



Open Archive Toulouse Archive Ouverte

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/19711>

To cite this version:

Swygedauw, Marine. *Radiographies commentées sur les principales affections chez le furet*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2017, 85 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

RADIOGRAPHIES COMMENTÉES SUR LES PRINCIPALES AFFECTIONS CHEZ LE FURET

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

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

par

SWYGEDAUF Marine

Née, le 06/08/1991 à PAU

Directeur de thèse : M. Fabrice CONCHOU

JURY

PRESIDENT :

Mme Isabelle BERRY

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Fabrice CONCHOU

M. Giovanni MOGICATO

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Répartition des Enseignants-Chercheurs par Département.

Mise à jour : 03/11/2017

DIRECTRICE : ISABELLE CHMITELIN

ELEVAGE ET PRODUITS/SANTÉ PUBLIQUE VÉTÉRINAIRE	SCIENCES BIOLOGIQUES ET FONCTIONNELLES	SCIENCES CLINIQUES DES ANIMAUX DE COMPAGNIE, DE SPORT ET DE LOISIRS
<p>Responsable : M. SANS</p> <p><u>ALIMENTATION ANIMALE :</u> M. ENJALBERT Francis, PR Mme PRIYMENKO Nathalie, MC Mme MEYNADIER Annabelle, MC</p> <p><u>EPIDEMIOLOGIE :</u> Mathilde PAUL, MC</p> <p><u>PARASITOLOGIE-ZOOLOGIE :</u> M. FRANC Michel, PR M. JACQUIET Philippe, PR M. LIENARD Emmanuel, MC Mme BOUHSIRA Emilie, MC</p> <p><u>HYGIÈNE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS :</u> M. BRUGERE Hubert, PR M. BAILLY Jean-Denis, PR Mme BIBBAL Delphine, MC Mme COSTES Laura, AERC Mme DAVID Laure, MCC</p> <p><u>PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION :</u> M. BERTHELOT Xavier, PR M. BERGONIER Dominique, MC Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, PR Mme HAGEN-PICARD Nicole, PR M. NOUVEL Laurent-Xavier, MC Mme MILA Hanna, MC</p> <p><u>PATHOLOGIE DES RUMINANTS :</u> M. SCHELCHER François, PR M. FOUCRAS Gilles, PR M. CORBIÈRE Fabien, MC M. MAILLARD Renaud, PR M. MEYER Gilles, PR</p> <p><u>PRODUCTION ET PATHOLOGIE AVIAIRE ET PORCINE :</u> Mme WARET-SZKUTA Agnès, MC M. JOUGLAR Jean-Yves, MC M. GUERIN Jean-Luc, PR M. LE LOC'H Guillaume, MC</p> <p><u>PRODUCTIONS ANIMALES AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ÉCONOMIE :</u> M. DUCOS Alain, PR M. SANS Pierre, PR M. RABOISSON Didier, MC</p>	<p>Responsable : Mme GAYRARD</p> <p><u>ANATOMIE :</u> M. MOGICATO Giovanni, MC M. LIGNEREUX Yves, PR Mme DEVIERS Alexandra, MC</p> <p><u>ANATOMIE PATHOLOGIQUE - HISTOLOGIE :</u> M. DELVERDIER Maxence, PR Mme LETRON-RAYMOND Isabelle, PR Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, PR Mme LACROUX Caroline, PR M. GAIDE Nicolas, AERC</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE :</u> Mme BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle, MC</p> <p><u>MICROBIOLOGIE – IMMUNOLOGIE - MALADIES INFECTIEUSES :</u> M. MILON Alain, PR M. BERTAGNOLI Stéphane, PR M. VOLMER Romain, MC Mme BOULLIER Séverine, MC Mme DANIELS Héléne, MC</p> <p><u>BIOSTATISTIQUES :</u> M. CONCORDET Didier, PR M. LYAZRHI Faouzi, MC</p> <p><u>PHARMACIE-TOXICOLOGIE :</u> M. PETIT Claude, PR Mme CLAUW Martine, PR M. GUERRE Philippe, PR M. JAEG Philippe, MC</p> <p><u>PHYSIOLOGIE –PHARMACOLOGIE THERAPEUTIQUE :</u> M. BOUSQUET-MELOU Alain, PR Mme GAYRARD-TROY Véronique, PR Mme FERRAN Aude, MC M. LEFEBVRE Hervé, PR</p> <p><u>BIOCHIMIE :</u> Mme BENNIS-BRET Lydie, MC</p> <p><u>ANGLAIS :</u> M. SEVERAC Benoît, PLPA Mme MICHAUD Françoise, PCEA</p>	<p>Responsable : Mme CADIERGUES</p> <p><u>ANESTHESIOLOGIE</u> M. VERWAERDE Patrick, MC</p> <p><u>CHIRURGIE :</u> M. AUTEFAGE André, PR M. ASIMUS Erik, MC M. MATHON Didier, MC Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, MC Mme PALIERNE Sophie, MC</p> <p><u>MEDECINE INTERNE :</u> Mme DIQUELOU Armelle, MC M. DOSSIN Olivier, MC Mme LAVOUE Rachel, MC Mme GAILLARD-THOMAS Elodie, MCC</p> <p><u>OPHTALMOLOGIE :</u> M. DOUET Jean-Yves, MC</p> <p><u>DERMATOLOGIE :</u> Mme CADIERGUES Marie-Christine, PR</p> <p><u>IMAGERIE MEDICALE</u> M. CONCHOU Fabrice, MC</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE. :</u> Mme TRUMEL Catherine, PR</p> <p><u>PATHOLOGIE DES EQUIDES :</u> M. CUEVAS RAMOS Gabriel, MC Mme LALLEMAND Elodie, AERC</p>

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Isabelle BERRY

Professeur des Universités
Université de Paul-Sabatier de Toulouse
Praticien hospitalier au Centre Hospitalier Universitaire de Rangueil
Biophysique
Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse

Hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Fabrice CONCHOU

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Anatomie-Imagerie médicale.
Pour m'avoir fait l'honneur d'être mon directeur de thèse et de m'avoir encadrée et soutenue
tout au long de ce travail.

Remerciements chaleureux.

A Monsieur le Docteur Giovanni MOGICATO

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Anatomie-Imagerie médicale
Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie du jury de cette thèse.

Sincère reconnaissance.

Remerciements sincères à tous les acteurs qui ont aidé à la réalisation de cette thèse :

Au service des Nouveaux Animaux de Compagnie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour m'avoir donné le goût et l'intérêt de la médecine des Nouveaux Animaux de Compagnie et pour votre soutien dans la réalisation de ma thèse.

A Monsieur le Docteur Charly PIGNON

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (E.N.V.A.).

Chef du service Nouveaux Animaux de Compagnie.

Diplômé du Collège Européen de Médecine Zoologique (ECZM), spécialité petits mammifères.

Pour m'avoir permis avec enthousiasme et intérêt de me procurer de nombreux clichés radiographiques de furets du service Nouveaux Animaux de Compagnie de l'E.N.V.A.

Au service des Nouveaux Animaux de Compagnie et d'Imagerie médicale de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Pour m'avoir permis de me procurer les clichés radiographiques de l'établissement et pour m'avoir consacré du temps et du matériel pour ma thèse.

Merci pour votre accueil chaleureux.

Au service d'Imagerie médicale et au service Nouveaux Animaux de Compagnie de l'Ecole VETAGROSUP Campus vétérinaire de Lyon

Pour m'avoir sélectionné et procuré de nombreux clichés radiographiques de furets provenant de l'établissement.

Au service d'Imagerie médicale et au service Nouveaux Animaux de Compagnie de l'Ecole Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'alimentation Nantes ONIRIS

Pour m'avoir autorisé l'accès aux clichés radiographiques de furets provenant de l'établissement.

A l'équipe de la clinique vétérinaire EXOTICA à Pessac

Pour m'avoir consacré du temps, m'avoir permis de me procurer les clichés radiographiques réalisés au sein de la clinique.

Pour m'avoir fait découvrir le quotidien d'un vétérinaire spécialisé Nouveaux Animaux de Compagnie.

Pour votre accueil chaleureux.

A l'équipe de la clinique vétérinaire RESERVEE AUX NOUVEAUX ANIMAUX DE COMPAGNIE à Toulouse

Pour m'avoir consacré du temps, m'avoir permis de me procurer les clichés radiographiques réalisés au sein de la clinique.

Pour m'avoir permis d'approfondir mes connaissances notamment en médecine du furet.

Pour votre accueil chaleureux.

A Monsieur Nicolas KOUTOUZIS

Eleveur de furets passionné à Audenge (33). Merci d'avoir accepté avec tant d'enthousiasme de collaborer au travail de cette thèse.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	5
TABLE DES MATIERES.....	7
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	9
INTRODUCTION.....	13
I. RADIOLOGIE EN MEDECINE DU FURET : GENERALITES	14
A. Présentation du furet <i>Mustela putorius furo</i>	14
1. Classification animale	14
2. Histoire et origine.....	14
3. Biologie du furet.....	15
a) Particularités physiologiques.....	15
b) Reproduction et croissance.....	16
c) Particularités comportementales.....	17
B. La radiographie : un outil de choix.....	18
C. Anatomie radiologique du furet.....	19
1. Système « os » :.....	19
2. Système « thorax »	25
3. Système « abdomen ».....	27
II. CREATION D'UNE BANQUE D'IMAGES RADIOGRAPHIQUES EN LIGNE	29
A. Acquisition des données	29
1. Déroulement de l'examen radiographique	29
a) Radioprotection	29
b) Contention physique.....	30
c) Contention chimique	31
d) Positionnement radiographique	32
e) Les constantes radiographiques	32
f) Utilisation de produit de contraste.....	33
2. Constitution de la banque de données	33
3. Lecture et interprétation d'une radiographie	34
a) Lecture et interprétation : « Système os »	35
b) Lecture et interprétation : « Système thorax ».....	35
c) Lecture et interprétation : « Système abdomen »	37
B. Exploitation des données.....	38
1. Un site internet à destination des étudiants vétérinaires.....	38
2. Les radiographies classées par affections.....	39
C. Quelques exemples de radiographies commentées	41

1.	Système os.....	41
a)	Subluxation vertèbres caudales : Cas 2	41
c)	Fracture du fémur : Cas 15	44
d)	Dégénérescence chondro-costale : Cas 39.....	47
2.	Système « thorax » :	50
a)	Bronchite chronique avec surinfection : Cas 22.....	50
b)	Epanchement pleural: Cas 23	53
c)	Cardiomégalie avec œdème aigu pulmonaire : Cas 40.....	56
3.	Système « abdomen » :	59
a)	Lithiases urétrales et vésicales : Cas 44.....	59
b)	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger obstructif : Cas 46.....	62
c)	Epanchement abdominal : Cas 53	65
III.	INTERETS ET LIMITES.....	68
A.	Intérêt pédagogique	68
B.	Limites.....	68
1.	Limites techniques et matérielles	68
2.	Limites d'intérêts.....	69
C.	L'échographie : une autre technique d'imagerie médicale essentielle	69
	CONCLUSION	71
	BIBLIOGRAPHIE	73
	ANNEXES	76
	RESUME.....	86

TABLE DES ILLUSTRATIONS

SCHEMAS ANATOMIQUES :

Figure 1 EVANS, AN, 2014. Appareil digestif vue externe [Schéma] In : FOX, James G. et MARINI, Robert P. (éd.), 2014. Biology and diseases of the ferret. 3. édition. Ames, Iowa : John Wiley & Sons Inc..... 15

Figure 13 EVANS, AN, 2014. Thorax et viscères thoraciques [Schéma] In : FOX, James G. et MARINI, Robert P. (éd.), 2014. Biology and diseases of the ferret. 3. édition. Ames, Iowa : John Wiley & Sons Inc..... 26

Figure 22 Méthode de Buchanan. [Cliché radiographique] Crédit photo clinique vétérinaire EXOTICA 36

SCHEMAS EXPLICATIFS :

Figure 2 CONCHOU ET AL, 2016. Synthèse de la chaîne de l'image en radiographie conventionnelle. [Schéma]. In : CONCHOU, Fabrice, LAMOUR-LAYSSOL, Cathy et MOGICATO, Giovanni, 2016. Du Rayon X à l'Image Radiographique. [Schéma]. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 2016..... 18

Figure 18 MOGICATO, 2016. Exposition à différents types de rayonnement. [Schéma]. In : MOGICATO, Giovanni, 2016. Radiographie et radioprotection. [Schéma]. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 2016 29

Figure 21 CONCHOU, 2016. Fiche d'interprétation d'un cliché radiographique. [tableau]. In : CONCHOU, Fabrice, 2016. Première partie : Qualité de l'image radiographique. . Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 2016..... 35

PHOTOGRAPHIES :

Figure 19 Contention du furet par la peau du cou lors d'une palpation abdominale. [Photo]. Crédit photo Service Nouveaux Animaux de Compagnie ENVV 31

Figure 20 Appareil radiographique de la clinique vétérinaire EXOTICA. [Photo]. Photo personnelle prise à la clinique vétérinaire EXOTICA. 33600 Pessac 34

IMAGES RADIOGRAPHIQUES :

Figure 3 SILVERMAN ET AL, 2005. Crâne – profil droit. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 20

Figure 4 SILVERMAN ET AL, 2005. Crâne – vue dorsale. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 20

Figure 5 SILVERMAN ET AL, 2005. Squelette axial et appendiculaire -vue ventro-dorsale. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 21

Figure 6 SILVERMAN ET AL, 2005. Squelette axial et appendiculaire– profil droit. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 22

Figure 7 SILVERMAN ET AL, 2005. Membre thoracique –vue palmaire. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 23

Figure 8 SILVERMAN ET AL, 2005. Colonne vertébrale caudale –vue ventro-dorsale. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 23

Figure 9 SILVERMAN ET AL, 2005. Membre thoracique –vue latérale droite. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 23

Figure 10 SILVERMAN ET AL, 2005. Colonne vertébrale caudale – vue latérolatérale. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 23

Figure 11 SILVERMAN ET AL, 2005. Membre pelvien –vue ventro-dorsale. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders. 24

Figure 12 SILVERMAN ET AL, 2005. Membre pelvien –vue latérale droite. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders.	25
Figure 14 SILVERMAN ET AL, 2005. Thorax et viscères thoraciques – vue ventro-dorsale [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders.	26
Figure 15 SILVERMAN ET AL, 2005. Thorax et viscères thoraciques – vue latérale droite. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders.	27
Figure 16 SILVERMAN ET AL, 2005. Abdomen et viscères abdominaux – vue ventro-dorsale. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders.	28
Figure 17 SILVERMAN ET AL, 2005. Abdomen et viscères abdominaux – vue latérale droite. [Cliché radiographique]. In : SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders.	28
Figure 23 Queue vue ventro-dorsale : Cas 2. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	42
Figure 24 Queue vue profil droit : Cas 2. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	43
Figure 25 Fémur face-dorsale : Cas 15. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	45
Figure 26 Fémur profil médial: Cas 15. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	46
Figure 27 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 39. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	48
Figure 28 Thorax profil droit : Cas 39. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	49
Figure 29 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 22. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	51

Figure 30 Thorax profil droit: Cas 22. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	52
Figure 31 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 23. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	54
Figure 32 Thorax profil droit : Cas 23. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	55
Figure 33 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 40. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	57
Figure 34 Thorax profil droit : Cas 40. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	58
Figure 35 Abdomen vue ventro-dorsale : Cas 44. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	60
Figure 36 Abdomen profil droit : Cas 44. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	61
Figure 37 Abdomen vue ventro-dorsale: Cas 46. [Cliché radiographique]. Crédit photo clinique vétérinaire EXOTICA	63
Figure 38 Abdomen profil droit : Cas 46. [Cliché radiographique]. Crédit photo clinique vétérinaire EXOTICA	64
Figure 39 Abdomen vue ventro-dorsale : Cas 53. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	66
Figure 40 Abdomen profil droit : Cas 53. [Cliché radiographique]. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA	67

INTRODUCTION

La radiologie est une technique d'imagerie communément utilisée et essentielle dans le travail quotidien du vétérinaire praticien. L'apprentissage de la lecture et de l'interprétation radiographique est donc un enjeu fondamental pour les étudiants vétérinaires souhaitant devenir cliniciens.

Dans le même temps, on observe un fort engouement des Français pour le furet en tant qu'animal de compagnie depuis les années 90 avec, de nos jours, plus d'un million de furets dans les foyers français. Il se place 3ème carnivore domestique de compagnie en France.

La médecine du furet se développe donc de façon plus récente que celle du chien et du chat mais avec les mêmes enjeux et la même nécessité d'outils diagnostics efficaces afin d'assurer des soins de qualité. Les examens complémentaires, notamment l'imagerie médicale, sont devenus essentiels. Il est donc primordial de connaître les particularités anatomiques du furet et nécessaire d'apprendre les affections les plus couramment rencontrées notamment celles diagnostiquées en radiologie.

Ainsi, cette thèse a pour but de fournir un support pédagogique aux étudiants vétérinaires sous la forme d'un site internet permettant, parallèlement à l'enseignement fourni, un entraînement en autonomie à la lecture et l'interprétation de clichés radiographiques du furet.

Par ailleurs, l'acquisition d'expérience se fait notamment à travers la lecture d'un grand nombre de clichés radiographiques. Le furet étant un animal moins commun que le chien et le chat, la mise à disposition d'une banque de données relativement importante dans cette thèse est un atout pour l'apprentissage des étudiants.

La première partie présente quelques généralités sur le furet, la radiographie et les particularités radio anatomiques du furet. La deuxième partie dévoile la mise en place de la banque d'images radiographiques avec notamment quelques exemples. Enfin, la troisième partie expose les intérêts et les limites de cette thèse.

I. RADIOLOGIE EN MEDECINE DU FURET : GENERALITES

A. Présentation du furet *Mustela putorius furo*

1. Classification animale

Selon l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel), la classification du furet est celle-ci-dessous :

Règne : Animalia
Embranchement : Chordata
Sous-embranchement: Vertebrata
Classe : Mammalia
Sous classe : Theria
Infra classe : Eutheria
Ordre : Carnivora
Sous ordre : Caniformia
Famille : Mustelidae
Sous famille : Mustelinae
Genre : *Mustela*
Espèce : *Mustela putorius furo*

Le furet est inclus dans la domination de « carnivores domestiques » dans le code rural français.

2. Histoire et origine

Plusieurs théories existent sur l'origine du furet domestique. La plus communément admise est que le furet (*Mustela putorius furo*) est issu de la domestication du putois européen (*Mustela putorius putorius*). Ils sont très proches génétiquement. Leur accouplement donne des hybrides féconds et ils ne diffèrent que très légèrement par leurs yeux et la forme de leur tête. La première mention du furet date du IV^{ème} siècle avant JC dans des écrits d'Aristophane. Ses usages ont été multiples et ont évolués au cours du temps. Sa première utilisation connue était la lutte contre les rongeurs en Egypte ancienne. Au moyen âge, il servait beaucoup pour la chasse au lapin ; ce qui se fait encore à l'heure actuelle. Au XX^{ème} siècle le furet a été élevé massivement pour répondre à la demande de fourrure. Depuis 1920, date officielle permettant son utilisation comme animal de laboratoire en expérimentation animale, il a permis l'avancée de la recherche en médecine humaine (Boussarie, 2008 ; Tremblay, 2000).

De nos jours, il est surtout un animal de compagnie. Il a suscité un fort engouement dans les années 1980 aux Etats unis, puis en Europe (Quesenberry, Carpenter, 2011).

3. Biologie du furet

a) *Particularités physiologiques*

La physiologie du furet est proche de celle des autres carnivores domestiques comme le chien et le chat mis à part quelques particularités.

Le furet pèse entre 600 et 900 g pour les femelles et entre 1 et 2 kg pour les mâles. Cet animal mesure en moyenne 35 cm pour les femelles et 38 cm pour les mâles. La durée de vie moyenne est de 8 ans.

Le furet est un carnivore strict. Il possède ainsi un tube digestif court et peu perfectionné associé à un transit digestif très rapide : 2 à 4 heures (Fig. 1) (Fox, Marini, 2014 ; Schwarz et al., 2003). Il ne possède pas de caecum et ne digère pas les fibres. Il a donc besoin d'aliments très digestibles, riches en protéines et en lipides, pauvres en fibres et en glucides. Il effectue une dizaine de repas par jour. Le faible diamètre de son tube digestif le prédispose aux occlusions par des corps étrangers de plus d'un centimètre de largeur. La miction et la défécation ont lieu 4 à 10 fois par jour, autour des repas, autour des moments de jeux et au réveil.

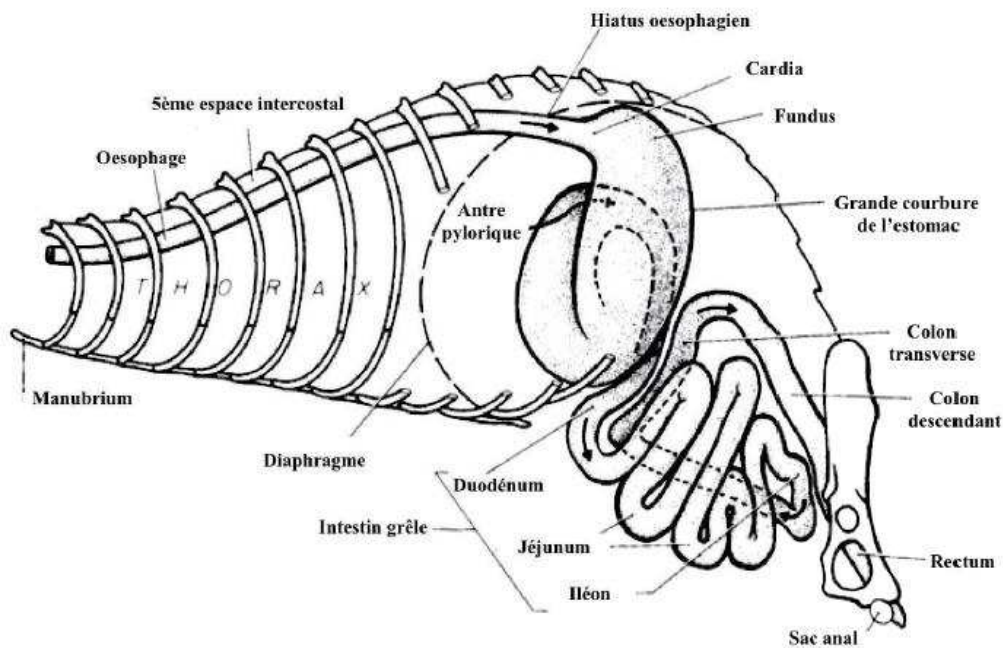


Figure 1 Appareil digestif vue externe, Evans et An. Extrait de : Fox et Marini. *Biology and Diseases of the Ferret.* (Evans, An, 2014)

L'odeur « musquée » du furet provient de ses sacs anaux et de ses glandes sébacées accessoires présentes sur l'ensemble de la peau. Il présente une séborrhée physiologique et le sébum est de couleur jaunâtre à brun. L'activité de ces glandes est dépendante de l'activité sexuelle et les furets stérilisés présentent une odeur moins forte que leurs homologues entiers. Les sacs anaux

sont des glandes sébacées modifiées qui débouchent à la jonction entre le rectum et l'anus. Elles sont de grande taille et présentent une structure cellulaire épithéliale qui produit un liquide jaune visqueux très odorant. Contrairement à la mouffette (*Mephitis mephitis*), le furet ne peut pas expulser volontairement le contenu des sacs anaux. Ces glandes se vident parfois sous l'effet de la peur, de la douleur ou de l'excitation.

La peau du furet possède très peu de glandes sudoripares. Elles sont présentes au niveau des coussinets et à côté du museau. Le furet transpire peu et est sensible aux fortes températures.

Le pelage du furet présente deux types de poils : le sous-poil et les poils de garde. Le sous-poil est constitué de poils courts, plutôt clairs et permet d'assurer l'isolation thermique. Le poil de garde est constitué de longs poils, plus épais et plus foncés. Ils donnent la couleur du pelage qui présente une vaste gamme de coloris à l'origine des différentes variétés de furets.

Le furet mue deux fois par an à l'automne et au printemps sous l'effet de la lumière. Le pelage d'hiver est plus clair que celui d'été. La mue peut durer de quelques jours à quelques semaines de façon physiologique.

b) *Reproduction et croissance*

Le furet atteint sa maturité sexuelle entre 9 et 12 mois qui apparaît au printemps. La période des chaleurs chez la femelle se situe entre mars et août (Tremblay, 2000). La période de rut chez le mâle se situe entre décembre et juillet. L'accouplement dure 30 min à deux heures. Le mâle mord la femelle au niveau du cou. Dans la pratique, les éleveurs mettent la femelle dans la cage d'un mâle, puis d'un deuxième mâle le même jour ou lendemain (Boussarie, 2008). Le cycle œstral chez la femelle dure 120 jours. L'œstrus est déclenché par l'allongement de la durée du jour (>12h). L'ovulation est provoquée, ce qui signifie que le coït est nécessaire à l'ovulation qui intervient environ 35 heures après. S'il n'y a pas d'accouplement, les femelles restent en chaleur jusqu'à ce que la durée du jour soit inférieure à 12h. Cela conduit à une sécrétion prolongée d'œstrogènes pouvant conduire à une anémie œstrogénique. La nidification a lieu dans les 12 à 13 jours après l'accouplement. La furette fait son nid avec ses poils et de matériaux qu'elle trouve dans l'environnement proche. La gestation dure entre 40 et 44 jours. Les furetons naissent sourds, aveugles et sans poils. Ils pèsent environ 10 grammes à la naissance. Les yeux s'ouvrent à 28 jours. Ils grandissent lentement jusqu'à 4-5 semaines puis, plus rapidement ensuite. La fourrure apparaît au 3^{ème} jour et la robe acquiert ses caractéristiques définitives à 5 semaines. La mère doit être mise au calme car elle risque de manger ses petits si elle est trop stressée. La lactation dure un mois et demi à deux mois. Les furetons peuvent commencer à manger de la nourriture solide dès deux-trois semaines.

Tant qu'ils se nourrissent de lait exclusivement, la femelle stimule les mictions et défécations par léchage. Les femelles peuvent développer un œstrus de lactation et doivent être alors mises à l'accouplement pour poursuivre la lactation.

La croissance dure 16 semaines pour les femelles et 20 semaines pour les mâles (Boussarie, 2008 ; Quesenberry, Carpenter, 2011).

c) Particularités comportementales

Le comportement du furet est spécifique. Il est important pour le propriétaire de connaître les codes et les spécificités de comportement afin d'éduquer au mieux son furet et assurer son bien-être.

Pour le clinicien, l'enjeu est de réussir au mieux l'examen clinique, la prise en charge lors d'hospitalisations et les manipulations lors d'exams complémentaires comme la radiographie.

La durée de sommeil est de 16 à 18h par jour. Le furet est souvent plus actif le matin et le soir. C'est un animal explorateur qui parcourt son milieu activement. Il aime mordre ou mordiller les objets qui l'entourent.

Le furet exprime sa menace et son agressivité par un feulement, moins audible que chez le chat, ou par morsure. C'est un animal qui a une tendance naturelle à mordre. Il doit avoir appris le contrôle de la morsure quand il est jeune (Quesenberry, Carpenter, 2011 ; Boussarie, 2008).

Par ailleurs, c'est un animal joueur. C'est une des caractéristiques appréciée par les propriétaires de furets (Tremblay, 2000). Le jeu peut être une interaction avec des humains, des congénères ou des objets. Il est important de l'habituer aux manipulations dès sa naissance.

D'autre part, il n'a pas peur de la hauteur. Cela le rend sujet aux traumatismes ostéo-articulaires (Fehr et al., 2011).

La communication olfactive a un rôle prépondérant chez le furet. Son odorat est très développé. Il marque son territoire par marquage urinaire, fécal, génital et avec le contenu de ses glandes anales.

Le furet est un animal plutôt silencieux mais possède, néanmoins, une gamme de sons assez vaste pour la communication auditive : le caquètement, le feulement, le cri d'alerte, les gémissements de plainte.

La communication visuelle est limitée car le furet a une mauvaise vue. Il ne voit pas les objets situés à plus de 50 cm. Il peut prendre plusieurs postures qui ont une signification spécifique vis à vis de ses congénères ou de son propriétaire (Posture amicale, posture de pause, posture de demande, posture d'invitation au jeu, posture de menace) (Boussarie, 2008).

B. La radiographie : un outil de choix

La radiographie est une technique qui permet d'obtenir une image (représentation en 2 dimensions) d'un objet en 3 dimensions, à partir d'un faisceau de rayon X ayant traversé cet objet. Le principe de la radiographie est de noircir un film radiographique (Fig. 2). La différence de noircissement entre deux zones du film radiographique est due à la différence d'atténuation des rayons X suite à une traversée de milieux aux propriétés différentes.

Un appareil radiographique est constitué de trois éléments (Conchou et al., 2016) :

- un tube radiogène
- un générateur de haute tension
- une console de contrôle

Un schéma de l'appareil radiographique en coupe est proposé en annexe 1.

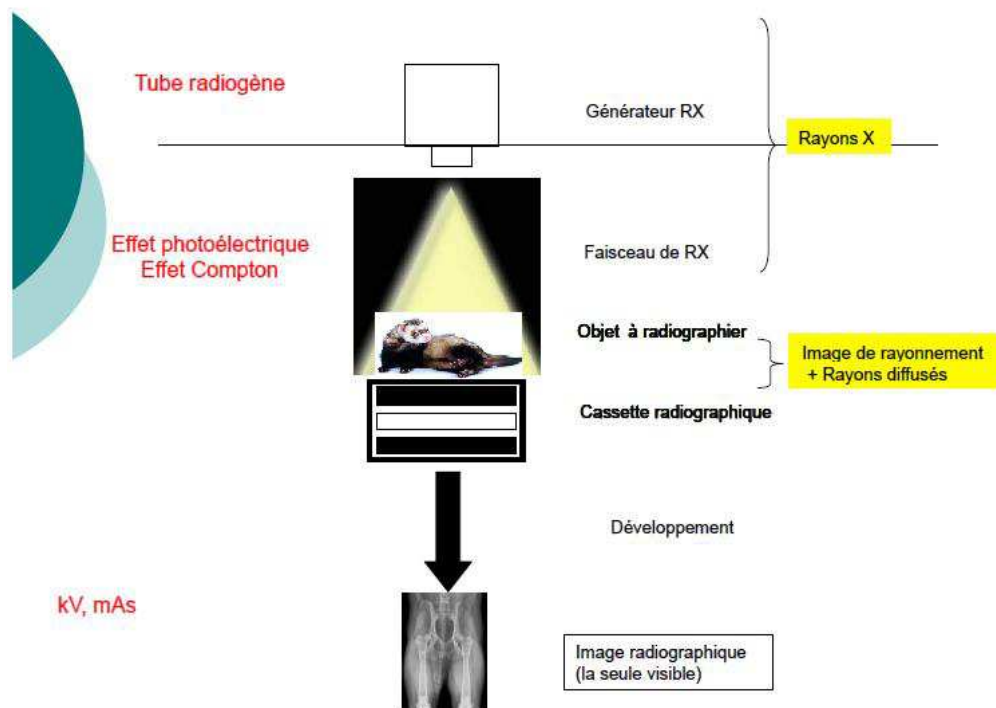


Figure 2 Synthèse de la chaîne de l'image en radiographie conventionnelle, Conchou. Extrait de : Conchou. *Du Rayon X à l'Image Radiographique*, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Service Imagerie Médicale (Conchou, Lamour-Layssol, Morigato 2016)

L'imagerie médicale est très utilisée en médecine vétérinaire depuis la fin du XX^{ème} siècle. C'est une technique pionnière qui s'est peu à peu démocratisée. Elle reste de nos jours la technique d'imagerie la plus utilisée et la plus accessible pour obtenir des images internes des patients. Avec l'échographie, elle est présente et utilisée en routine dans la très grande majorité des cliniques françaises.

Par ailleurs, la technologie numérique tend à se développer rapidement et rend son utilisation plus facile en pratique.

La radiographie a l'avantage d'être peu onéreuse, disponible en clientèle, facile à obtenir et relativement facile à interpréter. Elle est bien adaptée aux milieux contrastés naturellement comme les poumons. Cependant, son utilisation implique des contraintes du fait de la dangerosité du rayonnement ionisant. La radiographie nécessite des mesures de radioprotection. Par ailleurs, le pouvoir de résolution est faible. De plus, on obtient une image plane à partir de structures en trois dimensions. Il faut donc au minimum la prise de deux clichés avec des vues orthogonales pour apprécier les lésions en trois dimensions.

C. Anatomie radiologique du furet

Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons tout particulièrement aux spécificités anatomiques visibles en radiologie chez le furet (Silverman et al., 2005).

1. Systeme « os » :

Les cavités nasales du furet sont étroites comparées aux cavités nasales des autres carnivores domestiques. Ses mâchoires sont courtes. Elles sont plus fines que chez le putois européen (*Mustela putorius putorius*).

La formule de sa colonne dentaire est : $2(I \frac{3}{3}, C \frac{1}{1}, P \frac{3}{3}, M \frac{1}{2})$. Il a 34 dents en tout (Fig. 3, Fig. 4). Les dents déciduales au nombre de 30 apparaissent entre 2 à 4 semaines et sont remplacées à l'âge de 7 à 10 semaines.

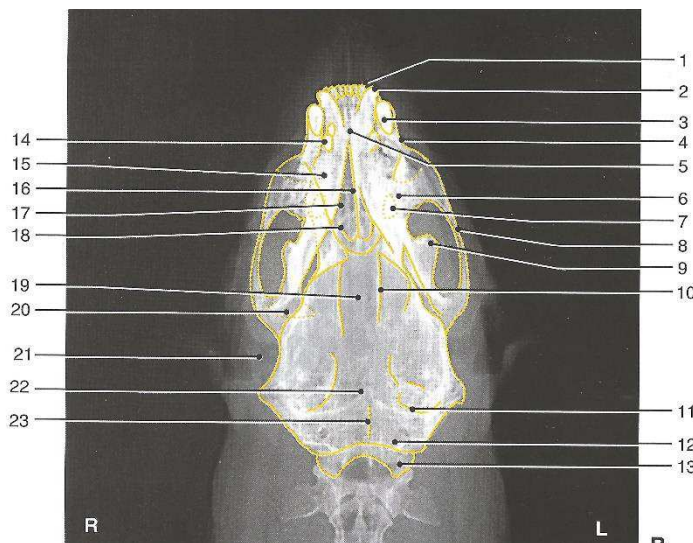


Figure 3 Crâne – vue dorsale, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

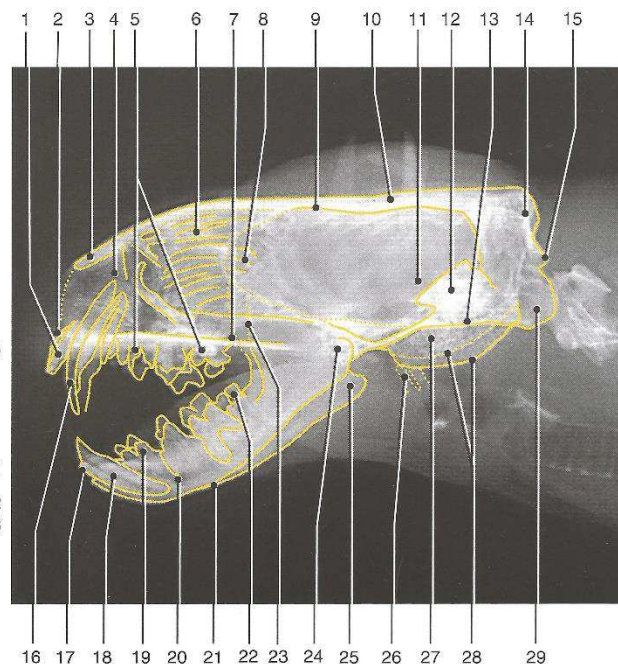


Figure 4 Crâne – profil droit, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 3 : 1. Incisive. 2. Canine inférieure. 3. Canine supérieure. 4. Maxillaire. 5. Symphyse mandibulaire. 6. Os frontal. 7. Molaire. 8. Os zygomatique. 9. Processus coronoïde. 10. Os ptérygoïde. 11. Bulle tympanique. 12. Os occipital. 13. Condyle occipital. 14. Prémolaire. 15. Mandibule. 16. Vomer. 17. Cavité nasale. 18. Cornets nasaux. 19. Os pré-sphénoïde. 20. Articulation temporo-mandibulaire. 21. Conduit auditif. 22. Os basi-sphénoïde. 23. Crête sagittale.

Figure 4 : 1. Incisive supérieure. 2. Incisive. 3. Os nasal. 4. Cavité nasale. 5. Prémolaire et molaire maxillaire. 6. Cornets nasaux. 9. Os frontal. 10. Os pariétal. 11. Os temporal. 12. Partie pétreuse de de l'os temporal. 13. Partie basale de l'os occipital. 14. Protubérance occipitale externe. 15. Os occipital. 16. Canine supérieure. 17. Incisive inférieure. 18. Canine inférieure. 19. Prémolaire mandibulaire. 20. Foramen mentonnier. 21. Mandibule. 22. Molaire inférieure. 23. Processus coronoïde de la mandibule. 24. Processus condyalaire de la mandibule. 25. Processus angulaire de la mandibule. 26. Os Hyoïde. 27. Cavité tympanique. 28. Bulle tympanique. 29. Condyle occipital.

Le furet est un animal longiligne et souple. Son squelette est caractérisé par une colonne vertébrale longue et flexible lui permettant des rotations du corps à 180 degrés. Il possède 7 vertèbres cervicales qui sont les vertèbres les plus massives. Il présente 14 à 15 paires de côtes dont les 4 ou 5 dernières sont flottantes (Fig. 5, Fig. 6.). Son sternum est constitué de 8 sternèbres et se termine par un processus xiphoïde de nature cartilagineuse. Les deux premières sternèbres sont fusionnées. La queue compte 18 vertèbres et mesure 7 fois la longueur du sacrum (Fig. 8, Fig. 10) (Evans, An, 2014). Le furet possède une clavicule de petite taille. Les os des membres thoraciques et pelviens ont une organisation très similaire à celle du chien et

du chat (Fig. 7, Fig. 9, Fig. 11, Fig. 12). Le furet a un os supplémentaire, la fabelle, au niveau du tendon gastrocnémien. Le mâle possède un os pénien d'environ 4,5 cm de long.

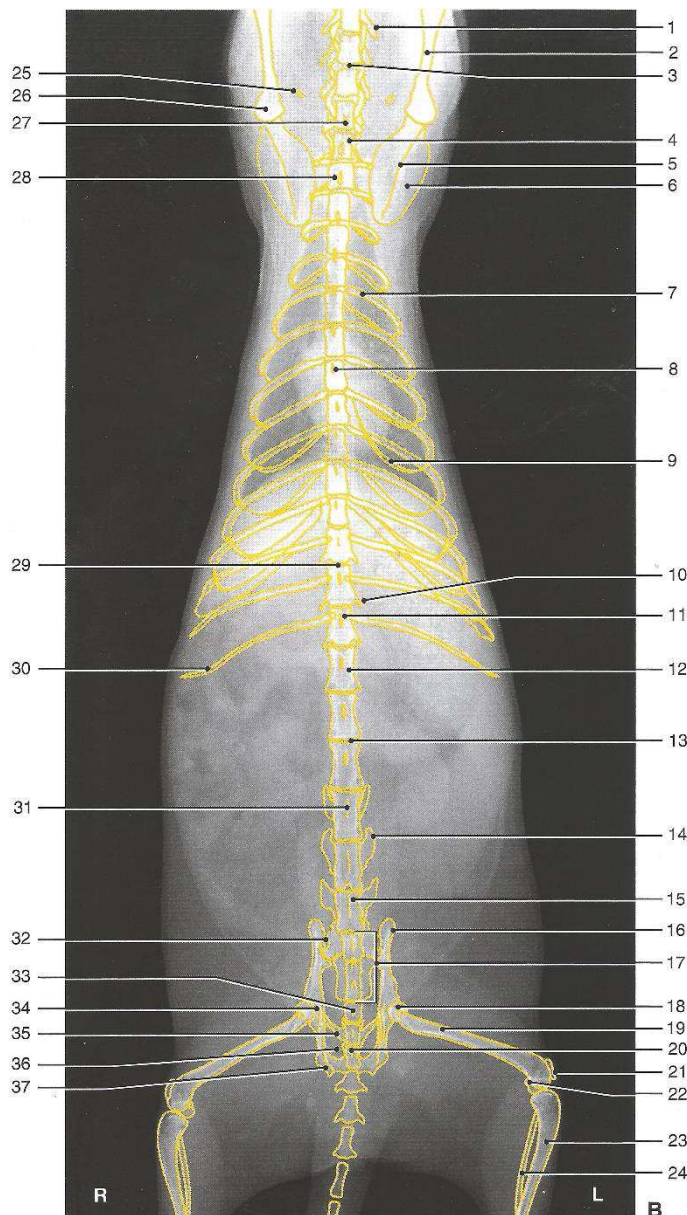


Figure 5: 1. Processus transverse d'une vertèbre cervicale. 2. Humérus. 3. Espace intervertébral cervicale. 4. 7^{ème} vertèbre cervicale. 5. Epine scapulaire. 6. Scapula. 7. 5^{ème} côte. 8. Processus épineux d'une vertèbre thoracique. 9. Cartilage costal. 10. Processus transverse d'une vertèbre thoracique. 11. 14^{ème} vertèbre thoracique. 12. 1^{ère} vertèbre lombaire. 13. Espace intervertébral. 14. Processus transverse. 15. 6^{ème} vertèbre lombaire. 16. Ilium. 17. Sacrum. 18. Tête fémorale. 19. Fémur. 20. Processus épineux d'une vertèbre cervicale. 28. 1^{ère} vertèbre thoracique. 29. Espace intervertébral thoracique. 30. 14^{ème} côte. 31. Processus épineux d'une vertèbre lombaire. 32. Jonction sacro-iliaque. 33. 1^{ère} vertèbre caudale. 34. Acétabulum. 35. Pubis. 36. Foramen obturé. 37. Ischium.

Figure 5 Squelette axial et appendiculaire -vue ventro-dorsale, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

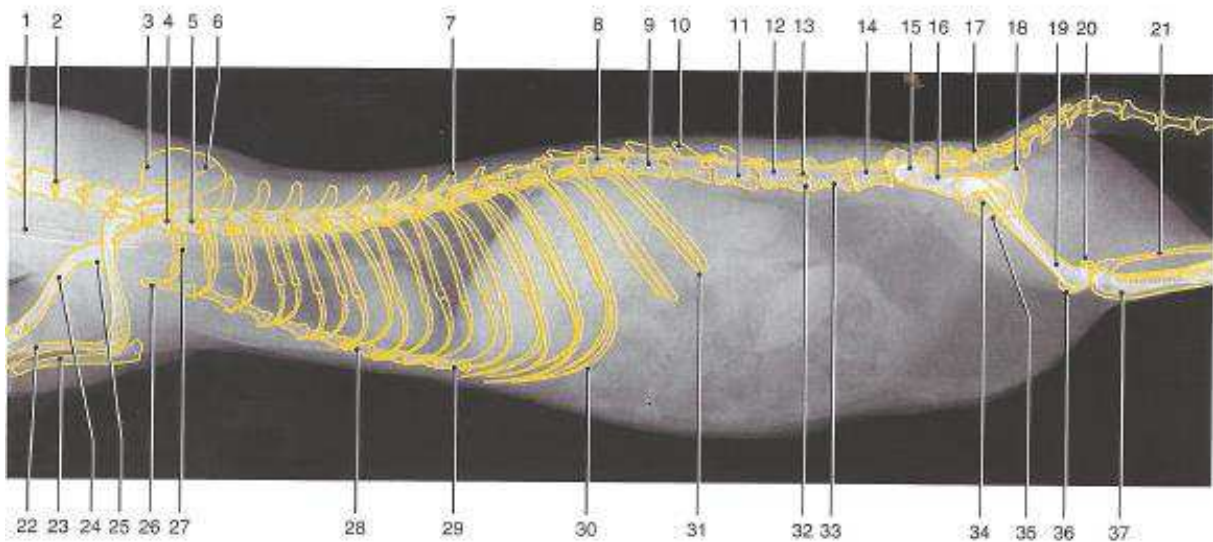


Figure 6 Squelette axial et appendiculaire– profil droit, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 6 : 1.trachée. 2. Espace intervertébral cervical. 3. Scapula. 4. 7^{ème} vertèbre cervicale. 5. 1^{ère} vertèbre thoracique. 6. Epine scapulaire. 7. Processus épineux d'une vertèbre thoracique. 8. 14^{ème} vertèbre thoracique. 9. 1^{ère} vertèbre lombaire. 10. Processus épineux d'une vertèbre lombaire. 11. Bord ventral du canal médullaire. 12. Canal médullaire. 13. Foramen intervertébral lombaire. 14. 6^{ème} vertèbre lombaire. 15. Sacrum. 16. Ilium. 17. 1^{ère} vertèbre caudale. 18. Ischium. 19. Fémur. 20. Fabelle. 21. Fibula. 22. Radius. 23. Ulna. 24. Humérus. 25. Tête humérale. 26. Manubrium sternal. 27. 1^{ère} côte. 28. Sternèbre. 29. Processus xyphoïde. 30. Cartilage costal. 31. 14^{ème} côte. 32. Espace intervertébral lombaire. 33. Processus transverse d'une vertèbre lombaire. 34. Trou obturé. 35. Pubis. 36. Patelle. 37. Tibia.

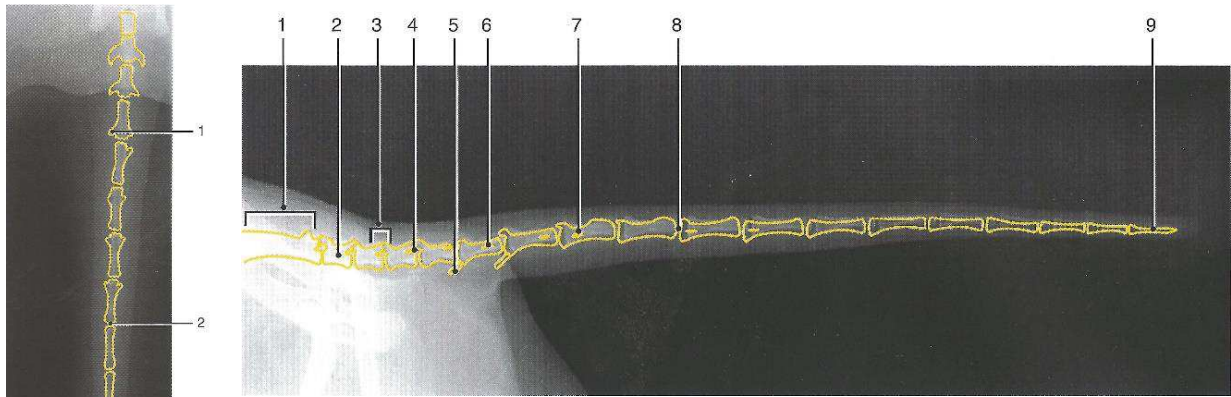


Figure 10 Colonne vertébrale caudale – vue latérolatérale, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 8 : 1. Processus articulaire caudal. 2. Espace intervertébral caudal. 3. Dernière vertèbre caudale.

Figure 10 : 1 Sacrum. 2. 1^{ère} vertèbre caudale. 3. Proprocessus articulaire d'une vertèbre caudale. 4. Foramen intervertébral caudal. 5. Arc hémal. 6. Processus articulaire caudal. 7. Processus transverse d'une vertèbre caudale. 8. Espace intervertébral entre deux vertèbres caudales. 9. Dernière vertèbre caudale.

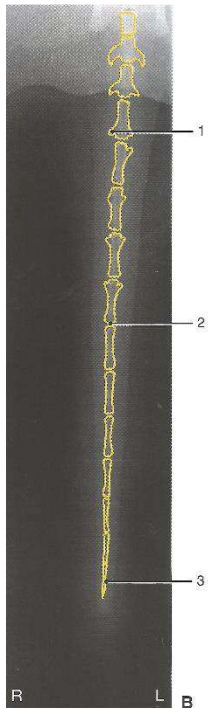


Figure 9 Colonne vertébrale caudale –vue ventro-dorsale, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

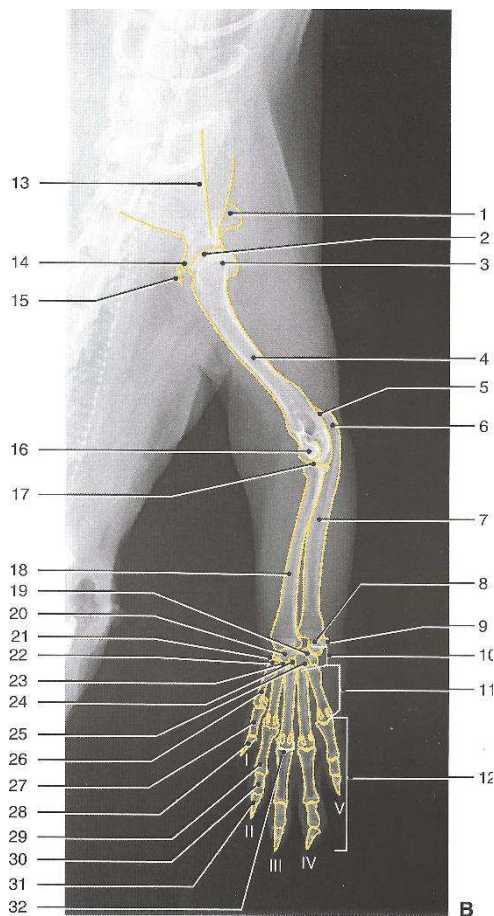


Figure 8 Membre thoracique –vue palmaire, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

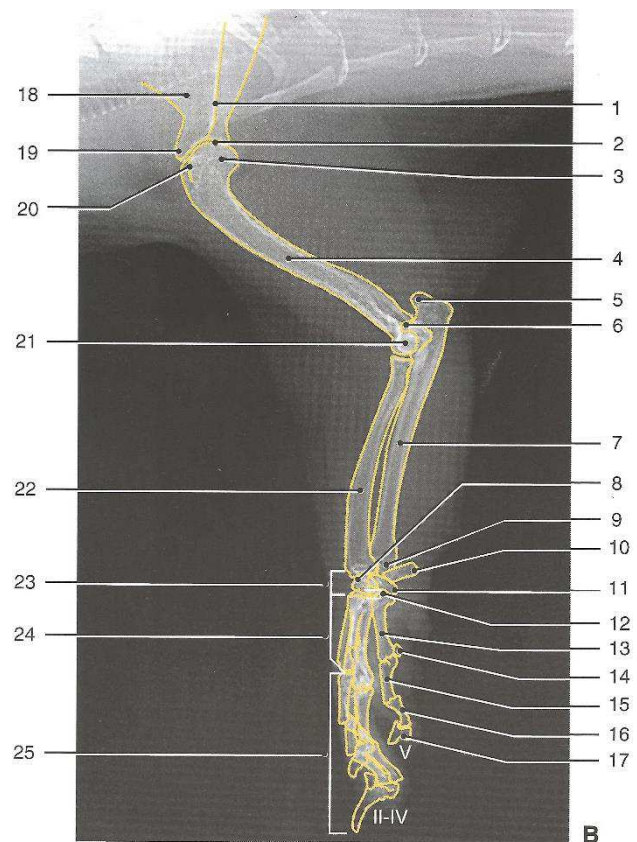


Figure 7 Membre thoracique –vue latérale droite, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 7 : 1. Epine scapulaire. 2. Espace articulaire scapulo-huméral. 3. Tête humérale. 4. Humérus. 5. Olécrane de l'ulna. 6. Processus anconé de l'olécrane. 7. Ulna. 8. Os intermédiaire-radial du carpe. 9. Processus styloïde de l'ulna. 10. Os accessoire du carpe. 11. Os ulnaire du carpe. 12. Os carpal I II III et IV. 13. Os métacarpien V. 14. Os sésamoïde proximal. 15. 1^{ère} phalange du doigt V. 16. 2^{ème} phalange du doigt V. 17. 3^{ème} phalange du doigt V. 18. Scapula. 19. Tubercule supr-glénoïdal. 20. Tubercule majeur de l'humérus. 21. Condyle huméral. 22. Radius. 23. Os carpiens. 24. Os métacarpiens. 25. Phalanges.

Figure 9 : 1. Acromion. 2. Espace articulaire scapulo-huméral. 3. Tête humérale. 4. Humérus. 5. Epicondyle huméral. 6. Olécrane de l'ulna. 7. Ulna. 8. Processus styloïde de l'ulna. 9. Os accessoire du carpe. 10. Os carpiens. 11. Os métacarpiens. 12. Phalanges. 13. Epine scapulaire. 14. Tubercule supra-glénoïdal. 15. Clavicule. 16. Condyle huméral. 17. Espace articulaire huméro-radial. 18. Radius. 19. Os ulnaire du carpe. 20. Os intermédiaire-radial du carpe. 21. Os sésamoïde palmaire. 22. Os carpal I. 23. Os carpal II. 24. Os carpal III. 25. Os carpal IV. 26. Os métacarpien I. 27. 1^{ère} phalange du doigt I. 28. 3^{ème} phalange du doigt I. 29. 1^{ère} phalange du doigt II. 30. 2^{ème} phalange du doigt II. 31. 3^{ème} phalange du doigt II. 32. Os sésamoïdes proximaux.

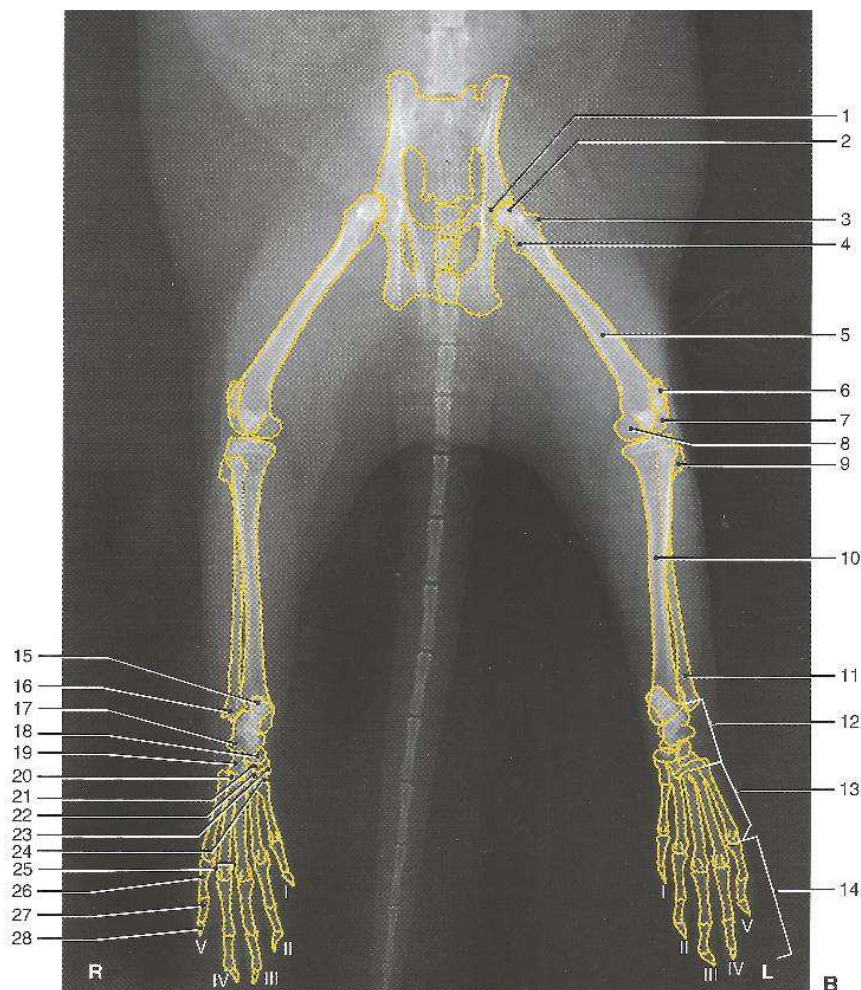


Figure 11 Membre pelvien –vue ventro-dorsale, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 11. : 1. Acétabulum. 2. Tête fémorale. 3. Grand trochanter du fémur. 4. Petit trochanter du fémur. 5. Fémur. 6. Patelle. 7. Condyle fémoral latéral. 8. Condyle fémoral médial. 9. Tête de la fibula. 10. Tibia. 11. Fibula. 12. Os du tarse. 13. Os métatarsiens. 14. Phalanges. 15. Tubérosité du calcanéus. 16. Malléole latérale de la fibula. 17. Calcanéus. 18. Talus. 19. Os tarsal IV. 20. Os tarsal III. 21. Os central du tarse. 22. Os tarsal II. 23. Os tarsal I. 24. Os métatarsien I. 25. Os sésamoïdes proximaux. 26. 1^{ère} phalange du doigt V. 27. 2^{ème} phalange du doigt V. 28. 3^{ème} phalange du doigt V.

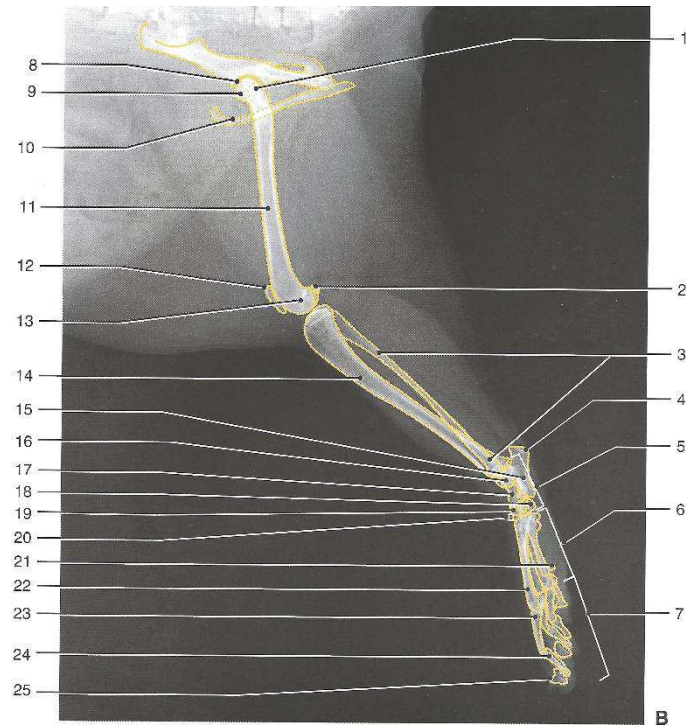


Figure 12 Membre pelvien –vue latérale droite, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 12 : 1. Grand trochanter du fémur. 2. Fabelle. 3. Fibula. 4. Tubérosité du calcaneus. 5. Os du tarse. 6. Os métatarsiens. 7. Phalanges. 8. Acétabulum. 9. Tête fémorale. 10. Os pénien. 11. Fémur. 12. Patelle. 13. Condyle fémoral. 14. Tibia. 15. Talus. 16. Trochlée du talus. 17. Calcaneus. 18. Os tarsal IV. 19. Os central du tarse. 20. Os tarsal I, II et III. 21. Os sésamoïde proximal. 22. Os métatarsien. 23. 1^{ère} phalange. 24. 2^{ème} phalange. 25. 3^{ème} phalange

2. Système « thorax »

Le thorax du furet est filiforme. Les organes thoraciques sont assez distincts, bien définis les uns par rapport aux autres. La trachée du furet est longue, suit l'axe du thorax et dévie ventralement vers la 4^{ème} ou la 5^{ème} vertèbre thoracique. Le cœur est globulaire. Il se situe très en arrière du thorax, entre la 6^{ème} côte et la 9^{ème} côte.

Un amas graisseux est physiologiquement présent entre le cœur et le diaphragme. Le cœur est légèrement décollé du sternum. Le furet possède deux lobes pulmonaires à gauche et quatre à droite (Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15) (Lebas, 2008 ; Fox, Marini, 2014 ; Quesenberry, Carpenter, 2011).

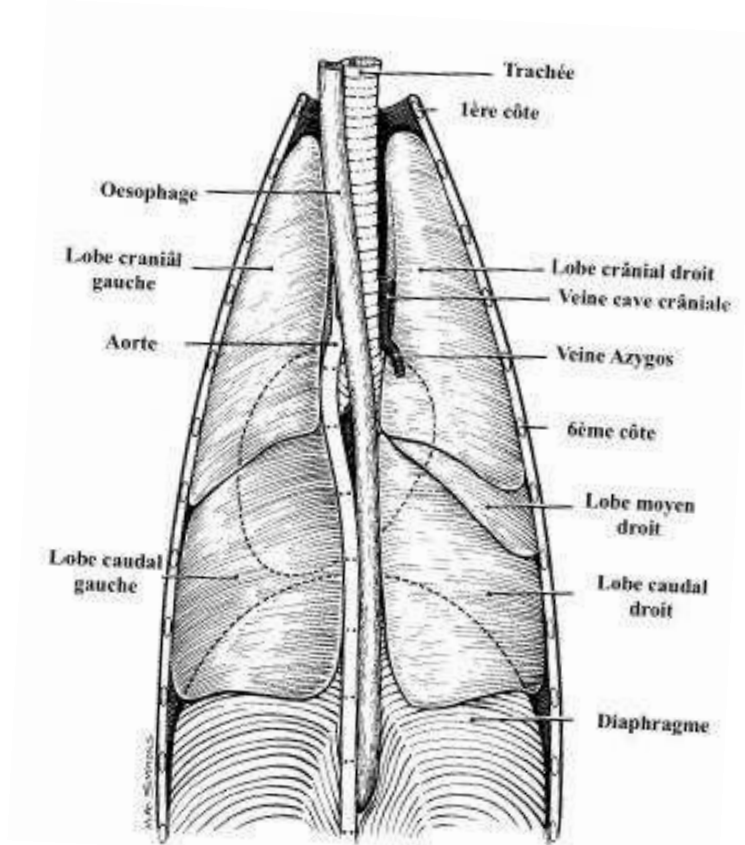


Figure 13 Thorax et viscères thoraciques, Evans et An. Extrait de : Fox et Marini. *Biology and Diseases of the Ferret*. (Evans, An, 2014)

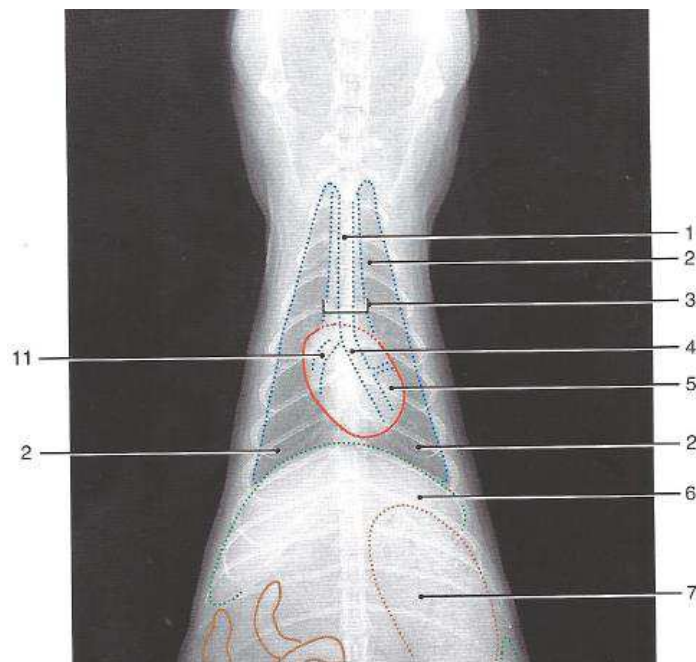


Figure 14 Thorax et viscères thoraciques –vue ventro-dorsale, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 14 : 1.trachée. 2. Poumon. 3. Médiastin crânial. 4. Bronche souche gauche. 5. Cœur. 6. Foie. 7. Estomac.

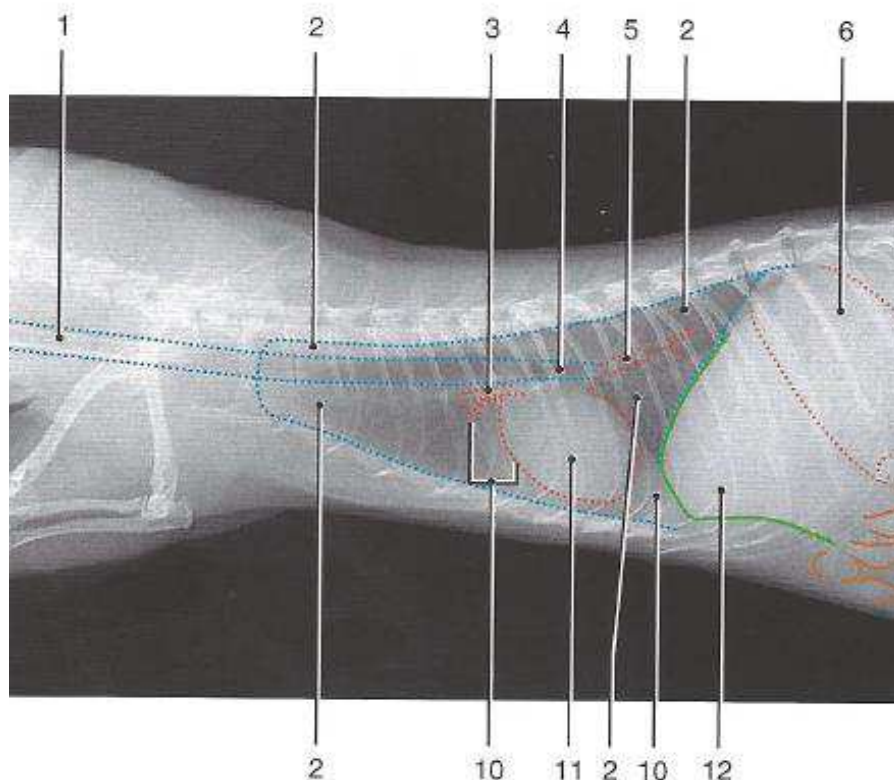


Figure 15 Thorax et viscères thoraciques – vue latérale droite, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 15 : 1. Trachée. 2. Poumon. 3. Vascularisation pulmonaire. 4. Bronche. 5. Veine pulmonaire. 6. Estomac. 10. Tissu adipeux intra-thoracique. 11. Cœur. 12. Foie.

3. Système « abdomen »

Les intestins sont assez courts. Ils contiennent peu de gaz à l'état physiologique.

Le rein gauche se trouve en regard des vertèbres L3-L4 et le rein droit en regard des vertèbres L2-L3.

La rate est souvent hypertrophiée (splénomégalie physiologique). Les reins font la longueur de deux vertèbres lombaires (Fig. 16, Fig. 17) (Silverman et al. 2005).

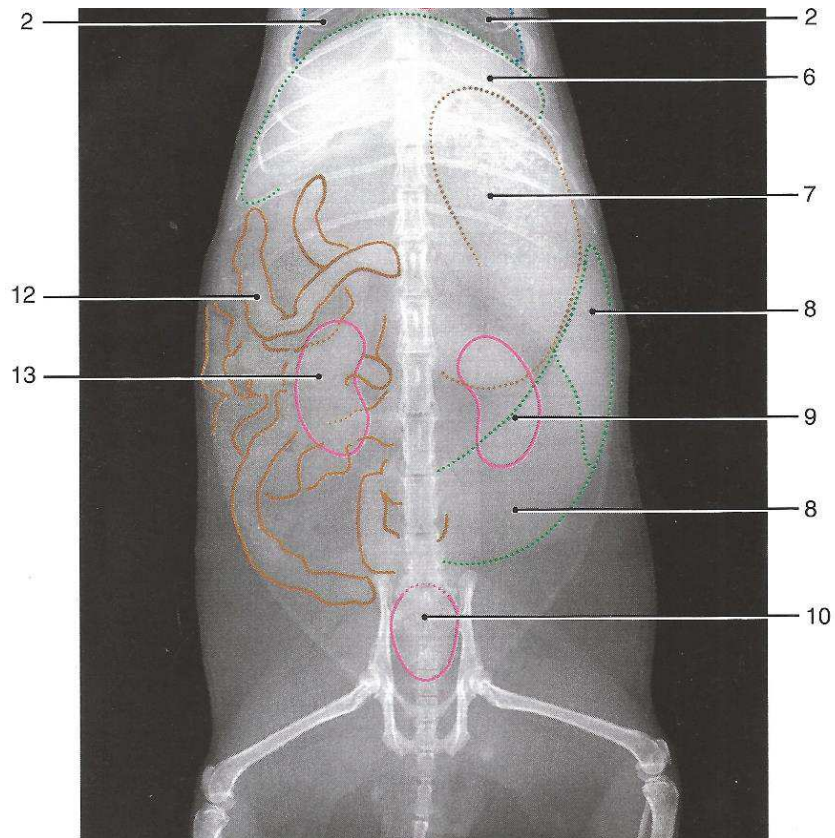


Figure 16 Abdomen et viscères abdominaux – vue ventro-dorsale, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 16 : 2. Poumons. 6. Foie. 7. Estomac. 8. Rate. 9. Rein gauche. 10. Vessie. 12. Intestin grêle. 13. Rein droit.

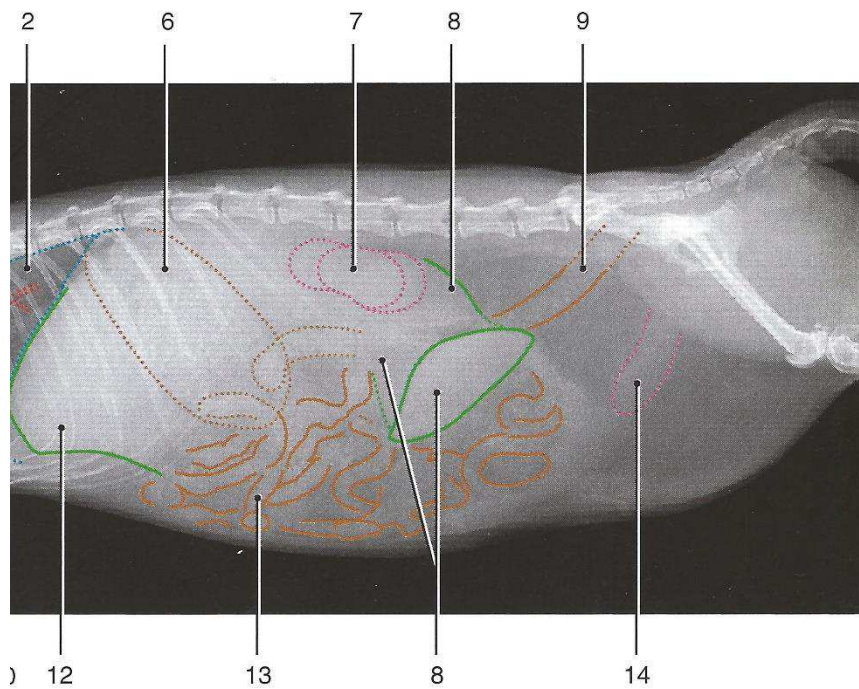


Figure 17 Abdomen et viscères abdominaux – vue latérale droite, Silverman et Tell. Extrait de : Silverman et Tell. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets*. (Silverman et al. 2005)

Figure 17 : 2. Poumons. 6. Estomac. 7. Rein. 8. Rate. 9. Colon. 12. Foie. 13. Intestin grêle. 14. Vessie

II. CREATION D'UNE BANQUE D'IMAGES RADIOGRAPHIQUES EN LIGNE

A. Acquisition des données

1. Déroulement de l'examen radiographique

a) *Radioprotection*

Le rayonnement ionisant produit lors de radiographies est un rayonnement assez énergétique pour arracher des électrons aux atomes ou aux molécules. Il a un effet de destruction sur la molécule d'ADN, direct et indirect par la production de radicaux libres à partir des molécules d'eau. Il a des répercussions cellulaires comme une modification des structures membranaires des cellules (par oxydation des acides gras insaturés) et une inactivation d'enzymes par l'intermédiaire de la création de radicaux libres.

En pratique professionnelle vétérinaire dans le cadre de la radiographie diagnostique, on compte trois grands risques :

- Pour l'embryon

Selon le stade de gestation, les effets se manifestent de façon variable : avortement, malformations légères à sévères du fœtus, défauts de croissance, cancers.

- Pour les extrémités des membres (mains en activité NACs).
- Pour le cristallin.

L'opérateur peut être soumis à des rayonnements émis de différentes directions (Fig. 18).

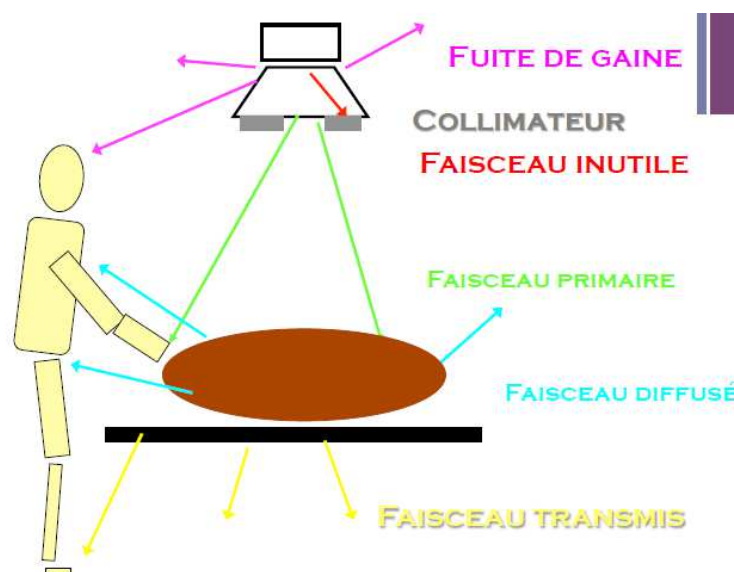


Figure 18 Exposition à différents types de rayonnement, Mogenicato. Extrait de : Mogenicato. Radiobiologie et Radioprotection. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Service Imagerie Médicale (Mogenicato 2016)

Des mesures de radioprotections s'imposent et sont obligatoires :

Les radiographies doivent être réalisées selon le principe de « Justification, Optimisation Limitation » :

Toute prise de clichés radiographiques doit être justifiée et faire intervenir le moins d'acteurs possible. Les clichés doivent être réussis, dans la mesure du possible, dès la première prise.

Il faut agir sur le matériel de radiographie :

- Choisir un générateur HF (Haute Fréquence) aux normes, assurer son contrôle et sa maintenance, augmenter la radio opacité des murs.
- Opter pour des conditions de travail les plus sécurisantes : s'éloigner au maximum de la source, diminuer le temps d'exposition en faisant une rotation des professionnels, utiliser des équipements de protection individuelle (EPI) : lunettes agréées, tabliers de plombs agréés, protèges thyroïde en plomb agréés, gants en plombs agréés. Utiliser des protocoles d'interventions.
- Prouver le non dépassement des doses fixées réglementaires à l'aide de dosimètres (dosimètres personnels, dosimètres ambiance, dosimètres témoins). Il faut contrôler le générateur périodiquement (Mogicato, 2016).

b) Contention physique

La réalisation d'une prise de cliché radiographique nécessite un bon positionnement de l'animal et une parfaite immobilité du sujet. Pour des considérations de bien-être animal, il nous faut limiter au maximum le stress du patient lors de l'examen.

La contention physique permet d'assurer le transport de l'animal, son immobilité et le maintien dans la position désirée. Elle doit être assurée par un professionnel expérimenté.

Pour le transport de la cage à la table radiographique, et dans le cas d'un animal calme, la contention peut consister à saisir le furet à une main derrière les épaules. Ainsi, la paume de la main est en contact avec la colonne vertébrale thoracique et le sternum. Le reste de la main et le pouce peuvent soutenir caudalement les membres antérieurs. L'opérateur peut le porter en le maintenant contre lui, tout en le caressant. Sur une femelle gravide, il est important de maintenir les hanches de l'autre main.

Pour le transport jusqu'à la table radiographique d'un animal très actif, l'opérateur saisit le furet d'une main par la peau du cou. Il supporte les hanches de l'animal de l'autre main. Cette contention provoque généralement une position de soumission qui le maintient immobile ainsi que des bâillements (Fox, Marini, 2014), (Fig. 19).



Figure 19 Contention du furet par la peau du cou lors d'une palpation abdominale.
Photo personnelle prise au Service Nouveaux Animaux de Compagnie
Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

c) Contention chimique

Dans une majorité des cas, le furet doit subir une contention chimique pour pouvoir obtenir un bon positionnement et une immobilité parfaite pendant la prise des clichés. En effet, la contention chimique est indispensable pour un animal agressif, stressé, présentant une douleur ou pour la radiographie de certaines parties du corps dont la contention s'avère difficile (extrémités, tête). Il faut prendre la décision en analysant le rapport bénéfice/risque d'une anesthésie.

Le furet doit être à jeun pour éviter les risques de fausse déglutition mais le jeûne ne doit pas dépasser 4h parce qu'il est enclin à faire des hypoglycémies.

Le furet est sensible aux hypothermies. Des dispositifs chauffants doivent être mis en place (tapis chauffants, lampes chauffantes, bouillottes, soufflerie d'air chaud) ainsi qu'un monitoring de la température corporelle.

L'intubation est possible mais difficile. La trachée du furet est de petit diamètre et nécessite une sonde endotrachéale de 2 à 4,5 cm. Par ailleurs, le tonus musculaire des mâchoires se maintient lors de l'anesthésie et nécessite l'utilisation d'un pas d'âne.

Le furet présente une faible tolérance à l'hypoxie. Lors d'une anesthésie, le débit d'oxygène doit toujours être maintenu à un 1 L/min au minimum. L'anesthésiste doit surveiller étroitement la fonction ventilatoire et réagir rapidement en cas d'apnée. Dans le cas contraire, l'animal peut développer une hypoxie myocardique suivi d'un arrêt cardiaque.

Le monitoring d'anesthésie est rendu parfois difficile du fait de la petite taille du furet mais est cependant essentiel (Surveillance clinique des paramètres vitaux et de profondeur de la narcose, utilisation d'un Doppler, d'un capnographe, d'un oxymètre de pouls) (Calandra, 2016).

Différents protocoles de sédation ou d'anesthésie générale sont utilisés en pratique et dépendent de la durée d'immobilisation et du palier analgésique nécessaires (Fox, Marini, 2014 ; Boussarie, 2008 ; Lebas, 2008).

Exemple de protocole de sédation :

Une injection IM d'acépromazine à la dose de 0.1 mg/kg
(Fox, Marini, 2014 ; Carpenter, 2012).

Ce protocole permet une tranquillisation et une myorelaxation mais n'a pas d'effet analgésique. Il permet généralement une immobilisation qui dure de 40 à 50 min et apparaît au bout de 3 minutes. Ce protocole est donc utilisable pour la prise de plusieurs clichés radiographiques sur un animal non algique.

Maud Lebas propose dans sa thèse vétérinaire un protocole d'anesthésie gazeuse dite « flash » à l'isoflurane au masque pour la réalisation de clichés radiographiques sans préparation (Lebas, 2008) : le matériel anesthésique doit comporter un masque anesthésique de taille adaptée et un circuit anesthésique non ré-inhalatoire. Un ballon de 1 L est utilisé. Une anesthésie de très courte durée à l'isoflurane avec une induction à 4% d'isoflurane à un débit maximal d'O₂ puis 2% d'isoflurane à un débit de 1 L/min d'O₂ assure une contention chimique courte et adaptée aux cas les plus courants. Le pourcentage d'isoflurane est ajusté en fonction de la profondeur de narcose évaluée de façon clinique. Le réveil survient rapidement après l'arrêt de l'isoflurane (Lebas, 2008 ; Fox, Marini, 2014).

d) Positionnement radiographique

Le bon positionnement est nécessaire pour une interprétation de qualité. Les règles de positionnement pour les différents clichés chez le furet sont proposées en annexe 2 (Lebas 2008).

e) Les constantes radiographiques

Le furet est un animal de petite taille. Le générateur radiographique doit produire une forte intensité pour un temps d'exposition le plus court possible (Lebas, 2008).

Les constantes radiographiques utilisées dans cette thèse sont variables d'une clinique à l'autre et ont été établies de façon expérimentale. Il est possible de se baser sur les recommandations de l'ouvrage *Biology and Diseases of the ferret* (Fox, Marini, 2014) et dans le tableau présenté en annexe 3, issu de la thèse du Dr Jouanna (Jouanna 2005).

f) Utilisation de produit de contraste

La radiographie de contraste du tractus digestif est très utilisée en cas de suspicion d'occlusion gastrique ou intestinale et de mégacœsophage. Le sulfate de baryum est un produit de contraste utilisé en médecine vétérinaire. Il n'est pas absorbé ni digéré.

C'est une poudre blanche insoluble dans l'eau qui est mélangée à de la nourriture pour être ingérée par le furet. Des clichés radiographiques sont pris juste avant l'ingestion de produits de contraste (au moins une vue latérale et une vue ventro-dorsale du thorax et de l'abdomen du furet). Puis, les mêmes clichés sont pris immédiatement après l'ingestion du produit ; puis, à 10, 20, 40, 60, 90, 120 minutes après l'ingestion.

L'utilisation de kétamine et diazépam pour l'anesthésie n'est pas recommandée dans ce cas du fait de leurs effets secondaires (ptyalisme, spasticité). (Schwarz et al., 2003), (Fox, Marini, 2014).

2. Constitution de la banque de données

Les clichés radiographiques commentés dans cette thèse sont issus des structures suivantes :

- Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort
- Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire de Toulouse
- Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire de Lyon
- Clinique vétérinaire réservée aux NAC - Toulouse
- Clinique vétérinaire EXOTICA – Pessac

Au total, 271 examens radiographiques de furets ont été récupérés sur 2 mois dont 57 ont été exploités. Pour chaque cas radiographique, un cliché de face et un cliché de profil sont associés. Ainsi, cette thèse regroupe 114 clichés radiographiques.

Les clichés ont été pris sur des furets sans distinction de genre, d'âge, de pelage ou de statut reproducteur. Certaines radiographies ont été réalisées vigiles tandis que d'autres ont nécessité une sédation ou une anesthésie générale.

Tous les clichés radiographiques exploités sont issus d'appareils radiographiques numériques (Fig. 20).



Figure 20 - Appareil radiographique de la clinique vétérinaire EXOTICA.
Photo personnelle prise à la clinique vétérinaire EXOTICA Pessac

3. Lecture et interprétation d'une radiographie

La lecture et l'interprétation des clichés radiographiques présentés suivent la méthode généraliste utilisée pour tous les animaux en radiologie vétérinaire. (Thrall, 2007)

Les 5 critères de qualité d'un cliché radiographique sont :

- La densité

La densité correspond au degré de noircissement du film radiographique. Elle est liée au pouvoir de pénétration des rayons X, à l'énergie des rayons X. (paramètre kV). Lorsqu'elle est trop forte (sur-exposition) ou trop faible (sous-exposition), la qualité de l'image n'est pas bonne.

- Le contraste :

Le contraste est la différence visible entre 2 structures de radio-opacités différentes. Il est lié au pouvoir de pénétration et à l'énergie des rayons X. (paramètre kV).

- La netteté :

La netteté est liée à l'énergie et au débit des rayons X. Elle doit être suffisante pour une bonne lecture.

- Le positionnement :

Le bon positionnement est primordial pour la lecture et l'interprétation. Les recommandations sont présentées en annexe 2 (Lebas 2008).

- Phase de la respiration (cliché thoracique) :

Pour une radiographie thoracique, le cliché doit être pris en fin de phase inspiratoire pour une dilatation maximale des poumons et un meilleur contraste des différentes structures (Fig. 21).

a) Lecture et interprétation : « Système os »

La lecture d'une radiographie osseuse du squelette se fait selon les critères suivants :

- Nombre d'os atteint(s)
- Position de la (des) lésion(s) sur le squelette et l'os
- Architecture du squelette
- Densité osseuse
- Aggressivité de la lésion

(Thrall 2007) (Mogicato, 2016)

Les radiographies de la tête permettent la visualisation des os du crâne mais aussi d'objectiver des affections dentaires (Nemec et al., 2016).

b) Lecture et interprétation : « Système thorax »

L'anatomie du thorax et la topographie des organes thoraciques du furet sont à connaître pour la lecture et l'interprétation des clichés radiographiques thoraciques.

Il faut d'abord être capable de juger de la qualité du cliché radiographique afin de déterminer si on peut réaliser une lecture et une interprétation valable.

Fiche d'interprétation THORAX

I. Qualité de l'image radiographique

1. Densité	Profil	Face	2. Contraste	Profil	Face	3. Netteté	Profil	Face
Correcte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bonne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sur-exposition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trop fort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Insuffisante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sous-exposition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trop faible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

4. Positionnement	Oui	Non	Oui	Non	5. Phase de la respiration	Profil	Face	CONCLUSION
Rotation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspiration	<input type="checkbox"/>		Interprétation <input type="checkbox"/>
Extension membres thoraciques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Expiration	<input type="checkbox"/>		Bonne <input type="checkbox"/>
Centrage correct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Intermédiaire	<input type="checkbox"/>		Suffisante <input type="checkbox"/>
Cadrage correct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Ininterprétable <input type="checkbox"/>

Figure 21 Fiche d'interprétation d'un cliché radiographique, Conchou. Extrait de : *Première partie : Qualité de l'image radiographique. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Service Imagerie Médicale - (Conchou 2016)*

La lecture commence par les structures extra-thoraciques : la charpente osseuse, l'abdomen crânial, la peau, le tissu sous-cutané et le diaphragme.

Ensuite, les structures intra-thoraciques sont observées. L'opacité générale du thorax et son volume sont évalués. L'intérieur du thorax est divisé en quatre compartiments : le médiastin, l'espace pleural, l'espace extra-pleural et les poumons.

On identifie les opacités thoraciques anormales. Elles sont ensuite localisées et rattachées à un des quatre compartiments.

La méthode de Buchanan (VHS - Vertebral Heart Score) est une méthode qui permet d'objectiver une cardiomégalie sur un cliché radiographique en incidence latérale droite. Sur le cœur, le grand axe est mesuré depuis la base du tronc pulmonaire jusqu'à l'apex (trait rouge sur la figure 22). Le petit axe (trait vert) est mesuré perpendiculairement au grand axe au niveau de la veine cave caudale. La longueur et la largeur du cœur sont additionnées et donnent le VHS. Il est rapporté au nombre de vertèbres thoraciques à partir du bord crânial de T5. Le VHS est compris entre 3.75 et 4.07 vertèbres chez le furet sain. Cette méthode permet de réduire le nombre de faux positifs mais augmente le nombre de faux négatifs. Finalement, elle ne permet pas le diagnostic des maladies cardiaques mais uniquement de caractériser des cardiomégalies (Wagner, 2009). La taille de la silhouette du cœur peut être comptée en espaces intercostaux : le cœur mesure 2.3 EIC de long en moyenne chez le furet

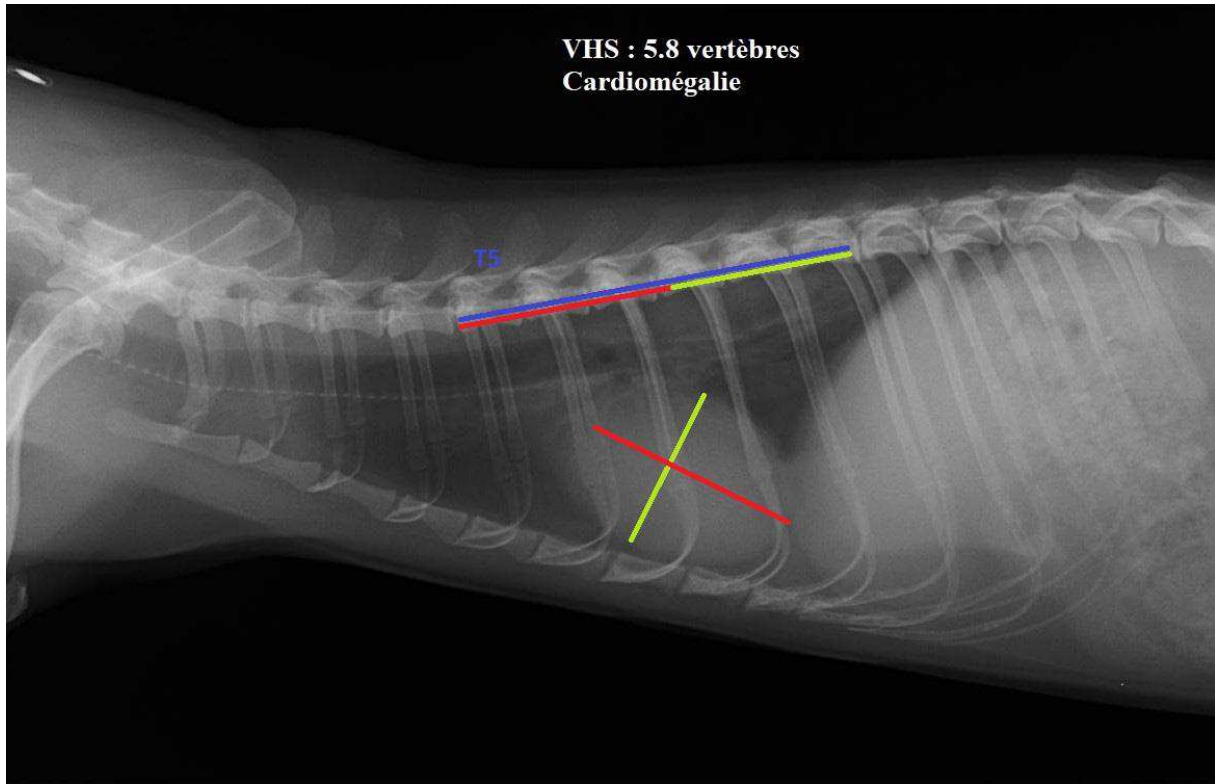


Figure 22 Méthode de Buchanan. Crédit photo clinique vétérinaire EXOTICA

L'épanchement pleural se caractérise par un espace pleural de taille augmentée par une opacité liquidienne, et parfois des scissures interlobaires. On peut aussi observer une traction des lobes pulmonaires. Lors d'un épanchement majeur, le contraste du thorax peut être très diminué.

Le pneumothorax est caractérisé par un espace pleural de taille augmentée par une opacité aérique. Une rétraction des lobes pulmonaires est possible.

L'interprétation tient compte du tableau clinique de l'animal et des probabilités des différentes affections (Thrall 2007).

c) Lecture et interprétation : « Système abdomen »

La topographie des organes abdominaux du furet est à connaître pour la lecture et l'interprétation des clichés radiographiques de l'abdomen. (Thrall 2007).

Le radiologue commence par l'évaluation de la taille, de l'opacité et du contraste de l'abdomen. Il peut, ensuite, réaliser l'étude plus spécifique des organes abdominaux.

La lecture consiste à évaluer la taille, la forme, la position, l'opacité :

- des organes de l'appareil urinaire : des reins, de la vessie, de la prostate. Des éléments radio-opaques comme certains types de calculs peuvent être visibles. (Nguyen, Moreland, Shields 1979)

- des organes de l'appareil digestif : de l'estomac, de l'intestin grêle, du gros intestin.

Pour évaluer le diamètre des anses de l'intestin grêle et déterminer s'il est physiologique ou pathologique, on compare le diamètre de l'anse avec la hauteur de la 4^{ème} vertèbre lombaire.

Le rapport ne doit pas dépasser 1.

- du foie.

Une hépatomégalie se caractérise par un foie dépassant le cercle de l'hypochondre, un déplacement caudo-dorsal de l'axe de la bulle gastrique.

- de la rate.

D'après (Suran, Wyre, 2013) et mes recherches, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de valeurs de référence pour définir la taille de la rate physiologique chez le furet à la radiographie. L'étude (Suran, Wyre, 2013) considère arbitrairement qu'une splénomégalie pathologique correspond à des rates dont l'épaisseur varie entre 14.2 et 33.1 mm (Médiane 19.9 mm, Moyenne 20.9 mm, Ecart type ± 6.4 mm).

B. Exploitation des données

1. Un site internet à destination des étudiants vétérinaires

Le site internet ayant une vocation pédagogique et didactique à destination des étudiants vétérinaires, il sera organisé en 3 onglets :

-système « os »

-système « thorax »

-système « abdomen »

L'étudiant pourra sélectionner un cas radiographique avec son motif de consultation et les résultats principaux de l'examen clinique.

Motif : Furet mâle/femelle, entier/stérilisé, de X années présenté pour ...

Il pourra ensuite s'entraîner à la lecture et l'interprétation en faisant afficher les clichés radiographiques de l'examen sans les légendes.

Une correction sera aussi alors disponible sous la forme :

Description :

- ...

-...

Conclusion : ...

L'étudiant pourra aussi faire apparaître les légendes sur les clichés radiographiques. Les commentaires et légendes ont été ajoutés aux images à l'aide du logiciel MicroDicom Viewer®.

Une simulation du site internet pédagogique de cette thèse est proposée en annexe 5.

2. Les radiographies classées par affections

Les numéros des cas radiographiques utilisés ci-dessous correspondent à l'annexe 4 qui référence l'ensemble des cas radiographiques commentés dans cette thèse.

Les affections rencontrées sont les suivantes :

- Système « os » :
 - Dégénérescence chondro-costale : Cas 39
 - Disjonction sacro-iliaque : Cas 10, Cas 13
 - Fracture articulaire Salter Harris de type II du fémur : Cas 8
 - Fracture complexe crâne : Cas 11
 - Fracture de l'ilium : Cas 13
 - Fracture de l'ulna : Cas 9
 - Fracture de l'humérus : Cas 5, Cas 7
 - Fracture du fémur : Cas 6, Cas 8, Cas 10, Cas 12, Cas 15
 - Fracture du radius : Cas 9
 - Fracture vertèbre lombaire : Cas 3
 - Fracture vertèbre thoracique : Cas 1
 - Fractures de côtes : Cas 16, Cas 28
 - Hernie discale (suspicion) : Cas 14
 - Lésion vertébrale thoracique expansile : Cas 4
 - Minéralisation méniscale, (ou éventuellement ostéochondromatose) : Cas 10
 - Subluxation vertèbres caudales : Cas 2

- Système « thorax » :
 - Bronchite chronique : Cas 29, Cas 34
 - Bronchite chronique avec atélectasie : Cas 35, Cas 37
 - Bronchite chronique avec bronchiectasie : Cas 35
 - Bronchite chronique avec surinfection : Cas 18, Cas 22
 - Cardiomégalie : Cas 17, Cas 26, Cas 27, Cas 31, Cas 35
 - Cardiomégalie avec œdème aigu pulmonaire : Cas 17, Cas 32, Cas 40
 - Epanchement pleural: Cas 17, Cas 18, Cas 20, Cas 21, Cas 23, Cas 24, Cas 28, Cas 38, Cas 29.
 - Hémorragie pulmonaire : Cas 16, Cas 20, Cas 24, Cas 28, Cas 33
 - Liquido-pneumothorax : Cas 24
 - Masse médiastinale : Cas 19, Cas 25, Cas 32, Cas 39, Cas 19
 - Mégaoesophage : Cas 30, Cas 31
 - Nodules pulmonaires : Cas 19, Cas 32
 - Pneumonie : Cas 21
 - Pneumothorax : Cas 24, Cas 16

- Système « abdomen » :
 - Affection focale hépatique : Cas 49
 - Diagnostic de gestation positif : Cas 41, Cas 43
 - Dilatation gastrique avec la dyspnée : Cas 31
 - Epanchement abdominal : Cas 17, Cas 39, Cas 53
 - Hépatomégalie : Cas 17, Cas 50, Cas 57
 - Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéal obstructif : Cas 42, Cas 46, Cas 47, Cas 48, Cas 49, Cas 51, Cas 52, Cas 54, Cas 55
 - Iléus paralytique modéré : Cas 57
 - Lithiases urétrales et vésicales : Cas 44
 - Néphropathie : Cas 56
 - Splénomégalie : Cas 45, Cas 50

C. Quelques exemples de radiographies commentées

1. Système os

a) *Subluxation vertèbres caudales : Cas 2*

- Motif :
Furet femelle stérilisée de 5 ans présentée pour une douleur à la manipulation de la queue suite à un traumatisme.

- Description :
 - Défaut d'alignement des vertèbres caudales 5 et 6 avec le reste de l'axe des vertèbres caudales.

 - Discret gonflement des tissus mous en regard du défaut d'alignement.

- Conclusion :
Subluxation des vertèbres caudales 5 et 6. Absence de fracture associée.

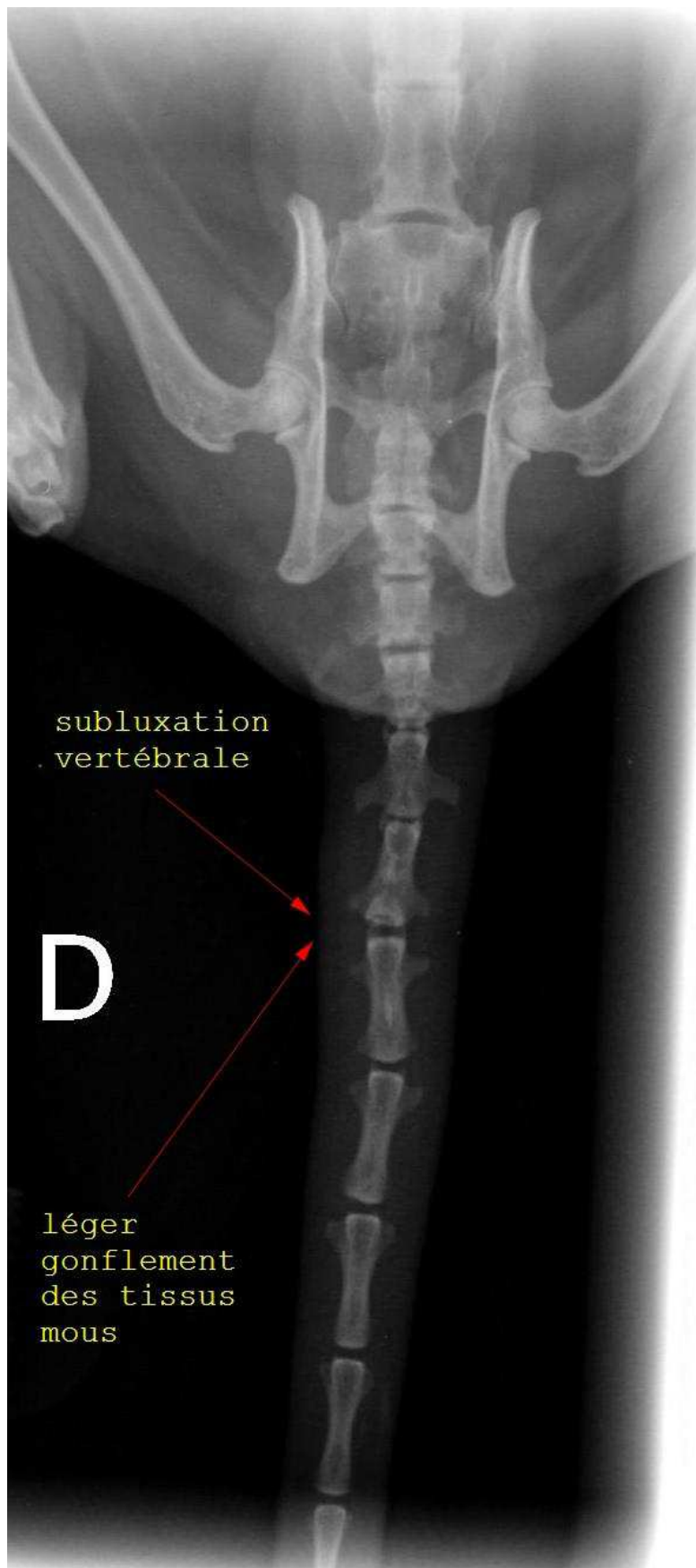


Figure 23 Queue vue ventro-dorsale : Cas 2. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

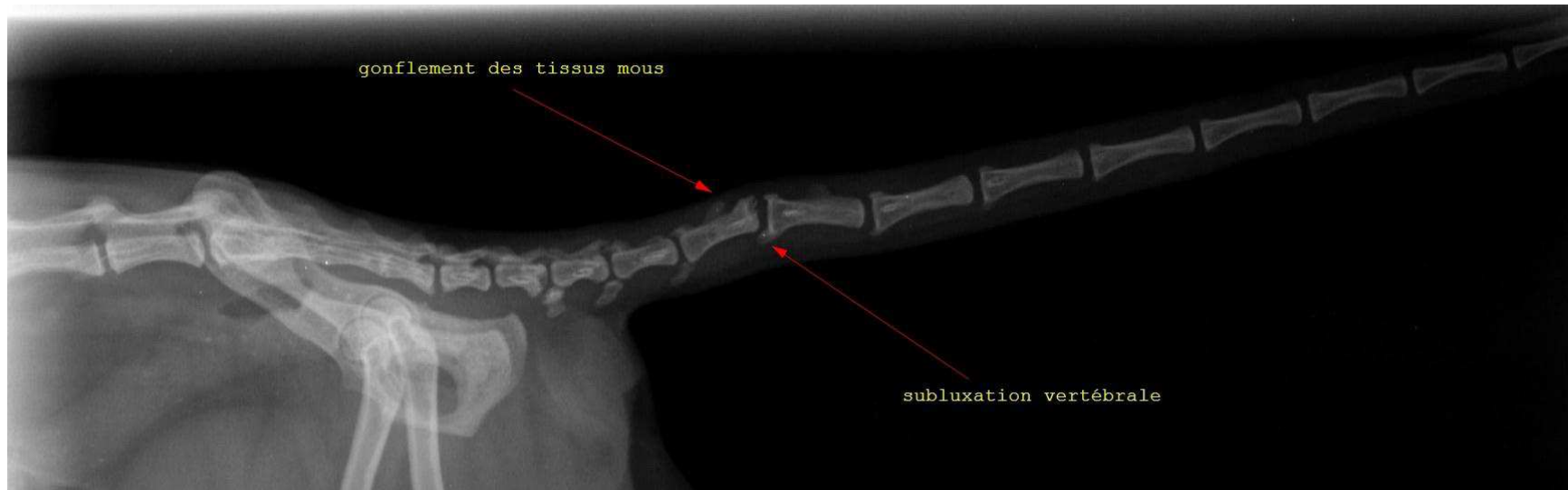


Figure 24 Queue vue profil droit : Cas 2. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

c) Fracture du fémur : Cas 15

- Motif :
Furet mâle castré de 3 ans et demi présenté pour une boiterie de soutien du membre pelvien droit apparue 48h avant.

- Description :
 - Fracture complète, spiroïde du fémur droit sur le tiers proximal de la diaphyse. Déplacement cranio-proximal et latéral de l'about distal.

 - Esquille osseuse mise en évidence, sur l'aspect proximo-latéral de l'about fracturaire distal

 - Gonflement des tissus mous en regard de la fracture.

- Conclusion :
Fracture du fémur droit



Figure 25 Fémur face-dorsale : Cas 15. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA



Figure 26 Fémur profil médial: Cas 15. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

d) Dégénérescence chondro-costale : Cas 39

- Motif :

Furet mâle entier de 6 ans présenté pour toux intermittente s'aggravant depuis 1 mois, abattement et amaigrissement depuis 2 semaines.

A l'examen clinique, présence d'une polyadénomégalie périphérique et suspicion d'adénomégalie mésentérique. Animal en décubitus latéral, dyspnée inspiratoire.

- Description :

- Scissures interlobaires entre le lobe pulmonaire moyen et caudal à droite.
- Décollement des lobes droits de la paroi thoracique par une bande d'opacité liquidienne.
- Déplacement caudal de la carène, à l'aplomb des 7^{ème} - 8^{ème} espaces intercostaux.
- Diminution du contraste abdominal.
- Dégénérescence chondro-costale.

- Conclusion :

- Epanchement pleural majeur.
- Suspicion élevée de lésion médiastinale crâniale en première hypothèse. Un lymphome est à privilégier compte tenu de la clinique de l'animal.
- Suspicion d'épanchement abdominal.
- Dégénérescence chondro-costale.



Figure 27 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 39. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

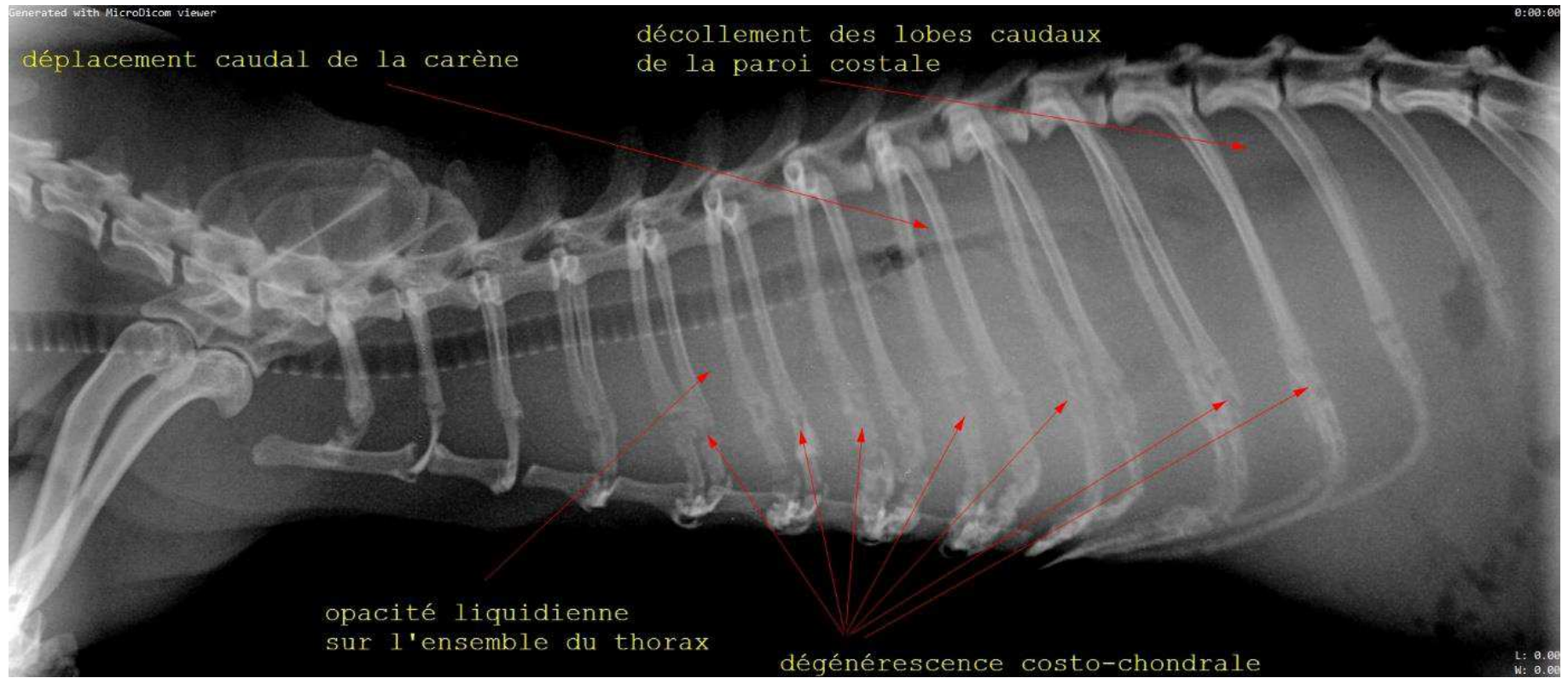


Figure 28 Thorax profil droit : Cas 39. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

2. Système « thorax » :

a) *Bronchite chronique avec surinfection : Cas 22*

- Motif :
 - Furet femelle de statut reproducteur inconnu de 2 ans présentée pour éternuement et jetage purulent depuis 1 mois.

- Description :
 - Opacification thoracique généralisée, bilatérale et asymétrique, plus sévère à droite.

 - Images en anneaux épaissis (= infiltrat péri-bronchique) et opacification d'aspect « cotonneux » associée.

 - Images en « rails de chemin de fer » (pattern bronchique).

 - Bronchogrammes (pattern alvéolaire) et opacification en « patch ».

- Conclusion :

Lésions pulmonaires diffuses de type bronchiques à péri-bronchiques avec des foyers alvéolaires. Ces éléments sont compatibles avec une bronchite chronique et une surinfection associée.

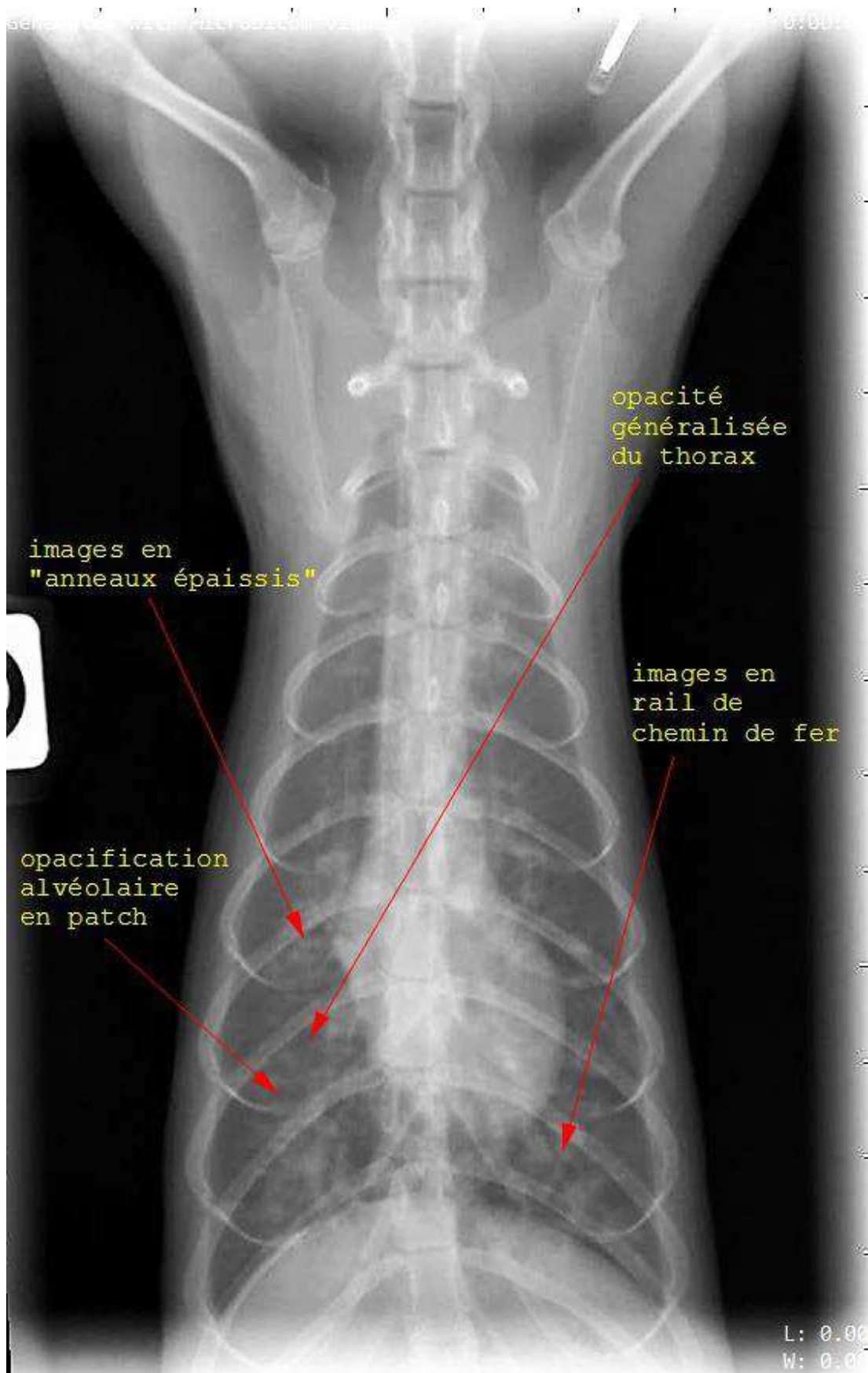


Figure 29 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 22. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

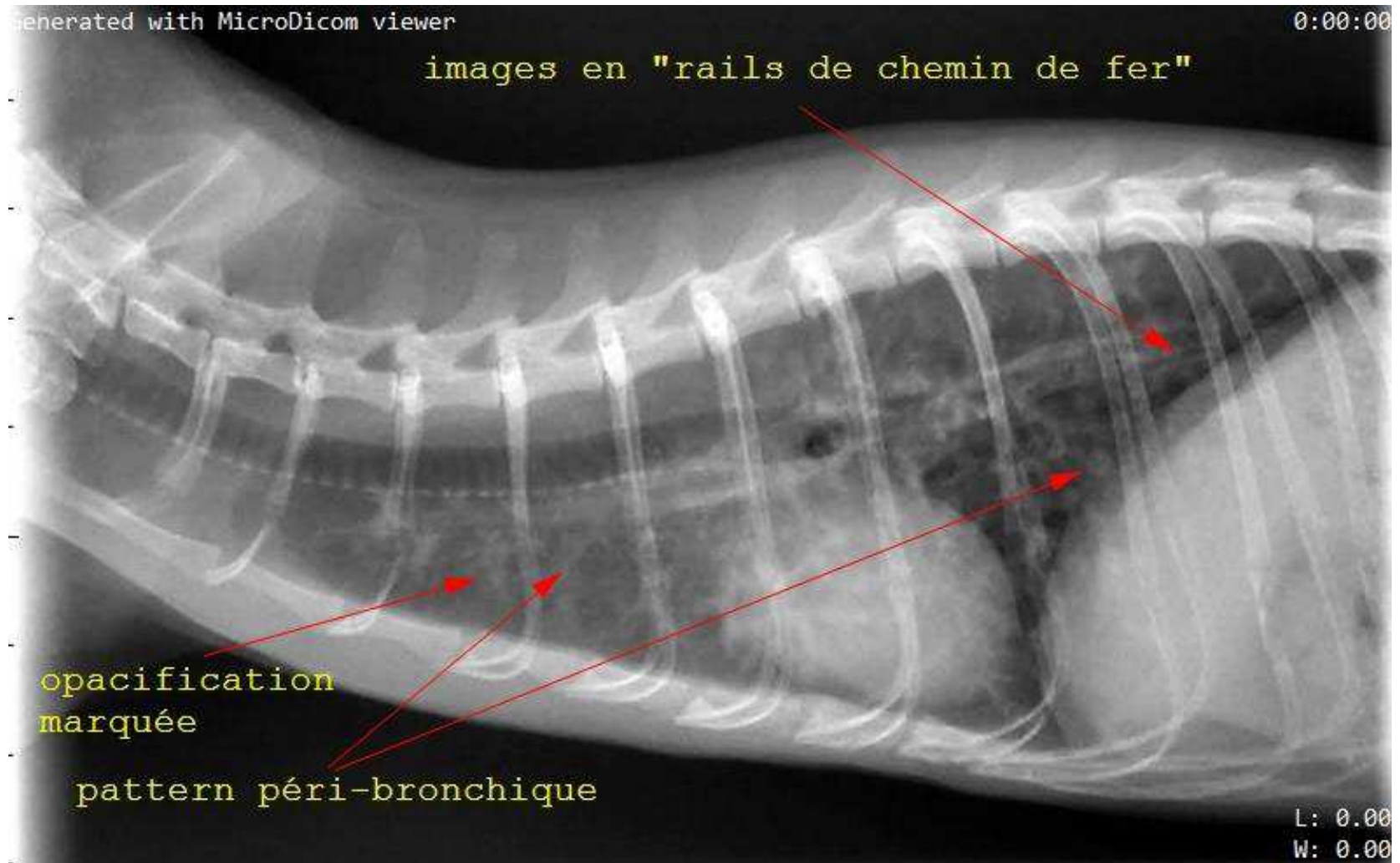


Figure 30 Thorax profil droit : Cas 22. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

b) Epanchement pleural: Cas 23

- Motif :

Furet mâle de statut reproducteur inconnu de 5 ans présenté pour anorexie, abattement et difficultés respiratoires depuis 5 jours.

Hépatite chronique diagnostiquée 1 an et demi avant (réalisation de biopsies).

- Description :

- Opacité liquidienne généralisée du thorax, faisant un signe de la silhouette positif avec le cœur sur la vue de profil.

- Décollement des lobes pulmonaires à droite et à gauche de la paroi thoracique par une bande d'opacité liquidienne. Scissure interlobaire entre le lobe moyen et crânial droit.

- Dégénérescence chondro-costale

- Objets métalliques retrouvés dans la portion crânio-médiale de l'abdomen compatibles avec des objets posés lors de biopsies hépatiques réalisées il y a 1 an et demi.

- Conclusion :

Epanchement pleural bilatéral et symétrique

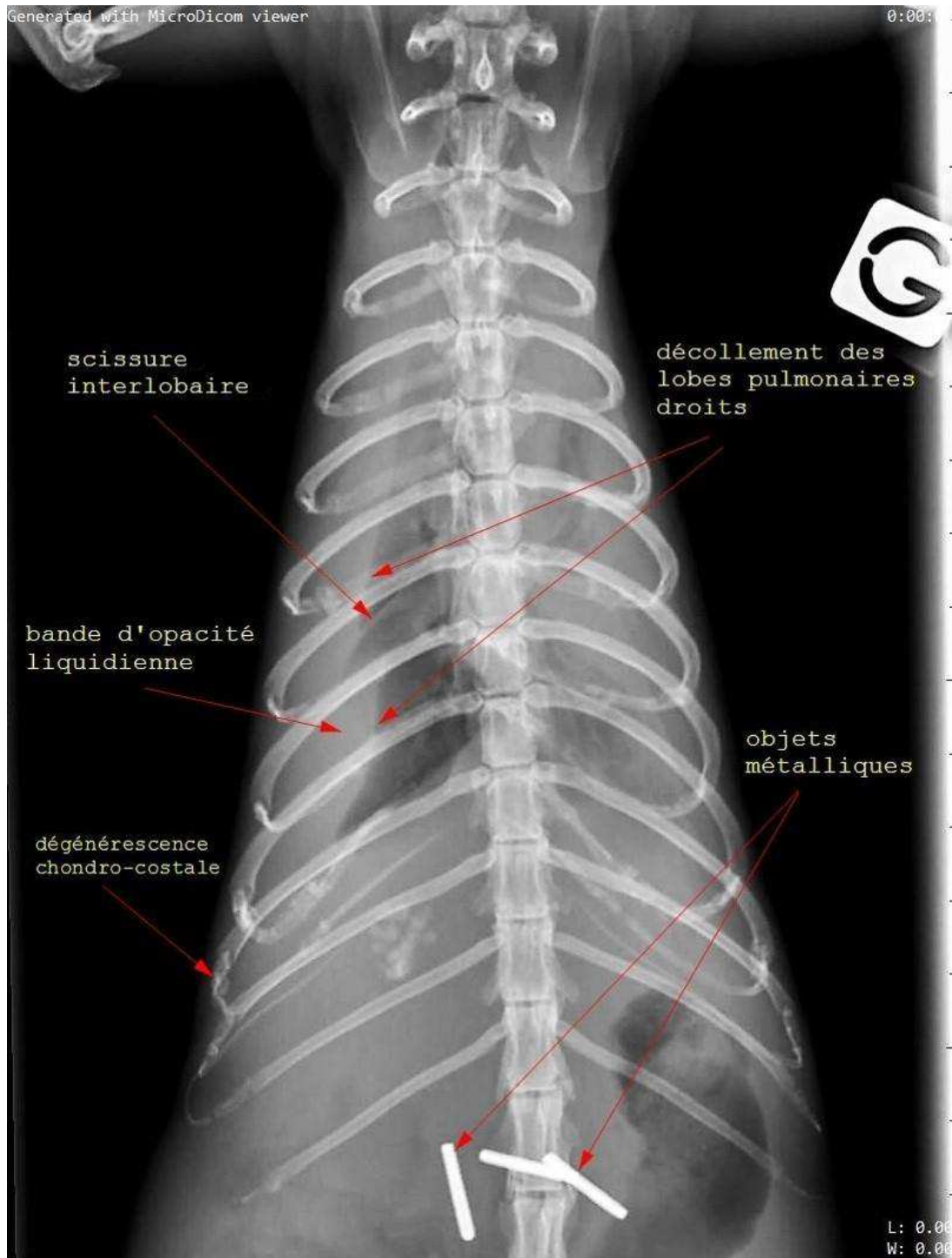


Figure 31 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 23. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

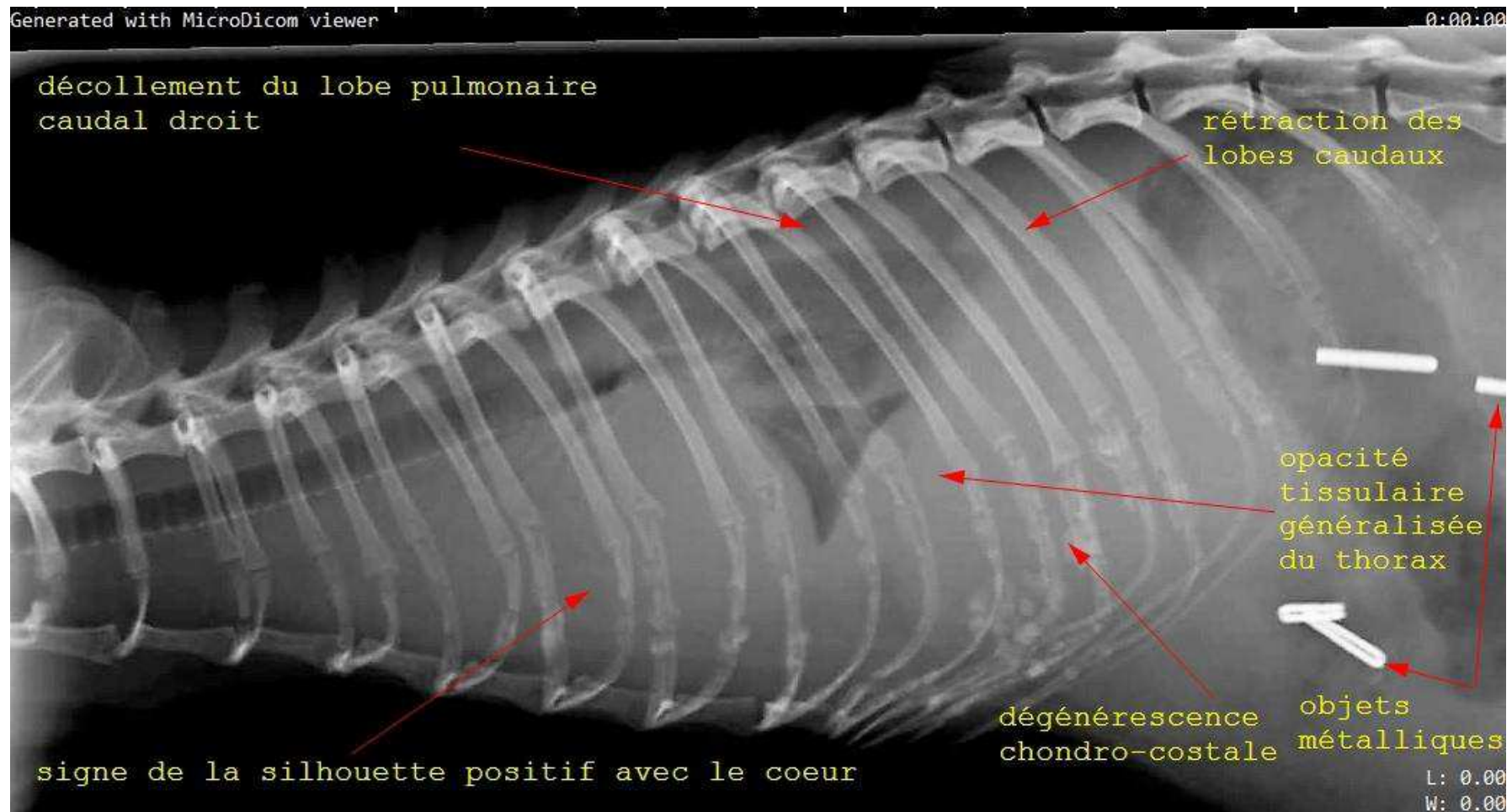


Figure 32 Thorax profil droit : Cas 23. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

c) Cardiomégalie avec œdème aigu pulmonaire : Cas 40

- Motif :

Furet femelle stérilisée de 7 ans présentée pour dyspnée depuis 24 h, dysorexie et amaigrissement depuis 6 mois. A l'examen clinique, présence d'un souffle cardiaque, de discordance, de tirage costal, d'une augmentation des bruits respiratoires en intensité et des crépitements à l'auscultation pulmonaire. Suspicion d'un œdème aigu du poumon.

- Description :

- Hauteur cardiaque élevée (supérieure au 2/3 de la hauteur interne du thorax) et déplacement dorsal marqué de l'aspect distal de la trachée et des bronches souches caudales. Cœur d'aspect globuleux. Opacité cardiaque homogène. (Vertebral Heart Score = 7.5 vertèbres).
- Opacification pulmonaire alvéolaire dans les lobes caudo-dorsaux et crâniens caractérisée par des bronchogrammes, à droite et à gauche.

- Conclusion :

- Cardiomégalie
- Opacification pulmonaire alvéolaire multifocale compatible en première hypothèse avec un œdème pulmonaire cardiogénique.

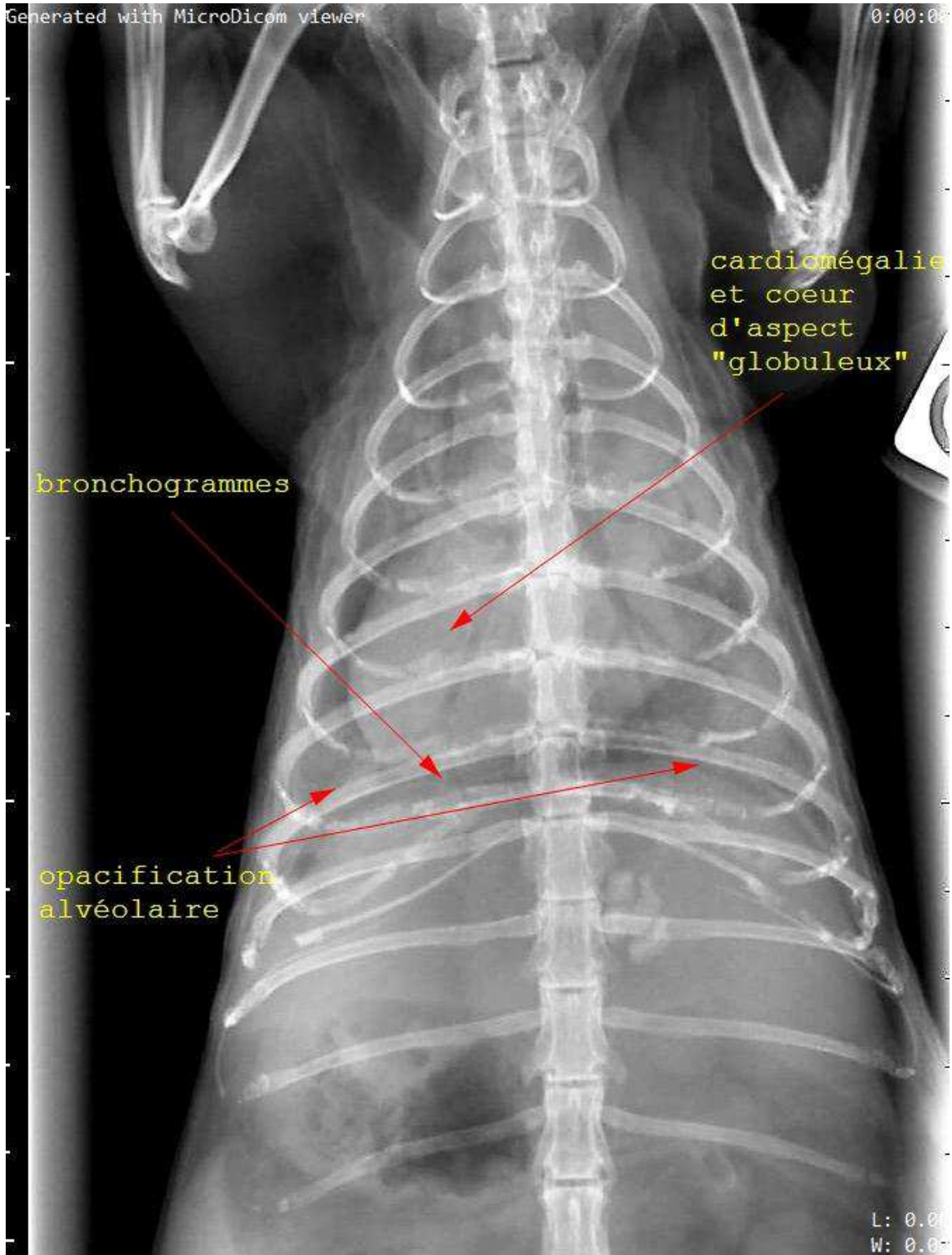


Figure 33 Thorax vue ventro-dorsale : Cas 40. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

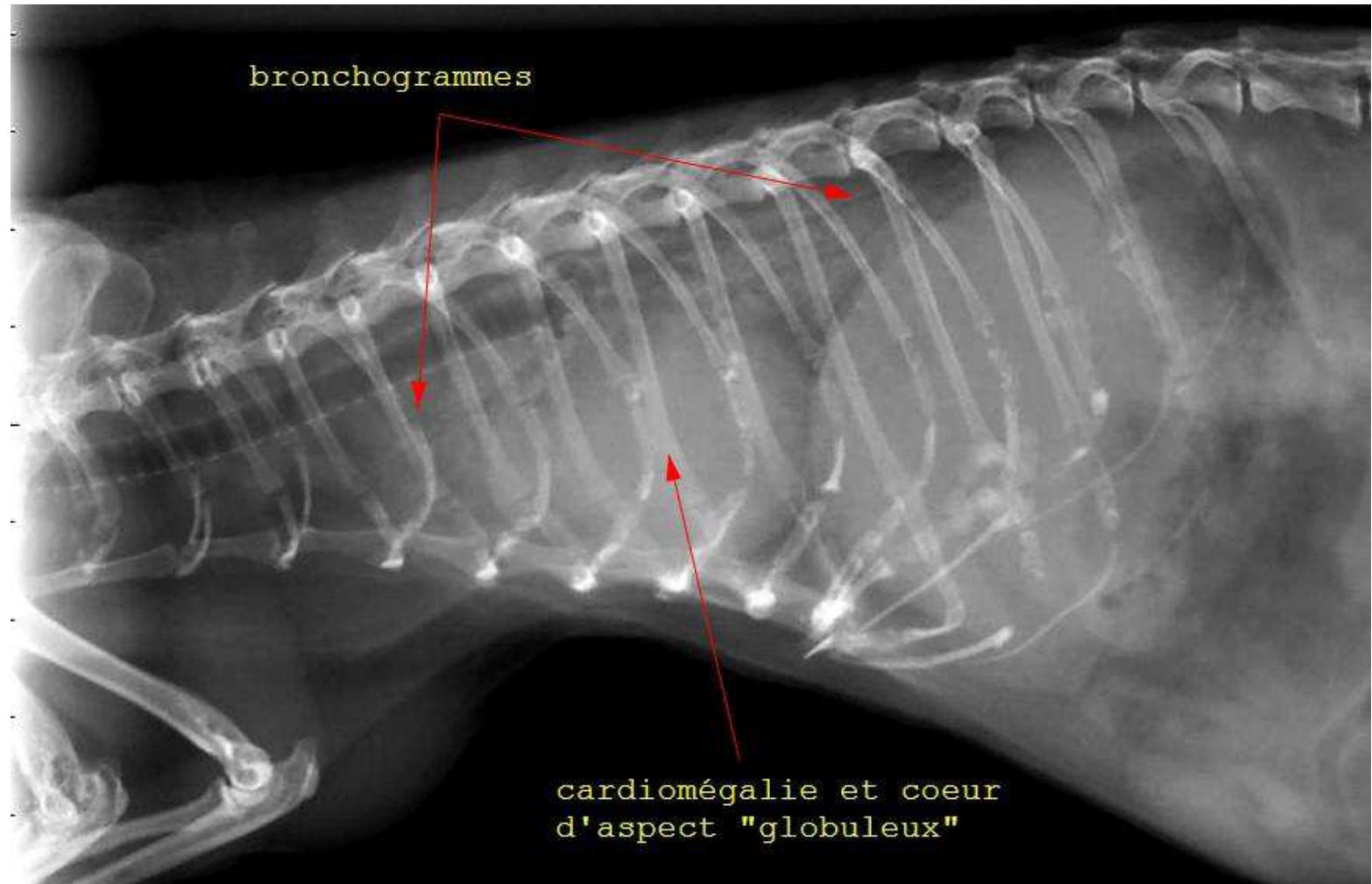


Figure 34 Thorax profil droit : Cas 40. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

3. Systeme « abdomen » :

a) *Lithiases urétrales et vésicales : Cas 44*

- Motif :
Furet mâle castré de 6 ans présenté pour ténesme et masse périnéale présents depuis .1 semaine. Prostatite et abcès prostatiques multiples et calculs vésicaux visibles à l'échographie.

- Description :
 - Deux structures principales rondes minéralisées n'excédant pas 0.6 cm de diamètre avec des contours lisses et réguliers.

 - Multiples structures « globalement » rondes minéralisées n'excédant pas 0.5 cm de diamètre avec des contours lisses et irréguliers dans la portion de l'urètre périnéal.

- Conclusion :
Lithiases urétrales et vésicales

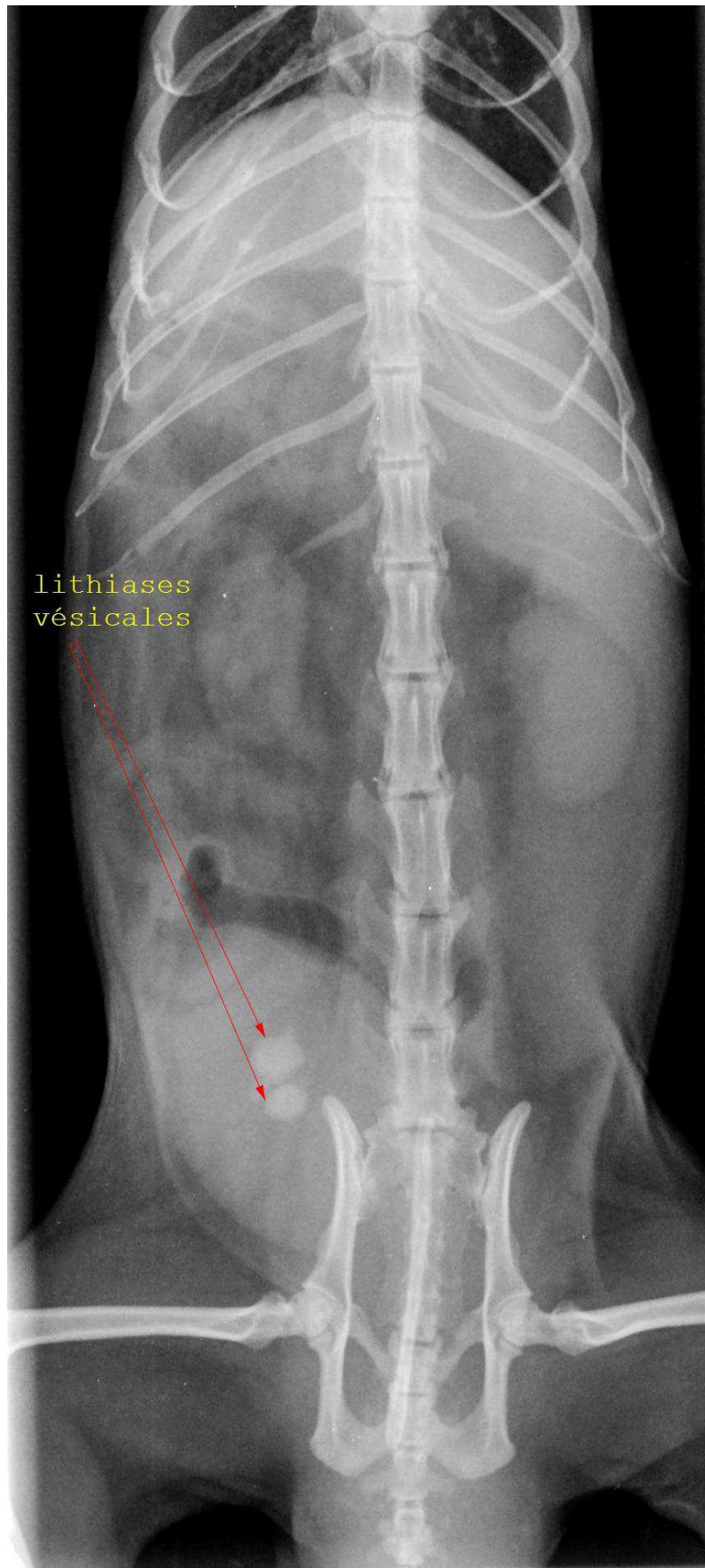


Figure 35 Abdomen vue ventro-dorsale : Cas 44. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

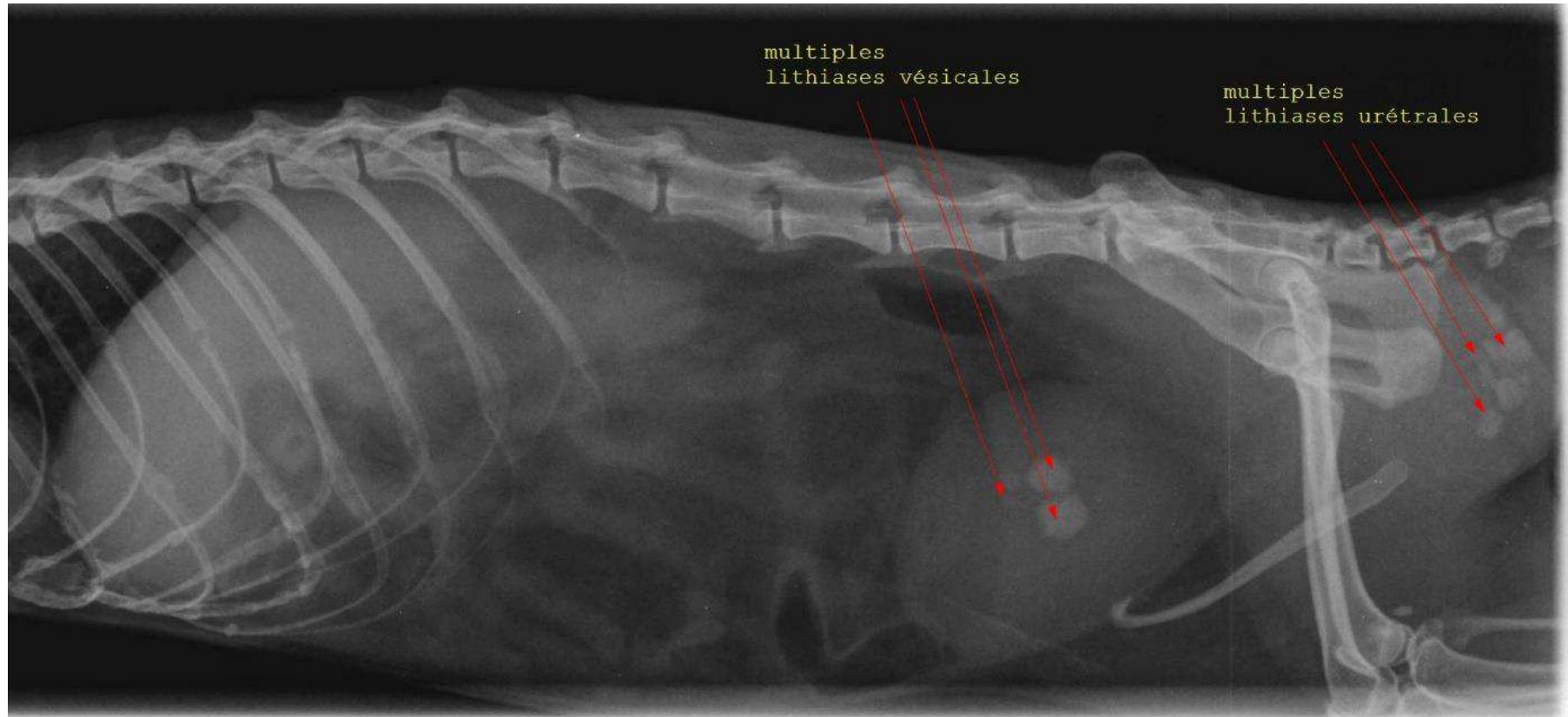


Figure 36 Abdomen profil droit : Cas 44. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

b) Iléus mécanique compatible avec un corps étranger obstructif :

Cas 46

- Motif :

Furet mâle castré de 2 ans et demi présenté pour abattement intense, parésie des membres pelviens et efforts de vomissements depuis 2 jours. Forte suspicion d'ingestion de corps étranger.

- Description :

Dilatation aérique majeure de l'estomac et de deux anses segmentaires du grêle.

- Conclusion :

Iléus mécanique sévère: un corps étranger obstructif dans l'intestin grêle est à considérer.

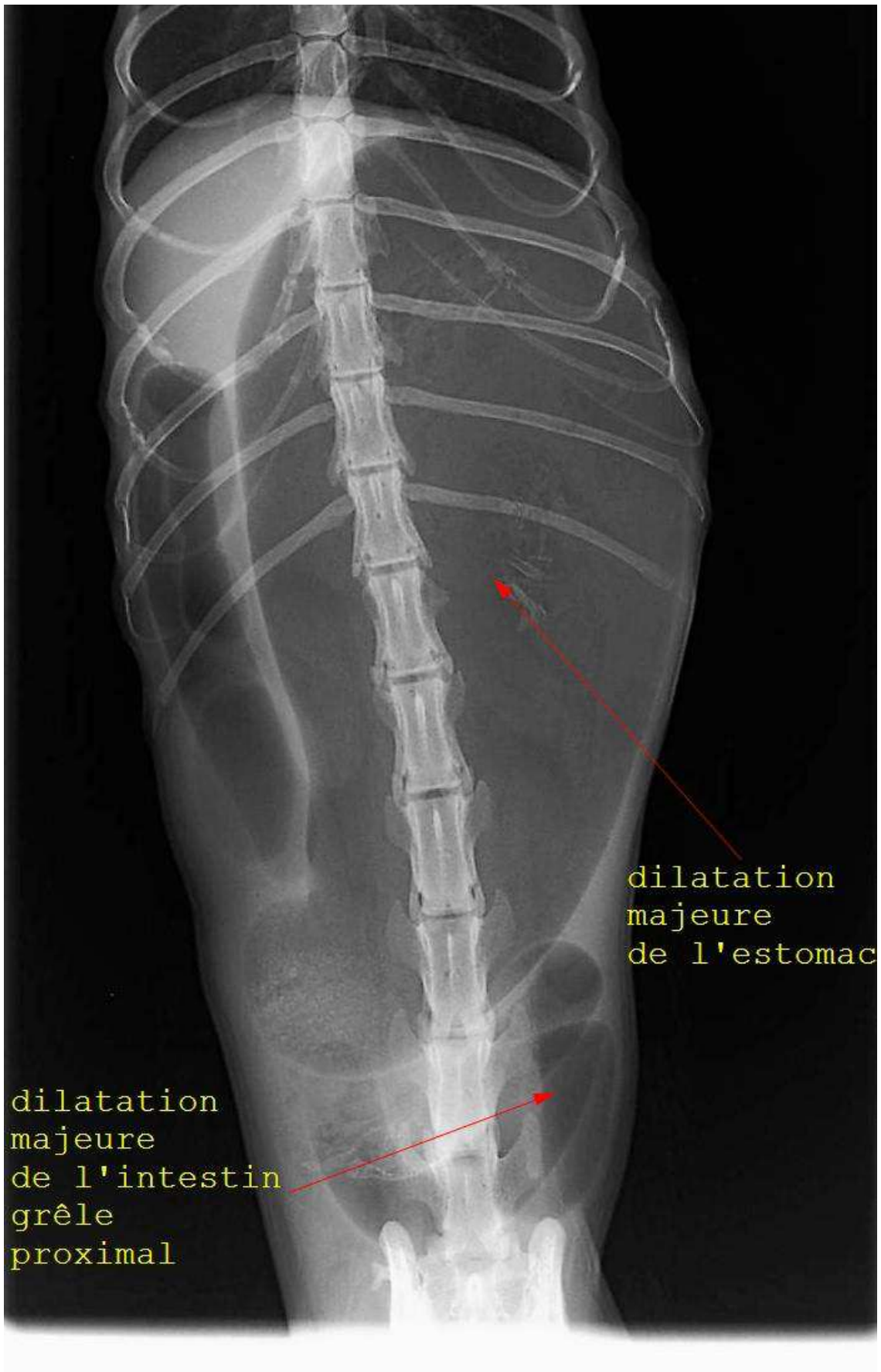


Figure 37 Abdomen vue ventro-dorsale: Cas 46. Crédit photo clinique vétérinaire EXOTICA

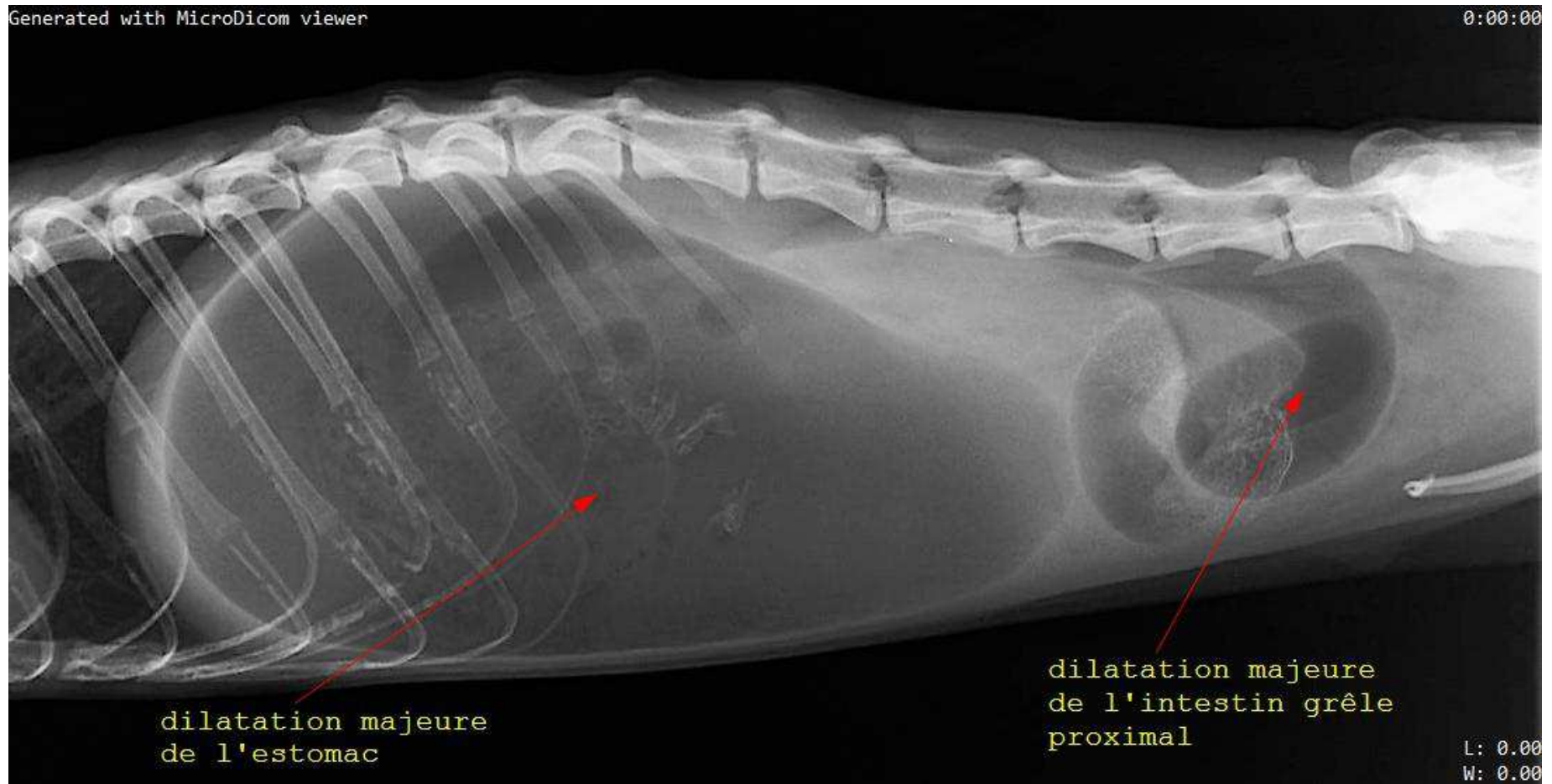


Figure 38 Abdomen profil droit : Cas 46. Crédit photo clinique vétérinaire EXOTICA

c) Épanchement abdominal : Cas 53

- Motif :
Furet mâle castré de 5 ans présenté pour abatement, ventre dilaté, douleur à la palpation de l'abdomen et difficulté à déféquer depuis 24 h.

- Description :
 - Anses intestinales compactées dans l'abdomen moyen ventral associé à une diminution de contraste focale d'aspect en « verre dépoli ».

- Conclusion :
Anomalie de contraste en verre dépoli compatible avec un discret épanchement, une péritonite ou un épanchement de type inflammatoire (exsudât).

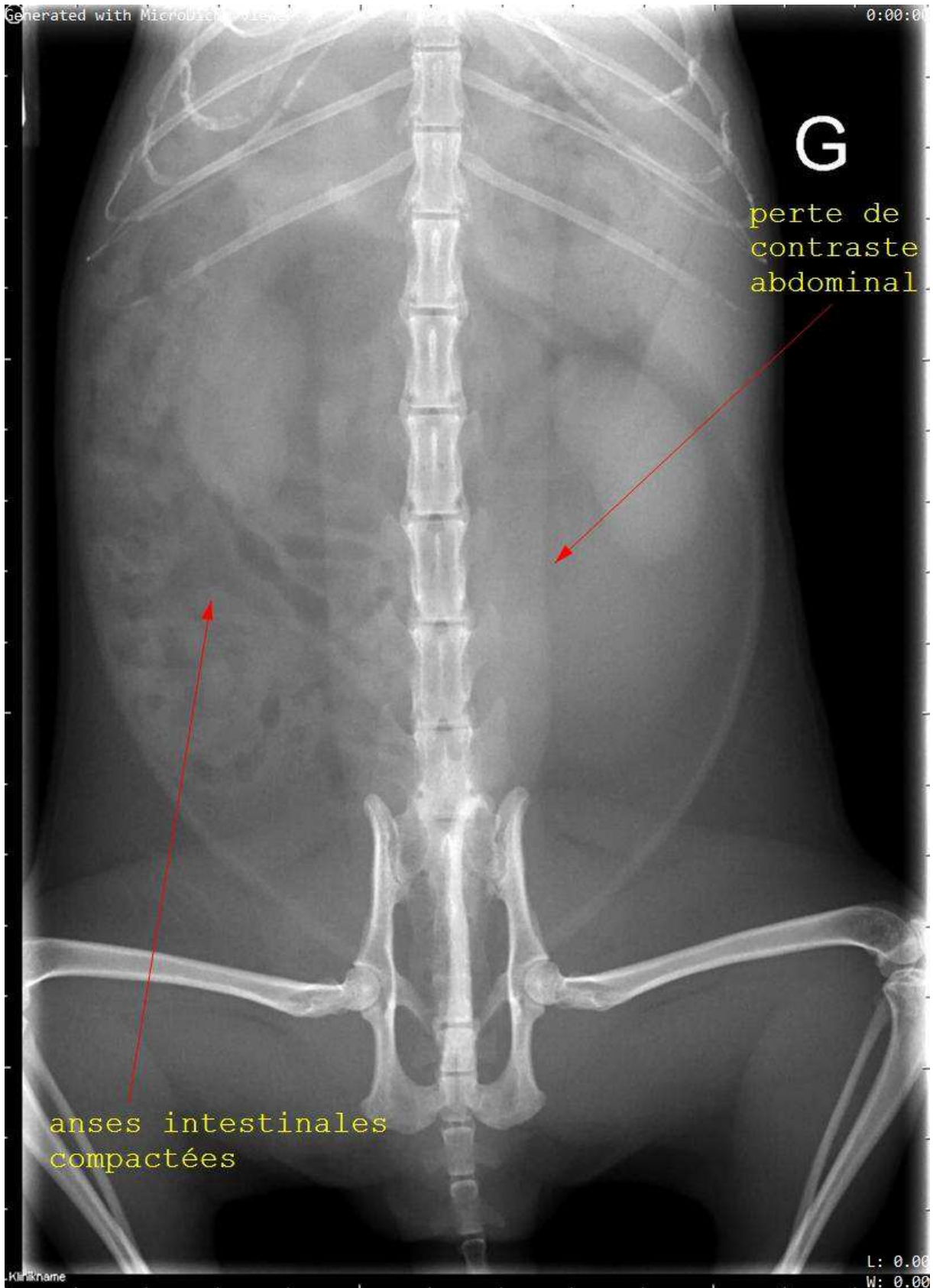


Figure 39 Abdomen vue ventro-dorsale : Cas 53. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

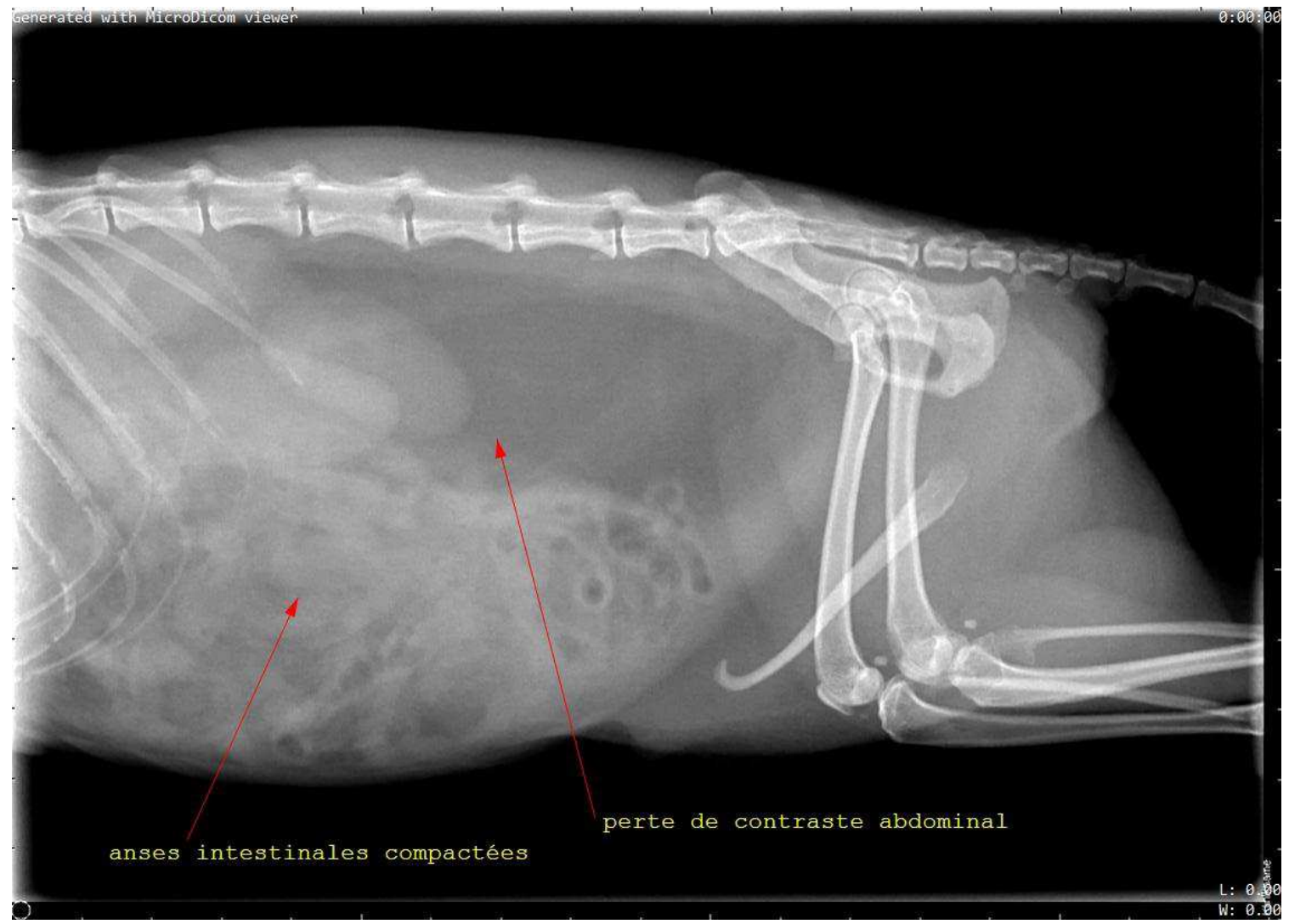


Figure 40 Abdomen profil droit : Cas 53. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

III. INTERETS ET LIMITES

A. Intérêt pédagogique

Les français présentent un réel engouement pour ce petit mustélide de compagnie. Le nombre de furets médicalisés est en augmentation depuis une trentaine d'années. L'apprentissage de la médecine du furet constitue un enjeu important pour le vétérinaire praticien d'aujourd'hui. Au cours de son cursus l'étudiant vétérinaire doit apprendre la médecine des principaux NACs. Cette discipline est difficile car elle nécessite des connaissances en anatomie, en médecine, du savoir-faire dans la pratique des soins et des principaux examens complémentaires pour une dizaine d'espèces au moins.

C'est avec ce constat que cette thèse a été mise en œuvre. Elle présente un support pédagogique complémentaire aux enseignements d'imagerie médicale et de médecine des NACS afin d'aider les étudiants vétérinaires à maîtriser la lecture et l'interprétation de clichés radiographiques chez le furet.

Ce support permettra à l'étudiant de mobiliser ses connaissances et de les mettre en pratique de façon concrète et autonome puisqu'il peut s'entraîner sur les clichés radiographiques non commentés avant de disposer de la correction sous forme de légendes et commentaires.

Cette banque de radiographies permet d'avoir une relative vision d'ensemble des principales affections que l'on peut détecter en radiographie chez le furet.

Cette thèse est conçue, en premier lieu, pour les étudiants vétérinaires de Toulouse mais pourra servir aux étudiants des autres écoles vétérinaires françaises. Elle pourrait également être utile aux vétérinaires praticiens souhaitant se former ou s'améliorer dans ce domaine.

B. Limites

1. Limites techniques et matérielles

Le furet est un animal actif, souple, parfois mordeur. La contention physique peut s'avérer délicate pour cette espèce. Elle nécessite une main d'œuvre qualifiée et parfois une contention chimique quand l'état de santé de l'animal le permet.

Le nombre de furets de compagnie étant inférieur à celui des chats et des chiens, l'acquisition d'un grand nombre de clichés radiographiques s'avère plus difficile que chez ces espèces.

L'acquisition des images radiographiques a nécessité leur récupération sur place, une par une, à chaque structure vétérinaire. J'ai sélectionné les cliniques en privilégiant les écoles

vétérinaires et les cliniques vétérinaires spécialisées dans les Nouveaux Animaux de Compagnie.

Un tri important a été réalisé et a permis d'éliminer les cas incomplets (manque d'informations en anamnèse, manque d'un cliché, clichés de mauvaise qualité, cas dont la lecture et l'interprétation étaient difficiles...). 21% seulement des clichés récupérés ont été sélectionnés pour constituer la banque d'images radiographiques.

Certains propriétaires ne souhaitaient pas réaliser d'exams radiographiques pour des raisons financières. Cela a constitué un frein à cette thèse.

2. Limites d'intérêts

La radiographie est un examen complémentaire et ne remplace donc pas un examen clinique approfondi. L'interprétation de l'examen radiographique doit toujours se faire en lien avec l'anamnèse détaillée, les commémoratifs et la suspicion clinique. Bien entendu, des connaissances solides en médecine du furet sont pré-requises à l'utilisation de cet outil.

La radiographie apporte peu d'aide au diagnostic de certaines affections très courantes chez le furet. (insulinome, maladie surrénalienne, lymphome, gastrite...). Il est donc important de souligner que cette banque d'images aborde uniquement les principales affections visibles en radiographie chez le furet et ne fait pas référence aux autres affections néanmoins très courantes.

C. L'échographie : une autre technique d'imagerie médicale essentielle

L'échographie est très utilisée chez le furet. C'est une technique précise dans la visualisation des tissus mous. Elle a un intérêt majeur dans le diagnostic de certaines affections fréquentes comme les tumeurs surrénaliennes, le lymphome, les cardiopathies (Gougoussis, 2012 ; Baudoin, 2004 ; Quinton, Piazza, 2011 ; Avallone et al., 2016 ; Batchelder et al., 1996 ; Avallone et al., 2016).

L'échographie de l'abdomen et du cœur chez le furet sont les plus courantes (Wagner, 2009 ; Dudás-Györki et al., 2011).

On utilise le plus souvent des hautes fréquences chez le furet (entre 10 et 13 MHz) qui donnent un bon pouvoir de résolution avec un faible pouvoir de pénétration. Le choix de la sonde varie selon la technique de balayage utilisée.

L'échographie abdominale permet de visualiser les affections du foie (lymphome, cholangiohépatite,...), du pancréas (insulinome), des surrénales (maladie surrénalienne,...), des nœuds lymphatiques (lymphome, adénopathie multiple, Entérite Catarrhale Epizootique,...), de

la rate (lymphome, kystes,...), des reins (kystes, lymphome, calculs,...), des ovaires (rémanence ovarienne,...).

L'échographie est une technique d'imagerie de choix pour l'étude de l'insulinome, affection très commune chez le furet. Elle permet de voir des nodules pancréatiques de petite taille (0.5 à 3cm) et une hypertrophie du nœud lymphatique pancréatico-duodéal, caractéristiques d'un insulinome. Cependant, cette technique est sensible à moins de 25% car elle est très dépendante de la qualité de l'appareil échographique et de l'expérience de l'opérateur. Les nodules pancréatiques sont peu ou pas visibles à la radiographie (Boussarie, 2008).

Les surrénales ne sont pas visibles à la radiographie sauf si elles sont minéralisées. Pour leur étude, on utilise souvent une sonde linéaire de 13MHz. On cherche soit une augmentation générale de la taille (>3.9mm) d'au moins une surrénale ou la modification de la forme vers un aspect ovalaire ou piriforme. Le mode Doppler permet de faire la différence avec un nœud lymphatique dont la structure est similaire à l'échographie (Gougoussis, 2012).

L'échographie abdominale et thoracique permet de mettre en évidence un lymphome, tumeur la plus fréquente chez le furet. En effet, elle permet d'objectiver une adénomégalie. (Avallone et al., 2016). De plus, les biopsies et les cytoponctions aidant au diagnostic sont réalisés de manière échoguidée (Schoemaker, 2017).

Si on compare l'échographie à la radiographie, on remarque que ce sont deux techniques d'imagerie utilisées en routine en clientèle vétérinaire. L'appareil radiographique est facile à utiliser et les clichés sont relativement faciles à interpréter. Cette technique est bien adaptée pour les milieux naturellement contrastés (poumons, squelette...). Les inconvénients sont le faible pouvoir de résolution et l'obtention d'une image en un seul plan. Il existe un risque pour la santé des opérateurs du fait des rayonnements. L'échographie a l'avantage de permettre une visualisation précise de nombreux organes invisibles à la radiographie.

L'examen échographique est non invasif, sans risque pour l'opérateur et utile pour réaliser des prélèvements. Cependant, elle nécessite une qualification et une expérience certaine de l'opérateur ainsi qu'un matériel de qualité, aux réglages adaptés (Boussarie, 2008 ; Quesenberry, Carpenter, 2011). La durée de l'échographie est assez long (environ 30 minutes). Par ailleurs, les milieux avec de l'air ou des os donnent des images échographiques parfois peu interprétables.

Ces deux techniques sont ainsi complémentaires.

CONCLUSION

Le furet (*Mustela putorius furo*), petit carnivore de la famille des Mustélinés au caractère espiègle séduit de plus en plus de Français en tant qu'animal de compagnie depuis 30 ans. Il est donc nécessaire de leur procurer des soins de qualité. La radiographie est un examen complémentaire très accessible en pratique et communément utilisé en première intention pour aider au diagnostic de nombreuses affections.

Cette thèse va pouvoir permettre aux étudiants vétérinaires de s'entraîner à la lecture et à l'interprétation d'images radiographiques de furets atteints d'affections diverses. Elle est une mise en application pratique des enseignements théoriques d'imagerie et de médecine des NACs. Ce genre d'interface pédagogique en imagerie médicale existe d'ailleurs déjà pour d'autres espèces et d'autres examens d'imagerie et a fait l'objet de plusieurs thèses : (Reineau, 2002 ; Levacher, 2002 ; Jouanna, 2005 ; Bailly, 2016 ; Calandra, 2016).

Cependant, la radiographie présente des limites dans l'aide au diagnostic de certaines maladies assez communes chez le furet. Dans ces cas-là, l'examen d'imagerie le plus adéquat est l'échographie. Il est d'ailleurs souvent nécessaire de recourir à cette technique à la suite de l'examen radiographique pour affiner le diagnostic.

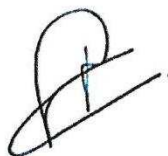
Le nombre de cas cliniques radiographiques retenus (57) permet aux étudiants d'observer les principales affections du furet détectables en radiographie. Il serait intéressant d'agrandir la banque d'images afin de pouvoir proposer des cas radiographiques plus rares. La réalisation de banques d'images radiographiques concernant d'autres nouveaux animaux de compagnie courants serait à envisager pour compléter ce support pédagogique.

On peut aussi imaginer intégrer les données de cette thèse dans un support de type « site internet » regroupant des cas cliniques « pédagogiques » associant plusieurs examens complémentaires commentés et corrigés, comme des cas de biologie médicale, des cas échographiques, des cas de biologie médicale...

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 **SWYGEDAUF Marine** intitulée « **Radiographies commentées sur les principales affections chez le furet** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.



Fait à Toulouse, le 13 octobre 2017
Docteur Fabrice CONCHOU
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN



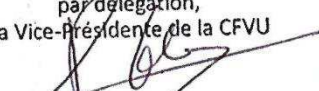
Faculté de Médecine Rangueil
Biophysique Médicale - CHU Rangueil
1, avenue Jean Poulhès - TSA 50032
31059 TOULOUSE Cedex

Vu :
Le Président du jury :
Professeur Isabelle BERRY

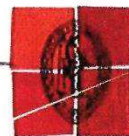
Mlle SWYGEDAUF Marine
a été admis(e) sur concours en : 2012
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 23/06/2016
a validé son année d'approfondissement le : 14/09/2017
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier

Monsieur Jean-Pierre VINEL
Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU



Régine ANDRE-OBRECHT



BIBLIOGRAPHIE

AVALLONE, Giancarlo, FORLANI, Annalisa, TECILLA, Marco, RICCARDI, Elena, BELLUCO, Sara, SANTAGOSTINO, Sara Francesca, GRILLI, Guido, KHADIVI, Kiumars et ROCCABIANCA, Paola, 2016. Neoplastic diseases in the domestic ferret (*Mustela putorius furo*) in Italy: classification and tissue distribution of 856 cases (2000-2010). In : *BMC veterinary research*. 12 Mai 2016. Vol. 12, n 1, p. 275.

BAILLY, François, 2016. Initiation à l'interprétation de radiographies abdominales sans préparation de chien et de chat, création d'un support pédagogique informatique. In . 15 septembre 2016. Lyon: Université Lyon 1.

BARREAU, Christelle, 2002. *Le furet: peau et glandes annexes*. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Toulouse 3.

BATCHELDER, M. A., ERDMAN, S. E., LI, X. et FOX, J. G., 1996. A cluster of cases of juvenile mediastinal lymphoma in a ferret colony. In : *Laboratory Animal Science*. juin 1996. Vol. 46, n 3, p. 271-274.

BAUDOIN, Magalie, 2004. *Les troubles endocriniens du furet (Mustela putorius furo)*. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Toulouse 3.

BOUSSARIE, Didier, 2008. *Guide pratique de médecine du furet*. Paris : éd. Med'com. ISBN 978-2-35403-002-5.

CALANDRA, Marion, 2016. *Mise au point d'un atlas en ligne d'images tomodensitométriques normales du furet (Mustela putorius furo)*. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Toulouse 3.

CARPENTER, James W., 2012. *Exotic Animal Formulary*. S.l. : Elsevier Health Sciences. ISBN 978-1-4377-2263-5.

CONCHOU, Fabrice, LAMOUR-LAYSSOL, Cathy et MOGICATO, Giovanni, 2016. Du Rayon X à l'Image Radiographique. In : Cours. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. 2016.

DUDÁS-GYÖRKI, Z., SZABÓ, Z., MANCZUR, F. et VÖRÖS, K., 2011. Echocardiographic and electrocardiographic examination of clinically healthy, conscious ferrets. In : *Journal of Small Animal Practice*. Janvier 2011. Vol. 52, n° 1, p. 18-25.

EVANS, Howard et AN, Nguyen Quoc, 2014. Anatomy of the Ferret. In : FOX, James G. et MARINI, Robert P. (éd.), *Biology and Diseases of the Ferret*. Ames, USA : John Wiley & Sons, Inc. p. 23-67. ISBN 978-1-118-78269-9.

FEHR, M., THOMAS, M., BAUR, S. et KÖSTLINGER, S., 2011. [Fractures and luxations in small mammals]. In : *Tierärztliche Praxis. Ausgabe K, Kleintiere/Heimtiere*. 2011. Vol. 39, n 5, p. 343-352.

FOX, James G. et MARINI, Robert P. (éd.), 2014. *Biology and diseases of the ferret*. 3. édition. Ames, Iowa : John Wiley & Sons Inc. ISBN 978-0-470-96045-5.

GOUGOUSSIS, Alexandra, 2012. *La maladie surrénalienne du furet : Physiopathogénie, histologie et cytologie et conséquences thérapeutiques*. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de médecine de Créteil.

JOUANNA, Hervé, 2005. *Anatomie radiographique des lagomorphes, rongeurs et furets de compagnie : réalisation sur un support informatique d'une banque d'images radiographiques*. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de médecine de Créteil.

LEBAS, Maud, 2008. *Atlas radiographique du furet (Mustela putorius furo)*. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Toulouse 3.

LEVACHER, Elodie, 2002. *Création d'une banque d'images radiographiques commentées de lésions du squelette appendiculaire des carnivores domestiques sur support informatique*. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Toulouse 3.

MOGICATO, Giovanni, 2016. Radiographie et radioprotection. In : Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. 2016.

MOGICATO, Giovanni, 2016. Radiographie osseuse. In : Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. 2016.

NEMEC, A., ZADRAVEC, M. et RAČNIK, J., 2016. Oral and dental diseases in a population of domestic ferrets (*Mustela putorius furo*). In: *The Journal of Small Animal Practice*. octobre 2016. Vol. 57, n°10, p. 553-560.

PAYEN, Stéphane, 2008. Mise en pratique du contrôle qualité interne en radiodiagnostic, CHU de Rouen, Certification Professionnelle TSIBH. In : Université de technologie de Compiègne, CHU de Rouen. 2008.

QUESENBERRY, Katherine et CARPENTER, James W., 2011. *Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*. S.l. : Elsevier Health Sciences. ISBN 978-1-4377-0288-0.

QUINTON, Jean-François et PIAZZA, Stéphanie, 2011. *Soins du furet: bien-être et maladies*. Paris : Ulmer. ISBN 978-2-84138-443-3.

REINEAU, Olivier, 2002. *Enseignement assisté par ordinateur en radiologie : 20 cas d'interprétation dirigée de radiographies thoraciques des carnivores domestiques*. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de médecine de Créteil.

SCHOEMAKER, Nico J., 2017. Ferret Oncology: Diseases, Diagnostics, and Therapeutics. In : *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*. Janvier 2017. Vol. 20, n°1, p. 183-208.

SCHWARZ, Leslie A., SOLANO, M., MANNING, A., MARINI, R. P. et FOX, J. G., 2003. The normal upper gastrointestinal examination in the ferret. In : *Veterinary Radiology & Ultrasound: The Official Journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*. Avril 2003. Vol. 44, n°2, p. 165-172.

SILVERMAN, Sam, TELL, Lisa A., NUGENT-DEAL, Jody et PALMER-HOLTRY, Kristina, 2005. *Radiology of rodents, rabbits, and ferrets: an atlas of normal anatomy and positioning*. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders.

SURAN, Jantra Ngosuwan et WYRE, Nicole Rene, 2013. Imaging findings in 14 domestic ferrets (*Mustela putorius furo*) with lymphoma. In : *Veterinary Radiology & Ultrasound: The Official Journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*. Octobre 2013. Vol. 54, n 5, p. 522-531.

THRALL, Donald E. (éd.), 2007. *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. 5th ed. St. Louis, Mo : Saunders Elsevier. ISBN 978-1-4160-2615-0.

TREMBLAY, Manon, 2000. *Le furet*. Montréal : Le Jour. ISBN 978-2-89044-672-4.

WAGNER, Robert A., 2009. Ferret cardiology. In : *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*. janvier 2009. Vol. 12, n 1, p. 115-134, vii..

ANNEXES

ANNEXE 1 : SCHEMA D'UN APPAREIL RADIOGRAPHIQUE EN COUPE

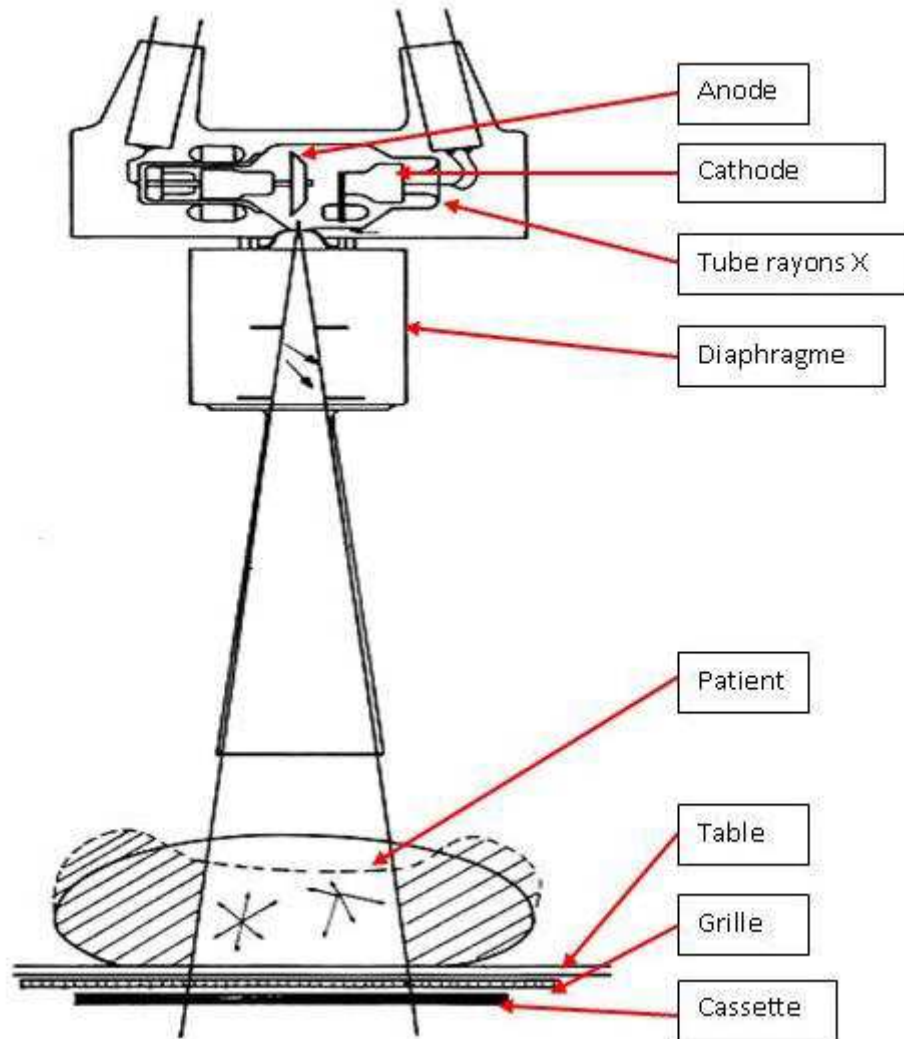


Schéma d'un appareil radiographique en coupe. Extrait de : Payen. *Cours de formation générale en radiologie médicale*. (Payen, 2008)

ANNEXE 2 : POSITIONNEMENT RADIOGRAPHIQUE DU FURET d'après (Lebas, 2008)

- **Thorax incidence gauche.**

Le furet est en décubitus latéral gauche. Le cou est en extension. Les membres thoraciques sont ramenés vers l'avant. Le faisceau de rayons X est centré à la limite caudale de la scapula, au tiers ventral du thorax. Le champ est ouvert jusqu'en partie crâniale de l'épaule et inclut le sternum.

- **Thorax incidence ventro-dorsale :**

Le furet est en décubitus dorsal. Le cou est en extension. Le faisceau de rayons X est centré sur le bord caudal des scapula. Le champ est ouvert de la partie crâniale de l'épaule jusqu'à l'extrémité caudale du sternum.

- **Abdomen incidence gauche**

Le furet est en décubitus latéral gauche. Les membres pelviens sont en extension, tirés caudalement. Le faisceau de rayons X est centré sur le creux du flanc et le champ est ouvert de l'appendice xyphoïde crânialement jusqu'aux grands trochanters caudalement.

- **Abdomen incidence ventro-dorsale**

Le furet est en décubitus dorsal. Les membres pelviens sont en extension. Le faisceau de rayons X est centré en avant de l'ombilic et le champ est ouvert de l'appendice xyphoïde jusqu'aux hanches.

- **Crâne incidence latérale**

Le furet est en décubitus latéral. La bouche est maintenue mi-ouverte ou fermée. Le champ est ouvert du bout du museau à la base du crâne.

- **Crâne incidence dorso-ventrale**

Le furet est en décubitus sternal. La bouche est fermée. Le champ est ouvert du bout du museau à la base du crâne.

- **Squelette en région cervicale incidence latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Les membres thoraciques sont ramenés caudalement de manière à dégager l'entrée de la poitrine. La tête et le cou sont en extension. Le faisceau de rayons X est centré au niveau du milieu du cou. Le champ est ouvert entre la base du crâne et le milieu des scapula.

- **Squelette en région cervicale incidence ventro-dorsale**

Le furet est placé en décubitus dorsal, sans aucune rotation du corps. La tête et le cou sont en extension. Le champ est ouvert de la base du crâne à la 1^{ère} vertèbre thoracique.

- **Squelette thoracique incidence latérale**

Le furet est en décubitus latéral, sans aucune rotation du corps. Les membres thoraciques sont en extension. Le faisceau de rayons X est centré au milieu de la colonne vertébrale thoracique. Le champ est limité de la scapula à la région thoraco-lombaire.

- **Squelette thoracique incidence ventro-dorsale**

Le furet est en décubitus dorsal, sans aucune rotation du corps. Les membres thoraciques sont en extension. Le faisceau de rayons X est centré au milieu de la colonne vertébrale thoracique. Le champ est limité à la colonne vertébrale et le déclenchement doit se faire entre deux mouvements respiratoires. Le champ est limité de la scapula à la région thoraco-lombaire.

- **Squelette en région lombaire incidence latérale**

Le furet est en décubitus latéral, sans rotation. Le champ est limité à la colonne vertébrale et ouvert de la jonction thoraco-lombaire au sacrum. Le déclenchement doit se faire entre deux mouvements respiratoires. Le champ est ouvert de la région thoraco-lombaire au tiers proximal du sacrum.

- **Squelette en région lombaire incidence ventro-dorsale**

Le furet est placé en décubitus dorsal sans rotation du corps. Le faisceau de rayons X est centré au milieu de la colonne vertébrale lombaire. Le champ est limité à la colonne vertébrale et le déclenchement doit se faire entre deux mouvements respiratoires. Le champ est ouvert de la région thoraco-lombaire au tiers proximal du sacrum.

- **Squelette en région lombo-sacrée incidence latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le faisceau de rayons X est centré sur la jonction lombosacrée. Le champ est limité aux dernières vertèbres lombaires et au sacrum.

- **Squelette en région lombo-sacrée incidence ventro-dorsale**

Le furet est en décubitus dorsal, sans rotation. Le faisceau de rayons X est centré sur la jonction lombo-sacrée. Le champ est limité à la colonne vertébrale. Le champ est limité aux dernières vertèbres lombaires et au sacrum.

- **Squelette en région caudale incidence latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le faisceau de rayons X est centré sur la région caudale et s'étend du sacrum à la dernière vertèbre caudale. Le champ est limité à la colonne vertébrale.

- **Squelette en région caudale incidence ventro-dorsale**

Le furet est en décubitus dorsal, sans rotation. Le faisceau de rayons X est centré sur la région caudale. Le champ est limité à la colonne vertébrale.

- **Articulation de l'épaule incidence caudo-crâniale**

Le furet est en décubitus dorsal. Le membre à radiographier est tiré crânialement et placé en extension complète de manière à ce que la scapula soit parallèle à la table. Le cliché doit faire apparaître un tiers de l'humérus et un tiers de la scapula.

- **Articulation de l'épaule incidence médio-latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le membre à radiographier est contre la table tiré crânialement en extension. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière de manière à éviter sa superposition avec celui radiographié. Le cliché doit faire apparaître un tiers de l'humérus et un tiers de la scapula.

- **Humérus incidence caudo-crâniale**

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre à radiographier est placé en extension et tiré crânialement tandis que le membre controlatéral est tiré caudalement.

- **Humérus incidence médio-latérale**

L'animal est placé en décubitus latéral, le membre à radiographier contre la table. Le membre controlatéral est tiré caudalement et le membre radiographié est tiré en extension crânialement. Le champ est ouvert du tiers proximal de la scapula au tiers proximal du radius.

- **Coude incidence médio-latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le membre à radiographier est contre la table, en position neutre et ramené vers l'avant. Le membre controlatéral est tiré caudalement. Le champ est ouvert pour inclure l'humérus et le radius.

- **Coude incidence crânio-caudale**

Le furet est en décubitus sternal. Le membre à radiographier est tiré crânialement et en extension et le coude est placé contre la table. La tête du furet est relevée. Le champ est ouvert pour inclure l'humérus et le radius.

- **Radius Ulna incidence médio-latérale**

Le furet est placé en décubitus latéral. Le membre à radiographier est positionné contre la table, de profil en position neutre. En raison de la petite taille du furet, il est possible d'utiliser un lien placé au niveau du carpe pour maintenir le membre et ainsi éloigner le corps du manipulateur du rayonnement primaire. Le champ est ouvert pour inclure le coude et le carpe.

- **Radius Ulna incidence crânio-caudale**

Le furet est en décubitus sternal. Le membre à radiographier est tiré crânialement et l'avant-bras est placé contre la table. Le champ est ouvert pour inclure le coude et le carpe.

- **Carpe, métacarpes et phalanges incidence dorso-palmaire**

Le furet est en décubitus sternal. Le membre à radiographier est en extension. La main est positionnée contre la table. Le champ est ouvert de l'épiphyse distale du radius et va au jusqu'aux extrémités du membre. Un lien peut être utilisé pour placer le membre en extension.

- **Carpe, métacarpes et phalanges incidence médio-latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le membre à radiographier est contre la table. Le membre controlatéral est ramené caudalement.

- **Bassin, Articulation de la hanche, incidence ventro-dorsale des hanches en extension**

Le furet est placé en décubitus dorsal. Les membres pelviens sont placés en extension complète, les fémurs étant parallèles, en adduction et en rotation interne. Le champs est ouvert des ailes iliaques aux rotules.

- **Bassin, Articulation de la hanche, incidence ventro-dorsale des hanches en flexion**

Le furet est placé en décubitus dorsal. Les hanches sont fléchies. Les membres pelviens sont ramenés vers l'avant en abduction. Cette position est dite « de grenouille ».

- **Bassin, Articulation de la hanche incidence latérale**

Le furet est placé en décubitus latéral, sans rotation. Le faisceau de rayons X est centré sur les hanches.

- **Fémur, incidence médio-latérale**

Le furet est placé en décubitus latéral. Le membre à radiographier est contre la table. Le membre controlatéral est placé en abduction pour dégager l'articulation de la hanche. Le tarse est légèrement surélevé de la table pour éviter une rotation du grasset. Le champ inclut la hanche et le grasset.

- **Fémur incidence crânio-caudale**

Le furet est placé en décubitus dorsal. Les membres pelviens sont en extension, les fémurs parallèles à la table.

- **Grasset incidence médio-latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le membre à radiographier est en position neutre. Le membre controlatéral est écarté vers l'arrière et/ou en abduction. Le champ est ouvert de l'épiphyse distale du fémur à l'épiphyse proximale du tibia.

- **Grasset incidence crânio-caudale**

Le furet est en décubitus dorsal. Le membre à radiographier est en extension. Le faisceau de rayons X est centré sur l'articulation du grasset. Le champ est ouvert de l'épiphyse distale du fémur à l'épiphyse proximale du tibia.

- **Tibia et Fibula incidence crânio-caudale**

Le furet est en décubitus dorsal. Le membre à radiographier est maintenu en extension. Le champ est ouvert de l'épiphyse distale du fémur et de l'épiphyse proximale

- **Tibia et Fibula incidence latérale**

Le furet est en décubitus latéral. La jambe est placée contre la table en position neutre. Le membre controlatéral est ramené caudalement ou placé en abduction.

- **Tarse incidence dorso-palmaire**

Le furet est en décubitus dorsal. Le tarse à radiographier est positionné contre la table, en extension.

- **Tarse incidence médio-latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le tarse à radiographier est contre la table, en position neutre.

- **Métatarses et phalanges, incidence dorso-palmaire**

Le furet est en décubitus dorsal. Le membre à radiographier est contre la table, en extension.

- **Métatarses et phalanges, incidence médio-latérale**

Le furet est en décubitus latéral. Le membre à radiographier est contre la table en position neutre.

ANNEXE 3 : CONSTANTES RADIOGRAPHIQUES CHEZ LE FURET

FURET	FACE			PROFIL		
	kV	mA	s	kV	mA	s
Crâne	55	100	0,035	55	100	0,035
Rachis cervical	56	100	0,035	56	100	0,035
Rachis thoracique	50	100	0,075	50	100	0,075
Rachis lombaire	50	100	0,075	50	100	0,075
Rachis caudal	46	100	0,035	46	100	0,035
Thorax	62	100	0,010	62	100	0,010
Abdomen	51	100	0,030	51	100	0,030
Scapula	54	100	0,035	54	100	0,035
Epaule	53	100	0,035	53	100	0,035
Humérus	53	100	0,035	53	100	0,035
Coude	52	100	0,035	50	100	0,035
Radius-ulna	52	100	0,035	50	100	0,035
Main	48	100	0,035	48	100	0,035
Bassin	54	100	0,035	54	100	0,035
Fémur	52	100	0,035	52	100	0,035
Grasset	52	100	0,035	52	100	0,035
Tibia	49	100	0,035	49	100	0,035
Pied	47	100	0,035	47	100	0,035

Constantes radiographiques chez le furet, Jouanna. Extrait de : Jouanna. *Anatomie radiographique des lagomorphes, rongeurs et furets de compagnie : réalisation sur un support informatique d'une banque d'images radiographique.* (Jouanna 2005)

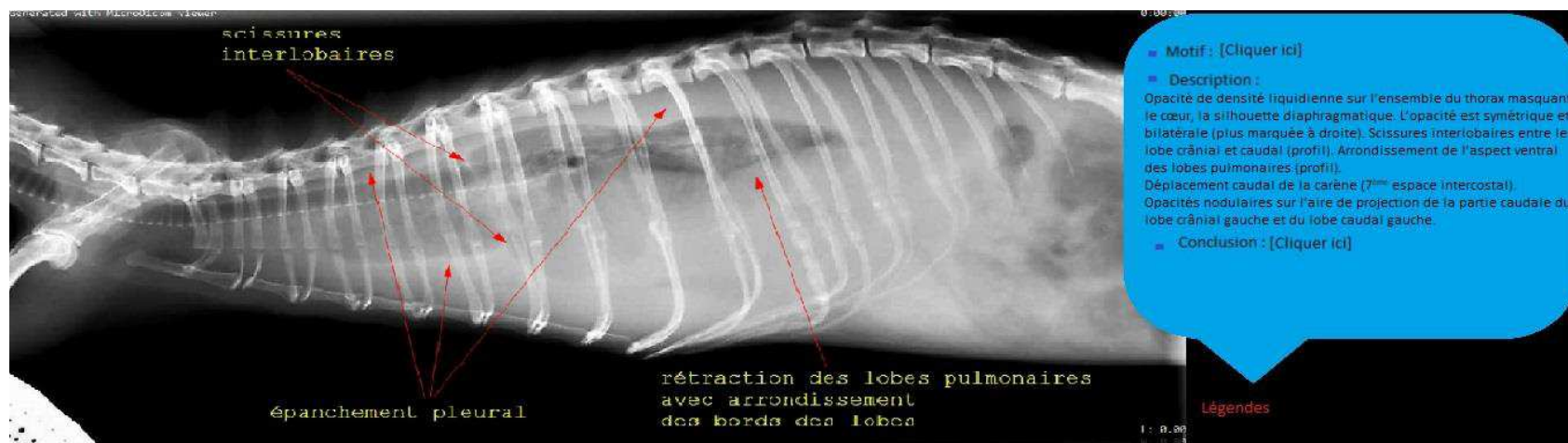
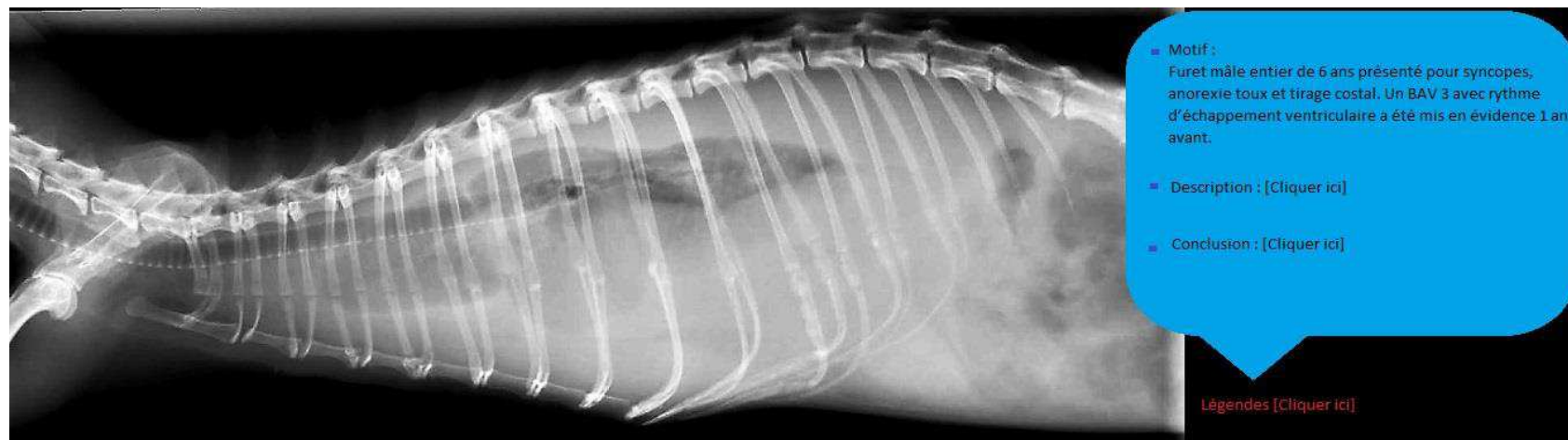
ANNEXE 4 : REPERTOIRE DES CAS RADIOGRAPHIES

Référence cas	Système	conclusion
1	Os	Fracture vertèbre thoracique.
2	Os	Subluxation vertèbres caudales.
3	Os	Fracture vertèbre lombaire.
4	Os	Lésion vertébrale thoracique expansile.
5	Os	Fracture de l'humérus.
6	Os	Fracture du fémur.
7	Os	Fracture de l'humérus.
8	Os	Fracture articulaire Salter Harris de type II du fémur.
9	Os	Fracture du radius et de l'ulna.
10	Os	Fracture du fémur, disjonction sacro-iliaque. Minéralisation méniscale le plus probablement ou ostéochondromatose
11	Os	Fracture complexe du crâne.
12	Os	Fracture du fémur.
13	Os	Fracture de l'ilium. Disjonction sacro-iliaque.
14	Os	Suspicion de hernie discale.
15	Os	Fracture du fémur droit.
16	Thorax Os	Pneumothorax. Hémorragie pulmonaire. Fractures de côtes
17	Thorax Abdomen	Epanchement pleural. Cardiomégalie. Epanchement abdominal. Hépatomégalie.
18	Thorax	Bronchite chronique compliquée de foyers de surinfection. épanchement pleural.
19	Thorax	Epanchement pleural. Nodules pulmonaires. Suspicion de masse médiastinale.
20	Thorax Os	Fractures de côtes. Epanchement pleural. Hémorragie pulmonaire.

21	Thorax	Pneumonie. Epanchement pleural.
22	Thorax	Bronchite chronique et surinfection associée.
23	Thorax	Epanchement pleural.
24	Thorax	Liquido-pneumothorax. Contusions pulmonaires/hémorragie.
25	Thorax	Masse médiastinale crâniale ventrale.
26	Thorax	Cardiomégalie.
27	Thorax	Cardiomégalie.
28	Thorax	Epanchement pleural. Hémorragie pulmonaire. Fractures costales.
29	Thorax	Bronchite chronique. Bronchiectasie.
30	Thorax	Mégaoesophage.
31	Thorax. Abdomen	Mégaoesophage. Cardiomégalie. Dilatation gastrique avec la dyspnée.
32	Thorax	Cardiomégalie avec œdème aigu pulmonaire. Masse médiastinale crâniale. Métastases pulmonaires.
33	Thorax	Hémorragie pulmonaire.
34	Thorax	Bronchite chronique.
35	Thorax	Bronchite chronique avec atélectasie. Cardiomégalie suspectée
36	Thorax	Bronchite chronique. Bronchiectasie.
37	Thorax	Bronchite chronique. Atélectasie.
38	Thorax	Epanchement pleural.
39	Thorax. Os.	Epanchement pleural. Lésion médiastinale crâniale. Epanchement abdominal. Dégénérescence chondro-costale.
40	Thorax	Cardiomégalie. Œdème pulmonaire cardiogénique.
41	Abdomen	Diagnostic de gestation positif.
42	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéal. Discospondylite.
43	Abdomen . Os.	Diagnostic de gestation positif.
44	Abdomen	Lithiases urétrales et vésicales.

45	Abdomen	Splénomégalie.
46	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif
47	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif.
48	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif.
49	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif. Affection focale hépatique.
50	Abdomen	Hépatomégalie. Splénomégalie.
51	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif
52	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif
53	Abdomen	Epanchement abdominal.
54	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif.
55	Abdomen	Iléus mécanique compatible avec un corps étranger pyloro-duodéanal obstructif.
56	Abdomen	Néphropathie.
57	Abdomen	Hépatomégalie. Iléus paralytique modéré.

Banque de cas radiographiques classés par affection avec légendes, motif, description et interprétation



Simulation du support informatique à visée pédagogique à destination des étudiants vétérinaires de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Exemple à partir du Cas 19. Crédit photo service imagerie et service NAC ENVA

RESUME

AUTEUR : SWYGEDAUF Marine

TITRE : RADIOGRAPHIES COMMENTEES SUR LES PRINCIPALES AFFECTIONS CHEZ LE FURET

RESUME : Le furet, Nouvel Animal de Compagnie, est le 3^{ème} carnivore de compagnie en Europe. La médecine du furet se développe pour répondre à l'enjeu majeur de leur procurer des soins de qualité. La radiologie, technique d'imagerie souvent de première intention doit donc être maîtrisée.

Cette thèse a permis de créer une banque de 120 clichés radiographiques de furets atteints d'affections diverses, légendées, interprétées et classées par affections. Cette banque d'images fait partie d'un projet de support informatique pédagogique pour les étudiants de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse pour qu'ils s'entraînent à la lecture et l'interprétation d'un cliché radiographique chez le furet. La première partie présente les particularités biologiques et anatomiques du furet et la technique radiologique. La deuxième partie explique le projet et présente une partie des clichés. La troisième partie expose les difficultés rencontrées, les intérêts et limites de cette thèse.

MOTS CLES : FURET, MUSTELA PUTORIUS FURO, PATHOLOGIE, IMAGERIE MEDICALE, RADIOLOGIE

AUTHOR : SWYGEDAUF Marine

TITLE : COMMENTED X-RAY IMAGES OF THE MAIN DISEASES IN FERRETS

ABSTRACT: The ferret is an exotic pet and the third pet carnivore in Europe. Ferret medicine is therefore developing to meet the major challenge of providing them with quality care. Radiology, which is generally the imaging technique used first, must thus be mastered.

This thesis aims to create a bank of 120 x-ray images of ferrets with various diseases, captioned, described, interpreted and classified by disease; this being part of a project to design an educational software for veterinary students at l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Students would train in reading and interpreting x-ray images of ferrets. The first part presents briefly the radiology technique and the biological and anatomical specificities of ferrets. The second part of this study explains the project and presents some of the commented images. The third part explains the difficulties of implementation and the interests and limitations of this work for veterinary students.

KEYWORDS: FURET, MUSTELA PUTORIUS FURO, PATHOLOGY, MEDICAL IMAGERY, RADIOLOGY