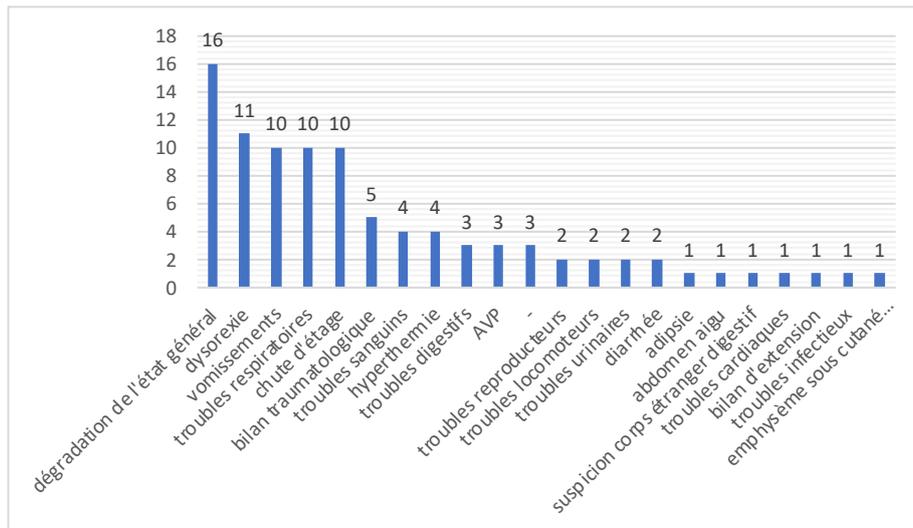
```



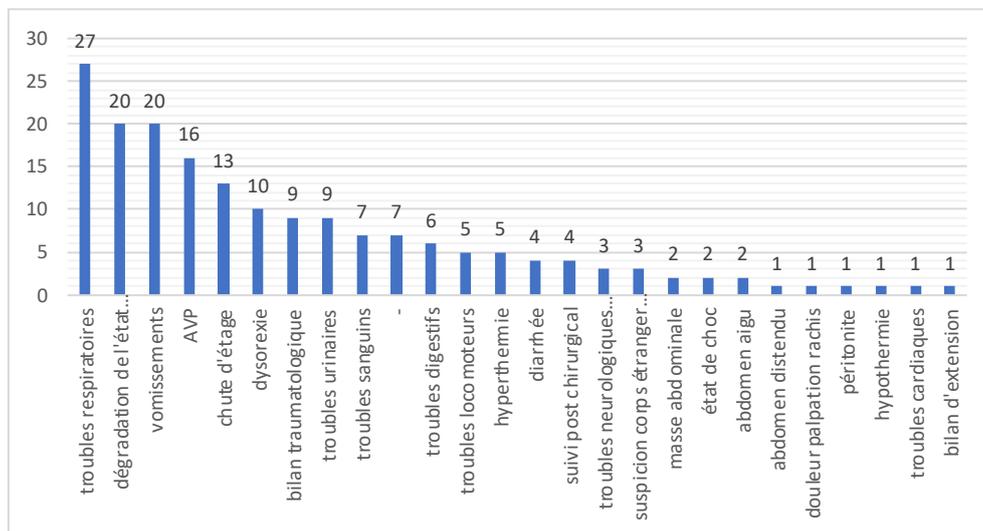
Data_P

```
##          x          y l
## 4      mâle 0.4259577 a
## 2      femelle 0.2727273 b
## 3 femelle stérilisée 0.1966838 c
## 5      mâle castré 0.1040595 d
```

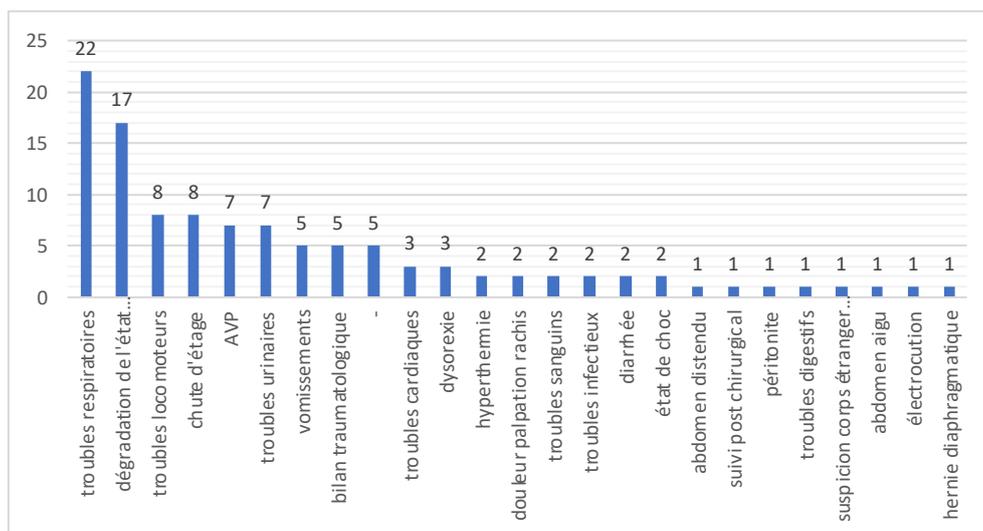
Annexe 6 : Script R® de l'algorithme de significativité par le test du Khi-2, avec la figure et la matrice obtenues.



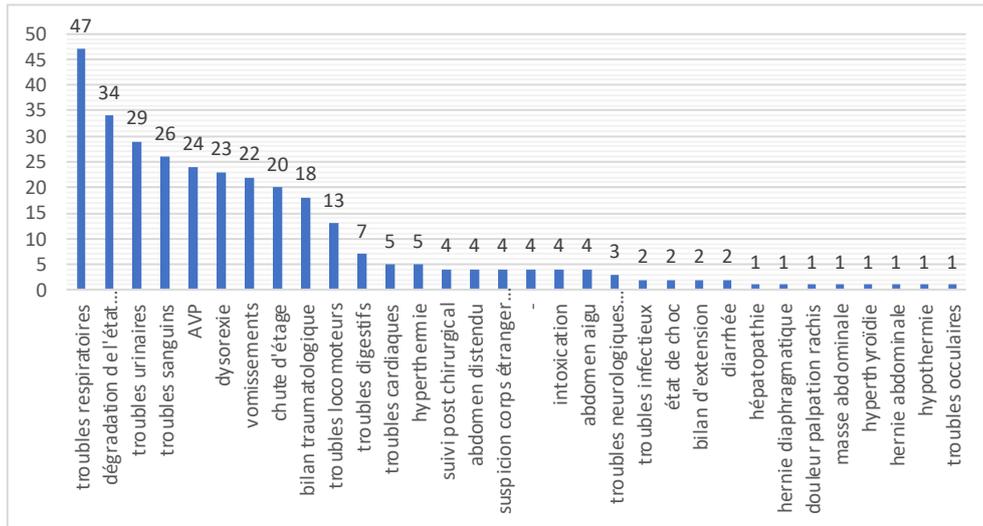
Annexe 8 : Motifs de consultation des chats femelle (n=94)



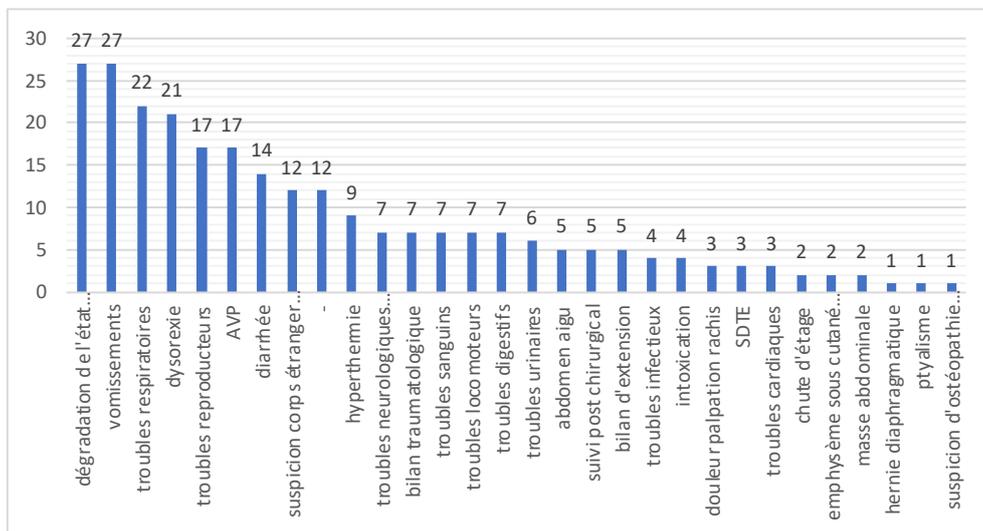
Annexe 9 : Motifs de consultation des chats femelle stérilisées (n=180)



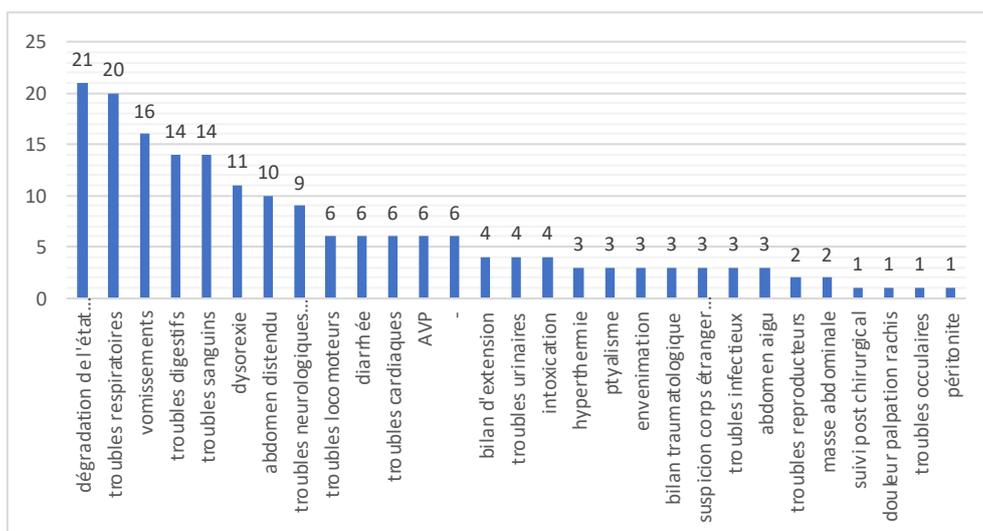
Annexe 10 : Motifs de consultation des chats mâles (n=110)



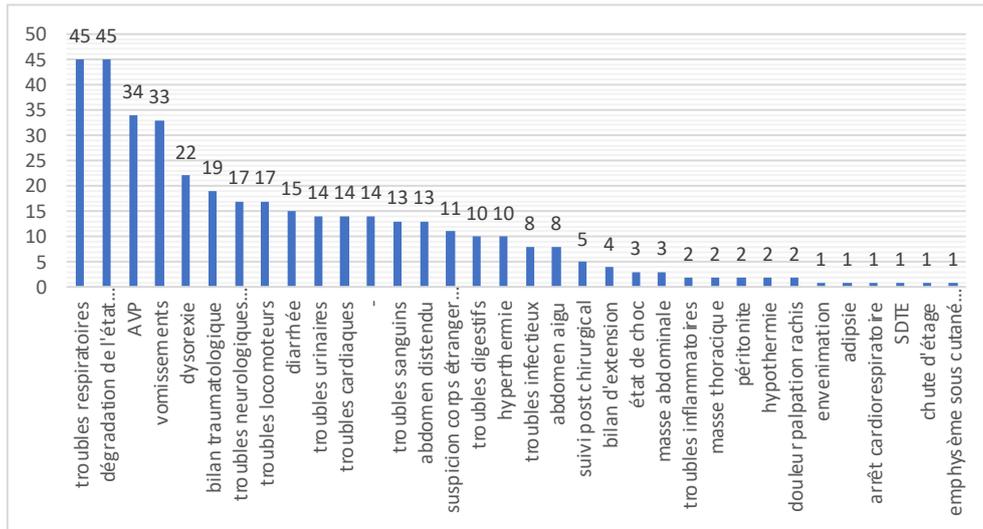
Annexe 11 : Motifs de consultation des chats mâles castrés (n=316)



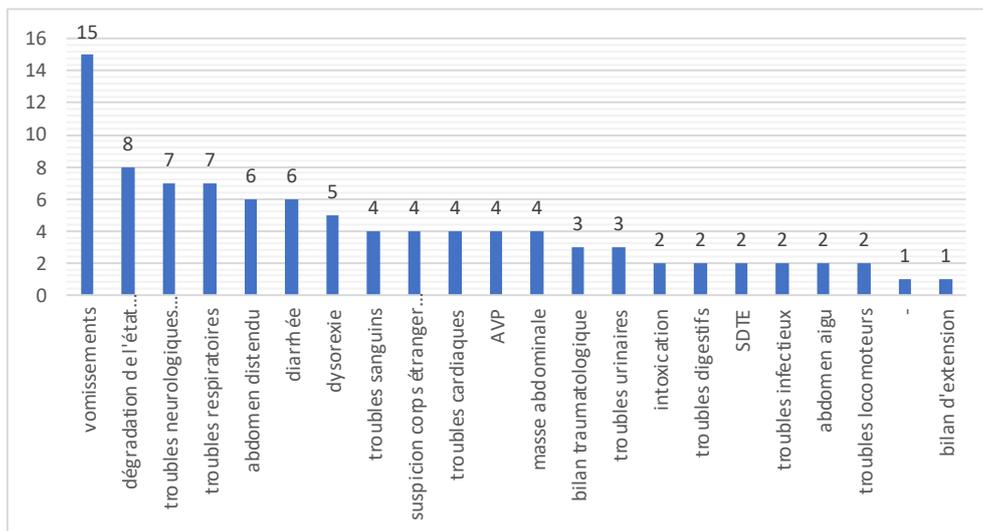
Annexe 12 : Motifs de consultation des chiens femelles (n=260)



Annexe 13 : Motifs de consultation des chiens femelles stérilisées (n=186)



Annexe 14 : Motifs de consultation des chiens mâles (n=393)



Annexe 15 : Motifs de consultation des chiens mâles castrés (n=94)

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Fabrice CONCHOU, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de MERICQ Paul intitulée « **ÉTUDE RETROSPECTIVE SUR LES RADIOGRAPHIES DU SERVICE DES URGENCES DE L'ENVT ENTRE 2016 ET 2019 : ETUDE LESIONNELLE SUR 1114 CAS** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 18/10/2021
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Docteur Fabrice CONCHOU



Vu :
La Présidente du jury
Professeure Isabelle BERRY



Faculté de Médecine Rangueil
Bâtiment Médecine - Rangueil
1, allée Jean Roudot - 31062
31062 TOULOUSE Cedex 9

Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul
Sabatier
Monsieur Jean-Marc BROTO
Par délégation, le Doyen de la faculté de
Médecine de Toulouse-Rangueil
Monsieur Elie SERRANO



M. MERICQ Paul
a été admis sur concours en : 2016
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 06/07/2020
a validé son année d'approfondissement le: 14/10/2021
n'ont plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

TOULOUSE 2021,

MERICQ Paul

TITRE : Étude rétrospective sur les radiographies du service des urgences de l'ENVT entre 2016 et 2019 : étude lésionnelle sur 1114 cas

Mots clefs : Rétrospectif ; Radiographies ; Urgences, ENVT

RESUME :

La radiographie constitue une aide importante dans l'établissement rapide d'un diagnostic pour un animal présenté en urgence.

Cette étude rétrospective s'intéresse aux chiens et chats admis aux urgences du CHUVAC de l'ENVT entre 2016 et 2019, et ayant bénéficié d'un examen radiographique.

Il a été recensé 1114 animaux, dont 615 chiens et 499 chats, ainsi que les 2029 observations qui ont été réalisées sur ces radiographies.

Les chiens sont légèrement plus fréquents que les chats et présentent autant de lésions thoraciques qu'abdominales, alors que les chats ont le plus souvent des lésions thoraciques. Ces lésions thoraciques sont principalement pulmonaires, alors que les lésions abdominales concernent majoritairement la cavité péritonéale. Les lésions osseuses concernent plus fréquemment le squelette appendiculaire que le squelette axial.

TITLE: Retrospective study on the radiographs of the ENVT emergency department between 2016 and 2019: lesion study on 1114 cases

Keywords: Retrospective; X-rays; emergencies

ABSTRACT:

Radiography for small animals is an important support for a pertinent diagnosis in emergency.

This retrospective study focuses on dogs and cats admitted to Toulouse School of Veterinary Medicine emergencies between 2016 and 2019 and having undergone an X-ray examination.

There were 1,114 animals, including 615 dogs and 499 cats, as well as the 2,029 observations that were made on these radiographs.

Dogs are slightly more common than cats and have both thoracic and abdominal lesions, while cats show more often thoracic lesions. These thoracic lesions are mainly pulmonary, whereas the abdominal lesions mainly concern the peritoneal cavity. Musculoskeletal lesions are slightly more numerous for the appendicular bones rather than for the axial skeleton.