



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

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-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 6127](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID/6127)

To cite this version :

Labarde, Claire. *Le radiodiagnostic de la hernie diaphragmatique chez le chat : revue d'imagerie*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2011, 123 p.

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

LE RADIODIAGNOSTIC DE LA HERNIE DIAPHRAGMATIQUE CHEZ LE CHAT : REVUE D'IMAGERIE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

LABARDE Claire

Née, le 1 juillet 1986 à STRASBOURG (67)

Directeur de thèse : M. Fabrice CONCHOU

JURY

PRESIDENT :

Mme BERRY Isabelle

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEURS :

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

MEMBRE INVITE

Cathy LAYSSOL LAMOUR

Docteur vétérinaire

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : M. A. MILON

Directeurs honoraires : M. G. VAN HAVERBEKE.
M. P. DESNOYERS

Professeurs honoraires :

M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE
M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	M. DORCHIES
M. C. PAVAU	M. EECKHOUTTE	
M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
M. A. RICO	M. CABANIE	
M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 2° CLASSE

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*

- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **TROGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

- M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
M. **DASTE Thomas**, *Urgences-soins intensifs*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*
Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Isabelle BERRY,

Professeur des Universités

Praticien hospitalier

Biophysique, Imagerie médicale

Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de thèse.

Avec toute ma gratitude et mes hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Fabrice CONCHOU,

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Imagerie médicale

Qui a accepté d'encadrer ce travail et de me guider tout au long de sa réalisation.

Encore merci pour vos conseils, votre patience et votre soutien en mes projets à l'étranger et d'internat.

En témoignage de ma sincère reconnaissance et mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Giovanni MOGICATO,

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Imagerie médicale, Anatomie

En remerciement de son enseignement et de sa présence dans le jury de thèse.

Sincères reconnaissances.

A Madame le Docteur Cathy LAYSSOL LAMOUR,

Praticien hospitalier à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Imagerie médicale

Qui nous fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.

Sincères remerciements.

A mes parents,

Les meilleurs parents du monde. Pour m'avoir donné la possibilité d'aller au bout de tous mes rêves et envies. Pour votre soutien sans faille et votre amour pendant toutes ces années. Ma réussite est également la vôtre et je vous en serai éternellement reconnaissante. A vous deux, merci de tout ce que vous avez fait pour moi.

A mes sœurs,

A nos rires mais également à nos disputes..... A nos voyages avec papa et maman à 27 et 24 ans...
A nos liens si forts, unies pour la vie. Je vous souhaite à toutes les deux la réussite et le bonheur que vous méritez.

A ma famille,

A mes mamies toujours là pour moi et à ma marraine Catherine qui m'a toujours soutenu depuis la plus tendre enfance. A tous mes cousins que j'adore et avec qui j'ai passé la meilleure des enfances dans la campagne perdue corrézienne, j'espère que malgré la distance, les liens resteront les mêmes. A tout le reste de ma grande famille, à nos repas à rallonge à s'en mettre plein le ventre pendant 8 heures et recommencer à manger une heure après...

A mes papis et pépé, partis trop vite, je sais que vous êtes fiers de moi. Je pense très fort à vous.

DEDICACES

A Lolo bip bop,

A nos discussions pendant des heures, à nos occupations abstraites, à notre amitié si forte. J'espère que malgré tes voyages au bout du monde, tu rentreras un peu en France pour venir me voir.

A Glémence,

The best colloc. A ta robe de chambre magique, à ton appétit de glouton, à ton pare-choc embouti réparé un an plus tard, au SUC EN POUUD, à ton LBA de folie et surtout à Morminooooo !!!! Don't change !!!

A Mathieu,

A mon grolloc préféré bis, pour tes trous de mémoire phénoménaux post boum, pour tes idées farfelues qui m'ont entraîné tant de fois à la ramée (écrevisse, lapin...), pour les effluves de peinture à 23h du soir dans la grotte, pour avoir dressé Groden à lécher tout ce qui bouge...

A Marion et Pauline,

Pour avoir franchi les différents paliers de la looze ensemble au Mexique, pour la Tlayuda, pour vos rires si harmonieux et tout simplement pour votre joie de vivre.

A Marie, Laurette, Popo, Angel, Romain, Lulu, Tom,

Pour toutes les soirées inoubliables (voire oubliables) passées en votre compagnie. Aux dissymétries de certains, aux vomis des autres, au Beer Pong....Vive l'Ile de la Raie, le congrès AFVAC Lyon tout simplement magique, « Portette d'Aspette ».... « On s'est fait des souvenirs pour toute la vie ».

Aux aiglones,

A nos victoires mais aussi aux défaites toujours dans la bonne humeur, à votre joie de jouer et de se retrouver à chaque entraînement, à notre périple à Paris et notre 3^{ième} place. Cela a été un réel bonheur de jouer avec vous durant ces quelques années. Aux entraîneurs des aiglones qui ont toujours cru en moi.....

A Lulu et Colette,

Pour tout ce qu'ils ont fait pour cette école et leur joie de vie quotidienne.

Aux internes, assistants et CC,

Pour cette année merveilleuse et enrichissante passée en votre compagnie.

A tous mes amis de l'ENVT,

A tous mes poulots, mes copromos et tous mes docs, à tous mes amis que j'aurai oublié, merci pour ces 6 années fabuleuses passées en votre compagnie.

A mes amis judokas,

A Jam, Audrey, Bernard, le staff de Poitiers et tous les autres. Pour nos périples aux quatre coins de la France et de la planète, à nos régimes affreux et drastiques, aux stages à l'INSEP où l'on servait de viande, à nos victoires, à notre amitié.

A mes amies footballeuses,
Unies dans la défaite....

Aux cliniques vétérinaires de Terrasson et Brive la Gaillarde,
Pour votre confiance lors des stages et premiers emplois, pour votre patience et votre pédagogie.

A mes chats,
Winnie, Stan mais surtout Canelle et Grimo el gato del diablo, je vous aime. CAT FOR EVER

A Corona, la crutte de nezzzzz.

A la grolloc,
A son mur indécent et scandaleux, à la grotte, aux toilettes schtroumfs, à Marcel le lave-vaisselle, à la machine à laver gratos, à la mycoplasmosse de la salle de bain, à la pelouse sans herbe....

Et enfin le meilleur pour la fin,

A Vincent,
A mon type qui me supporte depuis plus de trois ans, merci d'être là pour moi.

Et à tous ceux que j'aurai oubliés.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	2
Table des matières	7
Table des illustrations	11
Liste des abréviations	15
Introduction	17
PREMIERE PARTIE : La hernie diaphragmatique chez le chat	19
1. Définition de la hernie diaphragmatique	21
2. Classification des hernies diaphragmatiques	21
2.1. Les hernies diaphragmatiques acquises	21
2.2. Les hernies diaphragmatiques congénitales	23
3. Pathogénie des hernies diaphragmatiques	27
3.1. Rappels anatomiques	27
3.2. Mécanismes d'apparition	30
3.3. Les organes impliqués	31
DEUXIEME PARTIE : Les outils diagnostiques de la hernie diaphragmatique	33
1. Radiographie	37
1.1. Principe	37
1.2. Applications à la radiographie thoracique	41
2. Radiographie avec produits de contraste	43
2.1. Le sulfate de baryum	43
2.2. Les produits iodés	45
2.3. Protocoles de radiographies avec produits de contraste lors de hernie diaphragmatique	45
3. Fluoroscopie	49
4. Echographie	51
4.1. Principe	51
4.2. Applications à l'échographie thoracique	52
5. Aspect du diaphragme en radiographie et échographie	53
5.1. En radiographie	53
5.2. En échographie	57
TROISIEME PARTIE : Le radiodiagnostic des hernies diaphragmatiques	59
1. Les signes radiographiques généraux de hernie diaphragmatique	61
2. Le radiodiagnostic des hernies diaphragmatiques acquises	63
2.1. La présentation clinique	63
2.2. Les signes radiographiques de hernie diaphragmatique acquise	67
2.2.1. Utilisation de la radiographie sans produit de contraste	67
2.2.2. Utilisation de la radiographie avec produit de contraste	77
2.3. Les signes échographiques de hernie diaphragmatique acquise	83
3. Le radiodiagnostic de la hernie diaphragmatique péritonéo-péricardique	87
3.1. La présentation clinique	87
3.2. Les signes radiographiques de la hernie péritonéo-péricardique	90

3.2.1.	Utilisation de la radiographie sans produit de contraste	90
3.2.2.	Utilisation de la radiographie avec produit de contraste	95
3.3.	Les signes échographiques de la hernie péritonéo-péricardique	97
4.	Le radiodiagnostic de la hernie diaphragmatique hiatale	101
4.1.	La présentation clinique	101
4.2.	Les signes radiographiques de la hernie hiatale	102
4.2.1.	Utilisation de la radiographie sans produit de contraste	103
4.2.2.	Utilisation de la radiographie avec produit de contraste	106
4.3.	Les signes échographiques de la hernie hiatale	107
4.4.	Utilisation de la fluoroscopie	108
5.	Le radiodiagnostic de la hernie diaphragmatique pleuro-péritonéale	109
5.1.	La présentation clinique	109
5.2.	Les signes radiographiques de la hernie pleuro-péritonéale	110
5.2.1.	Utilisation de la radiographie sans produit de contraste	110
5.2.2.	Utilisation de la radiographie avec produit de contraste	113
5.3.	Les signes échographiques de la hernie pleuro-péritonéale	115
CONCLUSION/SYNTHESE		117
REFERENCES		123

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES :

Figure 1 : Représentation schématique de hernie hiatale de type I (a) et II (b) [36]	24
Figure 2 : Diaphragme du chien en vue crâniale [34]	28
Figure 3 : Anatomie du diaphragme [26]	29
Figure 4 : Représentation schématique d'une onde électromagnétique : oscillation couplée du champ électrique et du champ magnétique [11]	37
Figure 5 : Classification des ondes électromagnétiques en fonction de leur longueur d'onde, de leur fréquence ou de l'énergie des photons [11]	38
Figure 6 : Les 5 radio-densités en radiographie conventionnelle [11]	39
Figure 7 : Les différents contrastes du film radiographique [11].....	40
Figure 8 : Péritonéographie chez un chat normal [44]	47
Figure 9 : Aspect normal du diaphragme à la radiographie dorso-ventrale (a) et ventro-dorsale (b) et représentations schématiques du diaphragme en vue dorso-ventrale (c) et ventro-dorsale (d) [36]	55
Figure 10 : Aspect radiographique normal du thorax en radiographie latérale droit (a) et gauche (b) et représentations schématiques du diaphragme en vue latérale droite (c) et latérale gauche (d) [36]	56
Figure 11 : Image du diaphragme à l'échographie [36].....	57
Figure 12 : Image en miroir à l'échographie [36]	57
Figure 13. Radiographies profil D (a) et ventro-dorsale (b) d'un chat avec une hernie diaphragmatique traumatique [ENVT]	70
Figure 14 : Radiographie latérale d'un cas évoqué plus haut, présentant un uropéritoine (opacité liquidienne dans le thorax) suite au passage d'un rein dans la cavité thoracique [41]	72
Figure 15 : Radiographie de profil d'un chat présentant une dilatation aérique de l'estomac et une hernie diaphragmatique avec la présence d'anses intestinales dans le thorax [14].....	73
Figure 16 : Radiographie de profil d'un chat suite à un accident de la voie publique ou AVP présentant une dilatation liquidienne de l'estomac et la présence de structures remplies de gaz dans le thorax [14].....	74
Figure 17 : Radiographie latérale de chat. Noter la dilatation aérique de l'estomac associée à une hernie d'un lobe hépatique, de la rate et d'intestin [14]	75
Figure 18 : Radiographie d'un thorax d'un chat accidenté en vue latérale. Une masse d'opacité tissulaire apparait être l'estomac sur la radiographie sans préparation, ce qui est confirmé par l'utilisation de baryum, lors d'un transit baryté [38].....	78
Figure 19 : Radiographies en vue latérale et ventro-dorsale de chat avec hernie diaphragmatique. La péritonéographie permet de mettre en évidence le passage de produit de contraste dans le thorax et donc la présence d'une brèche dans le diaphragme [22]	80
Figure 20 : Une hernie diaphragmatique sur un chat. La sonde a été posée sur la paroi thoracique, afin d'obtenir une coupe transversale du cœur (H). Une structure parenchymateuse (L) se trouve entre le cœur et la paroi du thorax. Une étude doppler (image de droite) permet de mettre en évidence les vaisseaux hépatiques, permettant de diagnostiquer la hernie diaphragmatique [21].....	83
Figure 21 : FigA. Apparence normale du foie d'un chat sans rupture diaphragmatique. Le bord crânial du foie apparait régulier et apposé le long d'une ligne hyperéchogène régulière. Fig B. Apparence typique à l'échographie d'une rupture diaphragmatique, le foie s'étend crânialement jusqu'à la base du cœur, et a une limite crâniale irrégulière [39]	85
Figure 22 : Radiographie de profil d'un chat atteint de hernie péritonéo-péricardique mettant en évidence une silhouette cardiaque augmentée et ronde, avec élévation de la trachée et oblitération de la lumière œsophagienne. Des structures tubulaires remplies de gaz (intestins) se trouvent dans le sac péricardique [13].....	92
Figure 23 : Radiographie de profil d'un chat souffrant d'une hernie péritonéo-péricardique. Le péricarde apparait de volume augmenté. Cette radiographie seule ne permet pas de faire le différentiel entre hernie péritonéo-péricardique et épanchement péricardique [23].....	93
Figure 24 : Vue de face du même chat [23].....	94
Figure 25 : Echographie thoracique du chat présenté précédemment. L'échographie permet de confirmer la hernie péritonéo-péricardique en mettant en évidence le lobe latéral droit hépatique présentant un kyste hépatique [23].....	99
Figure 26 : Schéma explicatif de la hernie diaphragmatique [36].....	101
Figure 27 : Radiographie thoracique de profil d'un chat. La structure ovoïde dorso-caudale dans le thorax est le fundus stomacal [36].....	104
Figure 28 : Radiographie thoracique sous incidence latérale. On remarque la présence de la bulle stomacale (flèches) dans le thorax ainsi que la dilatation liquidienne et aérique œsophagienne crâniale [20].....	105

Figure 29 : Radiographie de face du même chat [20].....	105
Figure 30 : Radiographie thoracique de profil d'un chat. Le fundus stomacal apparait clairement en région dorso-caudale grâce au produit de contraste [19].....	106
Figure 31 : Radiographies profil droit (a) et dorso-ventrale (b) d'un thorax de chat [31]	111
Figure 32 : Radiographies de profil droit et dorso-ventrales d'un thorax de chat [29].....	114

TABLEAUX :

Tableau 1 : Résultats de trois études concernant les organes impliqués lors de hernie diaphragmatique [19], [26], [35].....	31
Tableau 2 : Durée de la vidange gastrique en fonction de la nature du repas chez le chien et le chat [11].....	46
Tableau 3 : Comparaison du protocole d'examen pour un transit baryté chez le chat et le chien [11].....	46
Tableau 4 : Signes cliniques de la hernie diaphragmatique chronique [26].....	64
Tableau 5 : Symptômes de hernie péritonéo-péricardique [4].....	88
Tableau 6 : Signes cliniques de hernie péritonéo-péricardique [31].....	89
Tableau 7 : Implication des organes abdominaux dans les hernies péritonéo-péricardiques [4].....	91
Tableau 8 : Rappel des signes radiographique de hernies diaphragmatiques en général.....	119
Tableau 9 : Rappel des signes radiographiques spécifiques des différents types de hernie diaphragmatique.....	121

LISTE DES ABREVIATIONS

AVP : Accident de la Voie Publique

KV : KiloVolt

MA : MilliAmpère

MAS : MilliAmpère Seconde

RX : Rayons X

INTRODUCTION

Les hernies diaphragmatiques sont des affections relativement fréquentes, notamment lors de trauma (AVP, chute...). On parlera alors de hernie diaphragmatique acquise. Il existe également des formes congénitales comme la hernie péritonéo-péricardique, la hernie hiatale et la hernie pleuro-péritonéale pour les plus connues. Les signes cliniques de cette affection sont variés, impliquant des signes respiratoires et/ou gastro-intestinaux voire peu ou pas de symptômes. Le recours à des examens complémentaires et en particulier à l'imagerie est donc primordial dans le diagnostic de certitude des hernies diaphragmatiques. La radiographie notamment, avec ou sans l'utilisation de produit de contraste et l'échographie, sont des outils précieux dans cette démarche diagnostique. Du fait de l'existence de plusieurs types de hernie diaphragmatique, ce diagnostic radiologique peut être parfois compliqué, sans connaissance solide en imagerie thoracique. Nous verrons, à l'aide de cette étude, les différents signes cliniques et radiographiques des différents types de hernie diaphragmatique chez le chat.

L'objet de cette thèse est d'offrir à un vétérinaire praticien une revue d'imagerie simple et complet de tous les types de hernie diaphragmatique afin d'apporter un outil diagnostique en pratique clinique quotidienne. Après avoir défini les différents types de hernie diaphragmatique et rappeler l'anatomie du diaphragme, nous reverrons les grands principes d'imagerie (radiographie avec/sans produit de contraste, échographie...) et l'aspect du diaphragme à l'aide de ces outils. Enfin, nous détaillerons précisément les signes cliniques et surtout radiologiques de chaque type de hernie diaphragmatique chez le chat. Nous réaliserons pour cela une revue des différentes études et des manuels déjà publiés en relation avec la hernie diaphragmatique chez le chat.

PREMIERE PARTIE :
La hernie diaphragmatique chez le chat

1. Définition de la hernie diaphragmatique

Le terme de « hernie diaphragmatique » est, selon Suter et Lord [43], imprécis. Il définit en fait différentes anomalies. En effet, certains organes abdominaux peuvent se déplacer dans la cavité thoracique sans la présence de brèche pathologique dans le diaphragme. C'est le cas du cardia de l'estomac ou d'une autre partie de celui-ci qui passe par le hiatus œsophagien lors de hernie hiatale par exemple. Dans le sens inverse, une discontinuité du diaphragme n'entraîne pas toujours le passage d'un organe d'une cavité à l'autre. On parlera donc ici de hernie diaphragmatique au sens large : il s'agit du passage d'un organe abdominal dans la cavité thoracique, au travers d'une ouverture pathologique ou physiologique.

2. Classification des hernies diaphragmatiques

On peut classer les hernies diaphragmatiques en deux types : les hernies diaphragmatiques acquises et les hernies diaphragmatiques congénitales. Dans la forme acquise, on retrouvera les hernies diaphragmatiques ayant pour cause un traumatisme. Les formes congénitales sont, quant à elles, nombreuses : hernie hiatale, hernie péritonéo-péricardique, hernie pleuro-péritonéale, hernie sub-sternale, hernie diaphragmatique pleurale, allant jusqu'à l'absence totale ou unilatérale de diaphragme. Ce dernier phénomène est rare mais plusieurs fois rapporté et souvent associé à d'autres anomalies viscérales.

Joest en 1921 [20] définit également la « vraie hernie diaphragmatique » (*hernia diaphragmatica vera*), dans le cas où l'organe hernié est contenu par un sac pleuro-péritonéal (ce qui est le cas le plus souvent par exemple lors de hernie diaphragmatique congénitale) ; à l'opposée, la hernie diaphragmatique fautive (*hernia diaphragmatica spuria*), dans laquelle l'organe est libre dans l'espace pleural [43].

2.1. Les hernies diaphragmatiques acquises

Les hernies diaphragmatiques acquises, liées à une rupture du diaphragme d'origine traumatique, sont des lésions extra-pleurales. La plupart des hernies de ce type sont des hernies « fausses », où l'organe est libre dans l'espace pleural. En effet, les organes herniés ne sont pas contenus dans une cavité herniée. La cause la plus courante de hernie diaphragmatique chez le chat est la chute de type « chat parachutiste ». Le diaphragme peut, lors de ce type de choc violent, se rompre sous l'effet de la brusque élévation de pression dans la cavité abdominale, non équilibrée par la cavité thoracique.

La littérature vétérinaire s'est de nombreuses fois penchée sur la possibilité de prédire les lieux de risque maximal d'apparition d'une brèche dans le diaphragme. Selon Brodey et al. en 1964[8], puis Wilson et al. en 1971[50], Kuhnt en 1974 [22] et enfin Carb en 1975[9], il n'est pas

possible de définir lequel des deux héli-diaphragmes a le plus de chance d'être touché. Selon ces auteurs, une hernie diaphragmatique pourra intervenir dans toutes les régions diaphragmatiques avec une plus forte incidence dans la zone musculaire périphérique. Les lésions prenant naissance dans cette zone musculaire s'étendent souvent jusque dans la zone tendineuse. On pourrait considérer que les zones contenant les hiatus œsophagien et aortique sont des zones de moindre résistance et pourtant, ces zones semblent moins touchées que la zone ventrale, au niveau de l'attachement musculaire aux côtes.

Selon Garson et al.[15], une rupture de l'héli-diaphragme gauche est sur-diagnostiquée par les cliniciens à l'étude radiographique. A l'inverse, Al-Nakeeb en 1959[1], Pommer en 1955[28] et Brasmer et al. en 1952[7] considèrent qu'il y a une réelle prédisposition à la rupture de l'héli-diaphragme gauche. Ils expliquent cela par le rôle de protection que jouerait le foie vis-à-vis de l'héli-diaphragme droit. Leur étude ne porte cependant que sur un faible nombre de cas. A l'inverse, d'autres auteurs affirment que la hernie diaphragmatique traumatique est plus courante à droite. Ils expliquent ce phénomène par la masse du foie qui, par son poids, va déchirer le diaphragme lors d'un choc violent.

Dans une étude de Minihan, Berg et Evans en 2004 [26], les auteurs proposent de différencier la hernie diaphragmatique « aigüe » de celle « chronique ». A leur sens, une hernie diaphragmatique peut être considérée comme chronique si un des trois critères suivant est vérifié :

- Un historique connu de traumatisme au moins 2 semaines avant la détection (et chirurgie).
- Des signes cliniques pouvant être associés à une hernie diaphragmatique dont la durée est d'au moins 2 semaines avant la détection (et la chirurgie).
- Des signes évidents de chronicité identifiés durant la chirurgie réparatrice.

2.2. Les hernies diaphragmatiques congénitales

Dans la plupart des hernies de ce type, les organes impliqués sont contenus dans un sac pleural ou de péritoine, ou les deux, de médiastin ou encore de péricarde. La position de ce type de hernie est celle des différentes zones de fusion du diaphragme embryologique. Donc, dans ce genre de hernie, la cavité pleurale ne contient pas d'organe libre. Ceci est un moyen de différenciation radiographique des deux types de hernie diaphragmatique.

Les critères de diagnostic d'une hernie diaphragmatique congénitale sont :

- Animal jeune ou nouveau-né, sans histoire de trauma.
- Changement observé dans des zones prédéfinies.
- Pas de signe d'inflammation ou de cicatrice au niveau de l'anneau herniaire.
- Parfois présence d'autres anomalies congénitales.

La plus courante des hernies diaphragmatiques congénitales est la hernie péritonéo-péricardique. Elle est également la plus répandue des affections péricardiques congénitales et un des défauts diaphragmatiques les plus fréquents chez le chat. Il s'agit de la présence de viscères abdominaux dans le sac péricardique. Cela ne peut être une hernie chez le chat car il n'y a aucune communication entre la cavité abdominale et le péricarde après la naissance. Le plus souvent, ces hernies sont localisées en région ventrale et sont dues à un mauvais attachement du diaphragme au niveau du processus xiphoïde. Beaucoup plus rarement, la brèche se situe au niveau du hiatus de la veine cave caudale. Ce défaut de développement du septum transverse est dû à une influence génétique mais peut également être imputé à des substances tératogènes. Il y aurait également une prédisposition chez le chat, due à un gène autosomal récessif. Une étude rétrospective de Banz et Gottfried [4] a également révélé des races à risque. Dans cette étude, les chats à long poil sont surreprésentés (Himalayen, Maine Coon, Persan, Domestic longhair). Dans une étude de Reimer, Kyles, Filipowicz et Gregory [31], ces observations concernant les races de chats surreprésentées sont confirmées, de plus, dans leur étude, les chats Domestic shorthair sont sous-représentés. Cependant, aucune prédisposition de sexe n'a été observée. Il semblerait de plus que les animaux soient le plus souvent âgés de 4 ans en moyenne chez le chat.

Il existe également la hernie hiatale. Elle est définie comme la protrusion de contenu abdominal au travers du hiatus œsophagien. Chez l'animal comme chez l'homme, le type de hernie hiatale de loin le plus courant est le type I ou hernie hiatale de glissement. Dans ce type de hernie, il s'agit du cardia qui va glisser au travers du hiatus œsophagien pour se retrouver dans le thorax. Cette pathologie est plus représentée chez le Domestic shorthair. Le type II est dit par roulement : c'est la grande courbure de l'estomac qui va s'engager le long de l'œsophage. Le type III est dit mixte, il s'agit d'une combinaison des types I et II. Enfin, le type IV, beaucoup plus sévère et rare, est le passage d'autres organes (rate ou autre) à travers le hiatus œsophagien. Cette affection est le plus souvent congénitale mais peut également être acquise, sous l'effet d'un choc violent comme tout autre hernie diaphragmatique sauf que dans ce cas, il n'y a pas de brèche pathologique dans le diaphragme mais juste l'engagement d'un organe abdominal dans le hiatus œsophagien. Cette hernie peut être due à deux phénomènes : une pression intra abdominale trop forte ou une détresse respiratoire sévère.

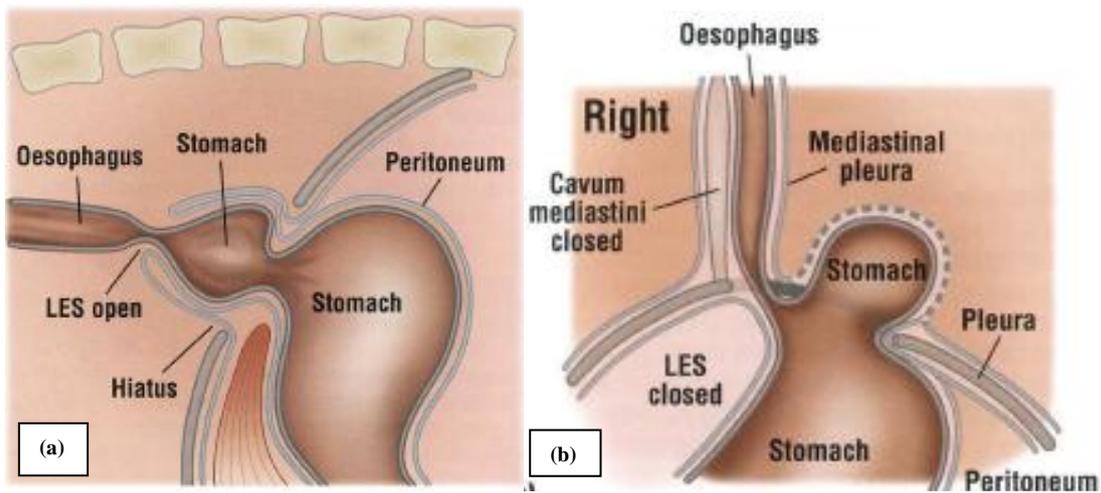


Figure 1 : Représentation schématique de hernie hiatale de type I (a) et II (b) [36]

Les hernies diaphragmatiques pleuro-péritonéales sont rares. Elles sont causées par un défaut de croissance du dôme diaphragmatique. La mise en place des tissus musculaires ne se fait pas normalement. En résulte la fermeture incomplète des canaux pleuro-péritonéaux (partie dorsale du diaphragme) ou l'absence des plis pleuro-péritonéaux au niveau de la musculature de la paroi thoracique. Dans le premier cas, la mort est en général rapide par insuffisance respiratoire. Dans le deuxième cas, la partie abdominale du diaphragme reste membraneuse au lieu de devenir un composant musculaire solide. Ce défaut dans le diaphragme peut entraîner le passage d'organes abdominaux, qui resteront alors contenus dans un sac formé par la plèvre diaphragmatique restée intacte.

Ce type de hernie est souvent diagnostiqué accidentellement et ne cause que très rarement des signes cliniques.

Une étude en 2004 [5] présente un cas atypique de hernie diaphragmatique non traumatique chez un chat Européen de 11 ans atteint d'hernie diaphragmatique ainsi que d'une hernie périnéale, associée à une asthénie cutanée. Il existerait 2 formes d'asthénie cutanée, une forme autosomale récessive appelée la dermatosparaxis, qui toucherait les chats Himalayen et Européen et une forme autosomale dominante, mortelle dans la forme homozygote. Cette affection entraînerait des hernies non traumatiques associées à des désordres héréditaires en collagène. Chez ce chat, la hernie diaphragmatique et la hernie périnéale seraient dues à une hyper laxité des tissus mous ou à une fragilité cutanée due à l'asthénie cutanée. Ce chat serait atteint de dermatosparaxis et ont été retrouvés lors de l'opération une hernie diaphragmatique où les lobes latéral droit, médial droit, caudal gauche hépatiques, l'estomac, le duodénum, le jéjunum, la rate et le mésentère avaient basculés dans l'hémi-thorax droit, sans signe de traumatisme.

3. Pathogénie des hernies diaphragmatiques

3.1. Rappels anatomiques

Pour bien comprendre la pathogénie de cette affection, il faut se pencher sur l'anatomie du diaphragme.

Le diaphragme est une paroi musculo-tendineuse tripartite séparant la cavité thoracique de la cavité abdominale. Cette paroi fait saillie dans le thorax sous la forme d'un dôme. La face thoracique est séparée de la plèvre par le fascia endothoracique ; la face abdominale est séparée du péritoine par le *fascia transversalis*. A sa périphérie, il est attaché à la face ventrale des vertèbres lombaires, aux côtes et au sternum. Les fibres sont orientées radialement tout autour d'un centre tendineux.

Le centre, partie tendineuse (*centrum tendineum*) du diaphragme, est ponctué de trois principales ouvertures qui permettent le passage des structures de la cavité thoracique à la cavité abdominale : le hiatus œsophagien, le *foramen venaecavae* et le hiatus aortique. La partie musculaire du diaphragme entoure cette partie tendineuse centrale, ses fibres radient dans toutes les directions. Cette partie est divisée en la *pars lumbalis*, qui est formée par les deux piliers du diaphragme, délimités par les trois foramens. Ces deux piliers sont plus épais et donc moins sujets à la rupture que le reste du diaphragme. Les autres parties : *pars costalis* de chaque côté et la *pars sternalis*, sont plus fines.

Le diaphragme se projette profondément dans la cavité thoracique et ses parties costales recouvrent la surface interne des dernières côtes. Un espace capillaire entre le diaphragme et la face interne des dernières côtes est ainsi formé : le *récessus phrenicocostalis*. Cet espace diminue en inspiration et s'accroît en expiration. Il existe le même type d'espace entre les vertèbres lombaires et le diaphragme : un *récessus bilatéral phrenicolumbalis*.

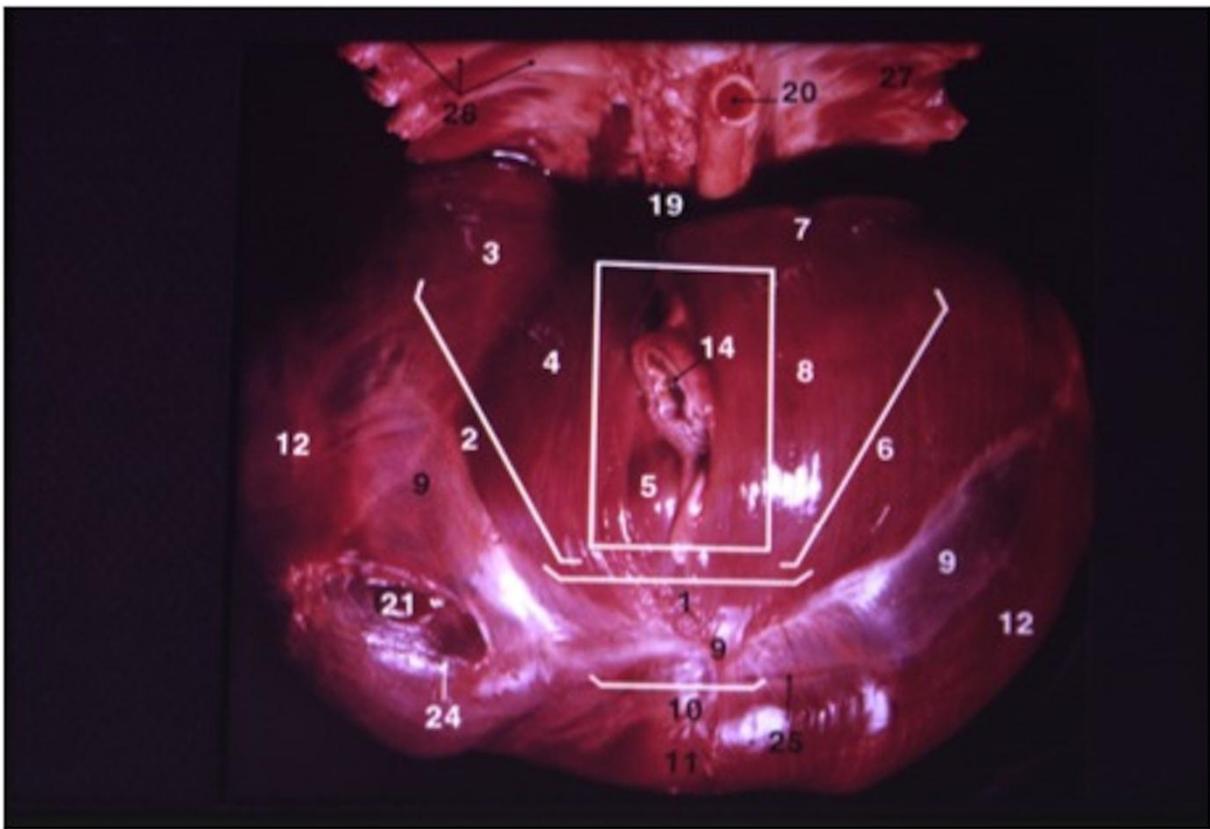


Figure 2 : Diaphragme du chien en vue crâniale[34]. 1. Partie lombaire. 2. Pilier droit. 3. Partie latérale du pilier droit. 4. partie intermédiaire du pilier droit. 5. Partie ventrale du pilier droit. 6. Pilier gauche. 7. Partie latérale du pilier gauche. 8. Partie intermédiaire du pilier gauche. 9. Centre tendineux. 10. Coupole diaphragmatique. 11. Partie sternale. 12. Partie costale

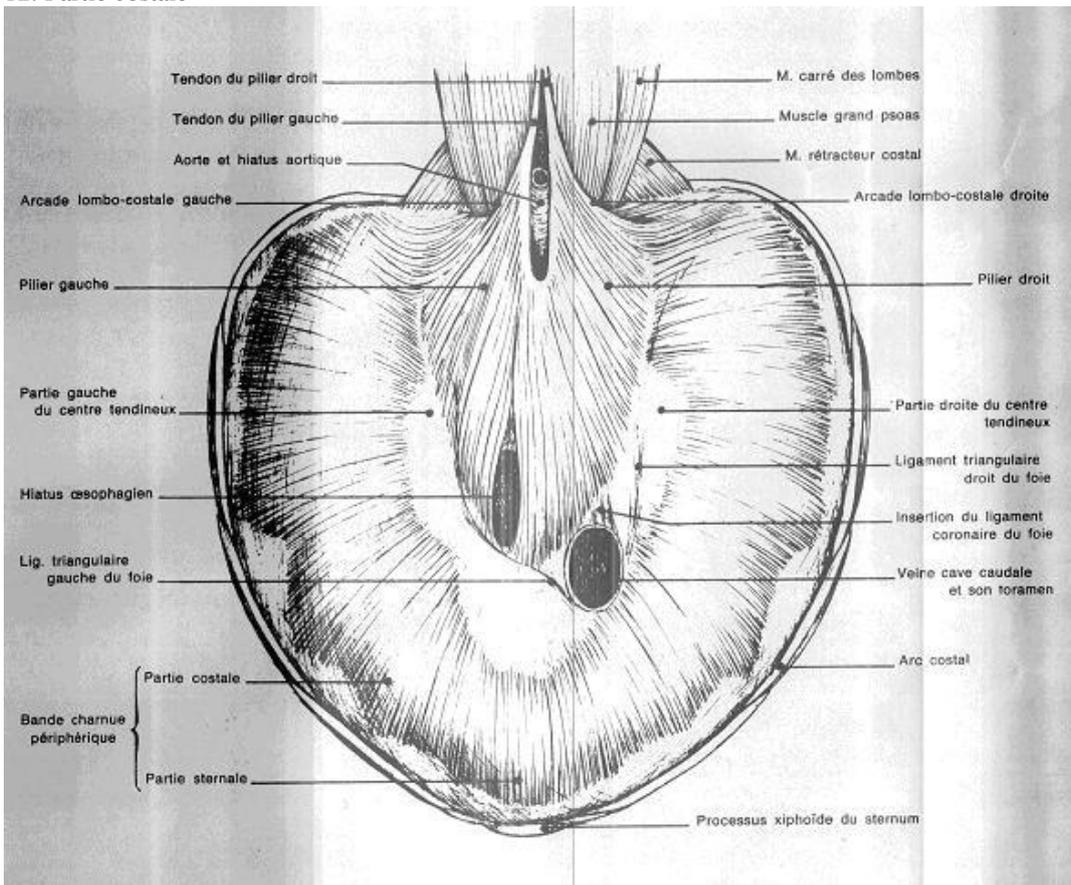


Figure 3 : Anatomie du diaphragme [26]

3.2. Mécanismes d'apparition

Les mécanismes seront différents selon que l'on a affaire à une hernie acquise ou congénitale :

- Dans le cas des hernies diaphragmatiques acquises, la brèche dans le diaphragme est causée par un choc qui va d'une part augmenter la pression intra abdominale jusqu'au point où le diaphragme ne peut plus contenir cette pression, ou par une pression chronique trop importante comme dans le cas de la gestation, ou encore par la projection d'un organe comme le foie contre le diaphragme lors de choc. Une fois cette brèche réalisée, la pression intra-thoracique inférieure à la pression atmosphérique lors de l'inspiration va permettre le passage d'un ou plusieurs organes abdominaux dans la cavité thoracique.
- Les hernies congénitales sont dues à une agénésie d'une portion du diaphragme ou à un défaut de fusion des deux parties du diaphragme primitif. En effet, le diaphragme primitif est composé de 4 parties : le septum transverse ventral, les plis pleuro-péritonéaux, le médiastin primitif (ou *mesoesophagus*) et la portion musculaire dérivée de la musculature tronculaire. Si ces quatre portions ou l'une d'elle ne se développe pas normalement, on peut voir apparaître différents types de hernies diaphragmatiques. La hernie hiatale est d'origine complexe et pas encore totalement expliquée. Les changements à l'origine de cette hernie incluent : un changement de l'angle d'insertion de l'œsophage dans l'estomac, des changements anatomiques du canal hiatal et du ligament phrénéo-œsophagien, des désordres de motilité de l'œsophage ou encore des désordres d'ordre respiratoire, neurologique ou neuromusculaires sous-jacents.

3.3. Les organes impliqués

Différents organes sont susceptibles de passer de la cavité abdominale vers la cavité thoracique. Selon une étude de Hyun de l'Université de Queensland [19] (étude 1) portant sur 60 cas de hernies diaphragmatiques traumatiques, dans 68% des cas, plusieurs organes sont impliqués. L'organe le plus souvent mis en cause est le foie, dans 85% des cas (jusqu'à 96% en ce qui concerne les hernies à droite). L'estomac arrive en second, mais est impliqué dans 95% des cas si la brèche dans le diaphragme se trouve à gauche (contre 17% si elle est à droite). Dans une autre parution, Minihan, Berg et Evans [26] s'intéressent à 34 chiens et 16 chats atteints de hernies diaphragmatiques chroniques entre 1987 et 1996 (étude 2). Ils présentent des résultats plus complets. Une troisième étude vient compléter ces deux dernières. Elle concerne 34 cas de chats ayant une hernie diaphragmatique traumatique entre 1991 et 2001 (étude 3) [37]. Les résultats de ces trois études sont exposés dans le tableau suivant (cf tableau 1).

	Plus ieurs organes		Inte- siti- on- grê- le	Om- en- tu- m		Es- to- m- ac	V- é- s- i- c- u- l- e- b- i- l- i- a- i- r- e		P- a- n- c- r- é- a- s	
	68 %									
	72 %		56 %	44 %		50 %	6 %		25 %	
			47 %	44,1 %		50 %	8,8 %		8,8 %	

Tableau 1 : Résultats de trois études concernant les organes impliqués lors de hernie diaphragmatique (C. Labarde d'après [19], [26], [35])

On remarque que les anses intestinales de gros diamètre sont plus rarement impliquées dans une hernie diaphragmatique. Cela s'explique du fait de leurs attaches mésentériques courtes.

Les organes impliqués dans les hernies diaphragmatiques congénitales seront les mêmes et dépendent de leur propre mobilité et de leur proximité de la brèche dans le diaphragme.

Dans le cas de la hernie hiatale, l'organe de loin le plus couramment hernié est l'estomac. Le foie, les intestins ou encore la rate pourront l'être aussi mais plus rarement.

Les reins peuvent être impliqués dans les hernies diaphragmatiques à condition que leurs attaches à la paroi abdominales soient inexistantes ou rompues. C'est ce que rapporte Marolf dans un article [24] : un chat présenté pour anorexie, vomissement et constipation, sur lequel a été diagnostiquée une hernie diaphragmatique impliquant le rein droit seulement. La parution de Stork [41], vient s'ajouter à cette première, il présente le cas rare d'un urothorax successif à une hernie du rein gauche dans la cavité thoracique.

Selon Milnes en 1954 [25], lors de la gestation, l'utérus gravide, gros et alourdi peut basculer dans le thorax lors d'une hernie diaphragmatique.

DEUXIEME PARTIE :
Les outils diagnostiques de la hernie diaphragmatique

La radiographie joue un rôle important dans le diagnostic de la hernie diaphragmatique et apporte des informations concernant la localisation, l'étendue de la brèche diaphragmatique, le contenu ainsi que les probables complications associées à la hernie. Si un diagnostic ne peut être confirmé à l'aide de la radiographie, l'échographie et/ou une autre technique d'imagerie peuvent être employées afin d'apporter des informations supplémentaires. Les autres techniques sont l'utilisation de produit de contraste par voie orale (sulfate de baryum par exemple), la fluoroscopie, le retrait du fluide d'épanchement pleural suivi d'une autre série de radiographies ainsi que la péritonéographie par contraste positif. D'autres techniques ont été documentées (pleurographie par contraste positif, portographie, cholécystographie, angiocardigraphie, angiographie, cardiographie non sélective) mais leur utilisation est rare et difficiles à appliquer [44].

1. Radiographie

1.1. Principe [11]

Les rayons X (RX) ont été découverts fin du XIX^{ème} siècle par un physicien allemand, Wilhelm Conrad Roentgen. Ils ont été rapidement utilisés à des fins médicales, grâce à de nombreuses applications telles que la radiographie ou encore l'angiographie.

Les rayons X appartiennent à la famille des rayonnements électromagnétiques comme les ondes radios, les rayons γ ou la lumière.

Les rayonnements électromagnétiques peuvent être modélisés de 2 manières :

- **Selon le modèle de l'onde électromagnétique** : Ensemble de deux champs, électrique et magnétique, à oscillations perpendiculaires qui se propagent simultanément dans une direction donnée dans le vide ou dans la matière. Dans le vide, l'onde électromagnétique se propage à la vitesse de la lumière.

L'analyse spectrale permet de décomposer cette onde en ondes monochromatiques de longueurs d'onde λ et fréquences différentes ν .

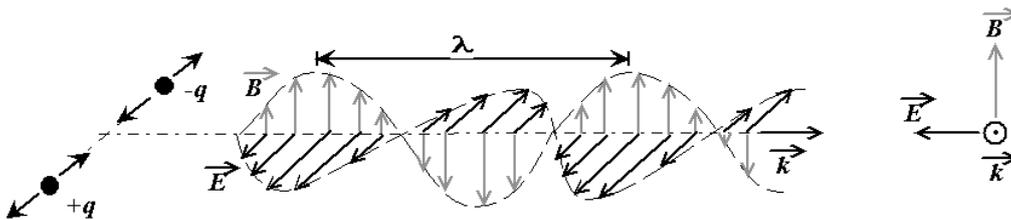


Figure 4 : Représentation schématique d'une onde électromagnétique : oscillation couplée du champ électrique et du champ magnétique [11]

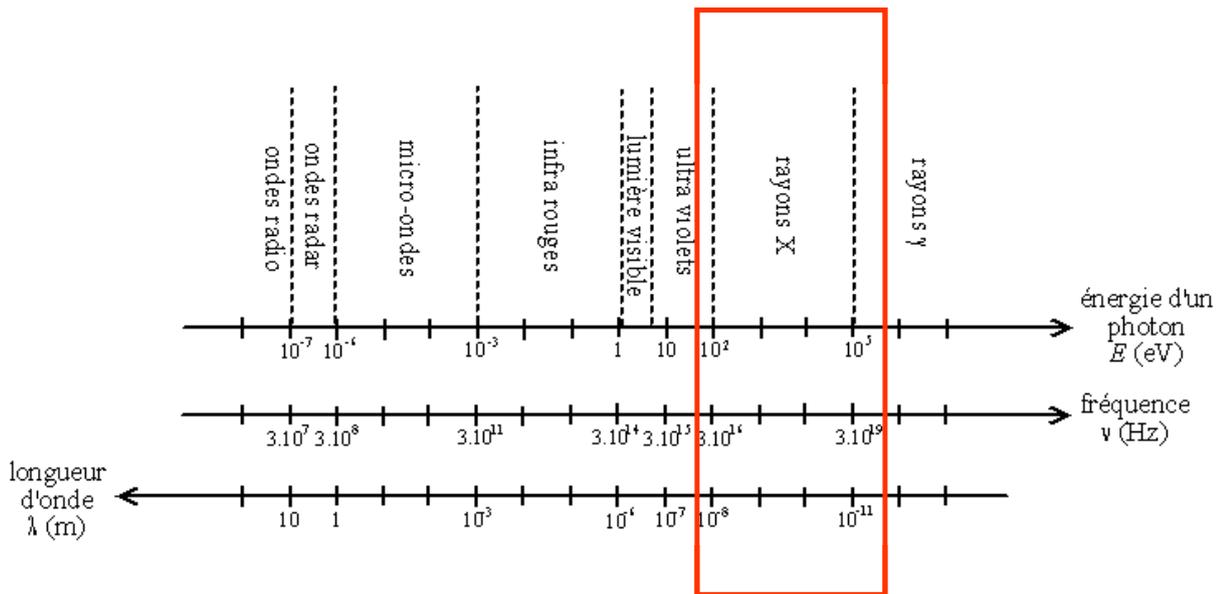
- **Selon le modèle du photon** : la mécanique quantique associe à une radiation électromagnétique monochromatique, un corpuscule de masse nulle ou particule élémentaire nommé photon dont l'énergie est :

$$E = h \nu$$

où h est la constante de Planck. E est l'énergie exprimée en eV ($= 1.6 \cdot 10^{-19}$ J) et ν est la fréquence en Hertz.

Ainsi, en physique, la **dualité onde-particule** soutient que la lumière et la matière présentent simultanément des propriétés d'ondes et de particules. Ce concept fait partie des fondements de la mécanique quantique.

Le spectre électromagnétique est la décomposition d'un rayonnement électromagnétique en fonction de sa longueur d'onde, ou, de manière équivalente, de sa fréquence ou de l'énergie de ses photons.



Figure

5 : Classification des ondes électromagnétiques en fonction de leur longueur d'onde, de leur fréquence ou de l'énergie des photons [11]

Nous voyons ainsi que les rayons X sont des rayonnements électromagnétiques de longueur d'onde plus courte que la lumière et plus énergétiques que la lumière. A ce titre, du fait de leur énergie supérieure à 10 kV, **les rayons X sont des rayonnements ionisants** et sont, à ce titre, considérés comme dangereux. Ils sont alors capables de créer des ions positifs et donc d'entraîner des effets délétères sur les cellules puis les tissus du corps humain. Ce qui explique alors que l'utilisation des RX est encadrée par une réglementation stricte dans le cadre de la radioprotection.

Afin de réaliser un cliché radiographique, trois paramètres doivent être réglés pour l'émission de RX :

- La tension (kiloVolts ou kV). Elle est liée à la notion de densité ou degré de noircissement et de contraste ou différence visible entre 2 structures de radio-densités différentes sur l'image radiographique.
- L'intensité (milliAmpères ou mA). Elle est liée à la notion de densité radiographique sur l'image radiographique.
- Le temps de pose (secondes ou s). Elle est liée à la notion de densité radiographique et de netteté sur l'image radiographique.

L'intensité et le temps de pose sont souvent regroupés (mAs).

En radiographie conventionnelle, nous distinguons cinq types d'opacités radiographiques, qui sont de la plus radio-transparente à la plus radio-opaque :

- Gazeuse (air) : Radio-opacité noire.
- Graisseuse : Radio-opacité grise foncée.
- Liquidienne (tissulaire) : Radio-opacité grise moins foncée.
- Osseuse (calcique) : Radio-opacité grise claire.
- Métallique (sulfate de baryum et iode comme produits de contraste) : Radio-opacité blanche.

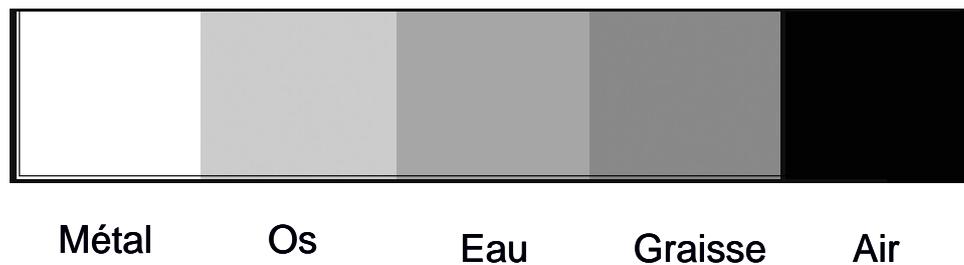
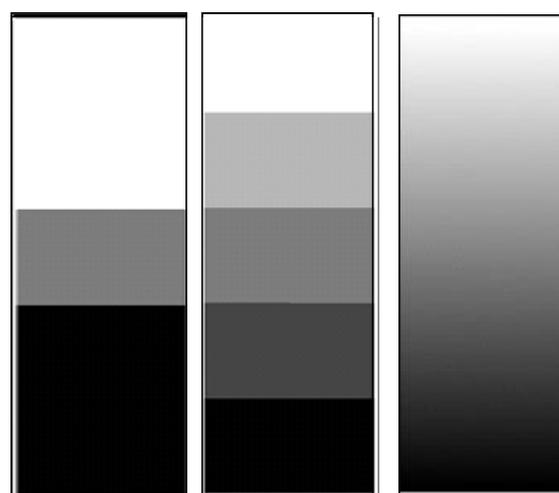


Figure 6 : Les 5 radio-densités en radiographie conventionnelle [11]

Pour apprécier la qualité technique d'un cliché radiographique, il faut évaluer :

- En premier lieu, l'exposition ou densité optique du film radiographique. La densité est le degré de noircissement de l'image. C'est ce qui est regardé en premier. Si le cliché est trop blanc on dit qu'il est sous-exposé, s'il est trop noir il est surexposé.
- Le contraste radiographique ou la différence visible entre deux structures de radio-opacité différente. Autrement dit, c'est l'aptitude à pouvoir distinguer de fins détails sur l'image radiographique.



Contraste fort Contraste moyen Contraste faible
Figure 7 : Les différents contrastes du film radiographique [11]

- Le positionnement, le centrage et le cadrage.

- La netteté, en relation avec un éventuel flou cinétique.
- La phase respiratoire (en particulier, fin d'inspiration pour un cliché thoracique).

1.2. Applications à la radiographie thoracique [11]

Dans le cas d'une radiographie thoracique, on cherche à :

- Diminuer le contraste, car le milieu est naturellement fortement contrasté : On augmente donc les kV.
- Diminuer le flou cinétique : on diminue donc le temps de pose (s) car le thorax est en mouvement perpétuel.

On utilise une grille anti-diffusante pour des structures à radiographier, en particulier le thorax, supérieures à 10 cm et la radiographie serait faite sans grille, « en direct » pour des structures à radiographier inférieures à 10 cm. En ce qui concerne le chat, les radiographies thoraciques s'effectuent donc sans grille.

Le choix des écrans renforçateurs est fondamental pour l'obtention d'un cliché radiographique du thorax. Les films radiographiques sont peu sensibles aux RX mais très sensibles à la lumière émise dans le spectre visible.

Un écran renforçateur amplifie les images contenues dans l'image de rayonnement (RX porteurs de l'objet traversé), grâce à des structures luminescentes émettant de la lumière sous l'action des RX.

Trois caractéristiques sont définies pour les écrans : **la vitesse** (écran lent ou 100 à écran rapide ou 400), **le pouvoir de résolution** ou l'aptitude à reproduire de fins détails et **le spectre de rayonnement**. Plus la vitesse de l'écran augmente, plus le pouvoir de résolution diminue. Or, sur une radiographie thoracique nous souhaitons visualiser du « fin détail », c'est-à-dire la trame bronchique et vasculaire pulmonaire donc si on utilise des écrans rapides, nous perdons alors toute cette information précieuse. **Faire une radiographie thoracique, c'est utiliser des écrans lents (vitesse 100 ou inférieure) voire des écrans médiums (vitesse 200) qui est un compromis très acceptable quel que soit le format de l'animal.**

Si l'on choisit des écrans lents, il convient que la puissance du générateur soit suffisante ; en effet, la puissance du générateur doit être au minimum de 20 kW pour pouvoir utiliser des écrans lents.

Enfin, le film radiographique choisi doit être en parfaite adéquation avec le spectre de lumière émis par l'écran renforçateur : par exemple, les écrans composés de Terres rares/Lanthanides émettent de la lumière verte/jaunes, ainsi il est nécessaire que le **film choisi soit sensible à la bonne gamme de couleur émise.**

La radiographie thoracique sera orientée selon les recommandations internationales:

- Sur une radiographie de profil, la tête de l'animal est toujours sur notre gauche et la queue à droite.

- Sur une radiographie de face, la tête est en haut, la queue en bas, la droite de l'animal est à notre gauche et la gauche de l'animal à notre droite (qu'il soit en décubitus dorsal ou en décubitus ventral).

Le contrôle de la qualité se fait grâce à différents paramètres :

- Densité : Les espaces intervertébraux doivent être peu ou pas visibles en avant du cœur et bien visibles après le cœur (en regardant de gauche à droite). Les vertèbres doivent apparaître sous-exposées donc très blanches.
- Contraste : Les côtes (opacité osseuse) superposées au cœur doivent être à peu près de même radio-opacité que le cœur (opacité liquidienne).
- Positionnement : La radiographie doit être centrée sur le cœur pour avoir le thorax dans son ensemble. Pour éviter les effets de rotation, en vue de profil, les côtes doivent être alignées les unes sur les autres et sur la vue de face, le rachis doit être superposé au sternum et ne former qu'un seul axe.
- Netteté : Le contour des côtes doit être net.
- Le cliché doit être pris en fin d'inspiration inspiratoire, c'est-à-dire sur une vue de profil, le bord dorsal des lobes pulmonaires caudaux doit aller jusqu'à la 12^{ième}-13^{ième} vertèbre thoracique voire la première vertèbre lombaire chez le chat et sur la vue de face, les lobes pulmonaires doivent aller jusqu'à T10 ou T11 pour le chat et le chien.

2. Radiographie avec produits de contraste [11]

Le principe de la radiographie avec produit de contraste est de délimiter un organe ou un système d'organes des tissus mous alentours, possédant souvent la même radio-opacité, dû au signe de la silhouette positive. Ceci est notamment très utile pour déterminer la taille, la forme, la position et la localisation d'un organe. Les informations obtenues grâce à cette technique complètent ou confirment les informations obtenues avec la radiographie sans produit de contraste. La radiographie avec produit de contraste doit rester un complément de la radiographie sans produit de contraste.

Avec produit de contraste, les zones d'intérêt apparaissent soit radio-opaques, soit radio-transparentes. Les agents de contraste positif apparaissent plus radio-opaques que les tissus environnants contrairement aux agents de contraste négatif qui apparaissent plus radio-transparentes. En contraste négatif, c'est de l'air ambiant qui est administré. Ce type de contraste n'est pas utilisé pour le diagnostic de la hernie diaphragmatique. Il en est de même pour la radiographie à double contraste.

En contraste positif, les 2 types d'agents utilisés sont le sulfate de baryum et les produits iodés hydrosolubles.

2.1. Le Sulfate de Baryum [11]

Le sulfate de baryum se présente sous la forme d'une poudre blanche cristalline insoluble dans l'eau, on l'utilise donc sous la forme d'une suspension aqueuse ou d'une pâte qui n'est ni absorbée, ni digérée par l'animal, et qui de plus, présente une bonne adhésion à la muqueuse intestinale : c'est un produit de choix pour l'examen du tube digestif, de l'œsophage jusqu'au rectum.

Deux voies d'administration sont possibles :

- Par voie orale, dilué ou tel quel par prise spontanée, ou mélangé à la nourriture, ou encore administré par sonde gastrique. C'est par cette voie que le sulfate de baryum sera utilisé dans le diagnostic de hernie diaphragmatique.
- Par voie rectale, où on réalise en fait un lavement baryté, à l'aide d'une sonde anale, avec ou sans anesthésie.

Il existe cependant plusieurs contre-indications :

- Il ne faut pas administrer de sulfate de baryum si l'on suspecte une perforation intestinale, car la substance va sortir du tube digestif et se retrouver dans la cavité abdominale ce qui peut provoquer une réaction inflammatoire violente et relativement grave.
- Il existe également un risque de fausse déglutition, si du sulfate de baryum passe dans l'appareil respiratoire, cela va boucher les ramifications des bronchioles, entraînant une

fibrose alvéolaire puis une bronchopneumonie qui peut être fatale. Il ne faut donc pas hésiter à tranquilliser l'animal et à avoir recours à l'utilisation d'une sonde œsophagienne.

- Le temps de trajet de l'estomac au colon est long, de 3 heures à plusieurs heures.

2.2. Les produits iodés [11]

Il existe deux types de produits iodés : ils peuvent être ioniques ou non ioniques. Les produits iodés ioniques sont hyper-osmolaires par rapport à l'organisme donc plus agressifs et ne sont en général pas utilisés pour l'examen de l'appareil digestif.

Les produits de contraste iodés peuvent être administrés de diverses manières :

- Par voie intraveineuse.
- Par voie intrathécale.
- Par voie artérielle.

Il existe cependant quelques contre-indications :

- Dans le cas de déshydratation car les produits iodés stimulent les osmo-récepteurs provoquant une augmentation de la diurèse et donc une aggravation de la déshydratation.
- Dans les cas d'insuffisance cardiaque car les produits iodés provoquent une hypotension.
- Il existe des sensibilités individuelles vis-à-vis de l'iode.

2.3. Protocoles de radiographies avec produits de contraste lors de hernie diaphragmatique [11]

Ainsi, il existe des protocoles de radiographie avec produits de contraste pouvant être utiles dans le diagnostic de hernie diaphragmatique :

Le transit baryté est réalisé par la prise de radiographies successives de l'abdomen/thorax, après introduction de produit de contraste dans le tube digestif.

La vitesse de la vidange gastrique et du transit gastro-intestinal dépend de la consistance du repas.

Caractéristiques du repas	Temps de vidange
----------------------------------	-------------------------

Sulfate de baryum liquide	Chien : 1-2 heures Chat : inférieur à 1 heure
Nourriture liquide	4 heures
Nourriture sèche	7-15 heures

Tableau 2 : Durée de la vidange gastrique en fonction de la nature du repas chez le chien et le chat [11]

On utilise pour cet examen une suspension de sulfate de baryum liquide à 30%, composée de particules de petite taille. La posologie habituellement utilisée est de 12 à 16 mL/kg pour les chats, de 8 à 15 mL/kg pour les chiens (8 mL/kg pour un chien de grand format et 15mL/kg pour un chien de petit format). Une des erreurs techniques les plus fréquentes consiste à sous-estimer la quantité de produit de contraste nécessaire.

Des clichés radiographiques seront ensuite effectués à différents moments, avec deux incidences radiographiques : un profil droit et une face.

Temps chien	Temps chat
Avant administration	Avant administration
Immédiatement	Immédiatement
20 minutes	15 minutes
1 heure	45 minutes
1 heure 1/2	1 heure
2 heures	

Tableau 3 : Comparaison du protocole d'examen pour un transit baryté chez le chat et le chien [11]

La péritonéographie est indiquée lors de suspicion de hernie diaphragmatique ou para-costale.

Il est conseillé de réaliser cet examen sur un animal qui est correctement hydraté.

Un produit de contraste iodé ionique peut être utilisé. La posologie recommandée est de 1 à 1,5 mL/kg à une concentration de 400 mg/mL. Il est conseillé de réchauffer le produit de contraste avant l'injection.

Après avoir préparée chirurgicalement la partie ventrale de l'abdomen pour la ponction, une aiguille est introduite dans la cavité péritonéale sur la ligne blanche. Le produit de contraste est injecté doucement. Pour obtenir une bonne répartition du produit de contraste, il est conseillé de surélever successivement l'arrière train et le thorax, et de changer la position de l'animal (décubitus droit et gauche). Des radiographies de profil et de face de l'abdomen sont ensuite réalisées. Le produit de contraste est rapidement (15 à 20 minutes) absorbé par le mésentère et éliminé par voie rénale.

Le produit de contraste diffuse rapidement autour des organes abdominaux. La présence de produit de contraste dans le thorax est le signe d'une hernie diaphragmatique. Cependant, le plus souvent, le diagnostic est fondé sur l'absence de produit de contraste sur la face abdominale du diaphragme et autour des lobes du foie [44].



Figure 8 : Péritonéographie chez un chat normal. Le produit de contraste injecté dans la cavité péritonéale, souligne les organes abdominaux et le diaphragme. Aucune trace de produit de contraste n'est visible dans la cavité thoracique [44]

3. Fluoroscopie [11]

La fluoroscopie est une modalité d'imagerie qui permet d'obtenir une image radiologique dynamique du patient. La fluoroscopie est à la radiographie ce que le cinéma (ou la vidéo) est à la photographie. Cet outil diagnostique présente de nombreuses applications que l'on peut résumer en trois grandes catégories : observer des mouvements d'organes internes et/ou le cheminement d'un produit de contraste (transit baryté), obtenir une image instantanément lorsque le temps est un facteur important (visualisation du produit de contraste lors de la réalisation d'une myélographie) et enfin comme aide au positionnement. Elle est le plus utilisée dans le diagnostic de hernie diaphragmatique congénitale, et plus particulièrement, pour les hernies hiatales.

4. Echographie

4.1. Principe [11]

L'échographie est un mode d'imagerie non invasif dont le fonctionnement est basé sur la propagation d'ondes ultrasonores qui ont une fréquence comprise entre 1 et 20 mégahertz et sont donc inaudibles par l'oreille humaine (détection maximale de 1,5 mégahertz).

Les ondes ultrasonores sont générées à partir d'un transducteur par l'intermédiaire du cristal piézo-électrique qu'il contient : à partir d'une différence de potentiel sur ses faces, le cristal entre en vibration et génère un train d'ondes ultrasonores.

Les ondes ultrasonores générées par la sonde vont traverser les différents tissus de l'organisme, y subir des modifications (réflexion, réfraction) et être renvoyées vers la sonde où elles seront traduites par un signal électrique pour être ensuite analysées.

Les sondes les plus récentes contiennent un grand nombre de cristaux miniatures qui fonctionnent en déphasage électronique : ce sont les sondes à balayage électronique qui offrent une image de qualité nettement supérieure à celle obtenue avec une sonde à balayage mécanique.

Différents réglages sont nécessaires à la réalisation d'une bonne image à l'écran. Sont contrôlés :

- La profondeur d'exploration : il s'agit de jouer sur la profondeur pour atteindre le foie par exemple.
- La focalisation : il s'agit de modifier la distance focale afin d'obtenir la meilleure résolution possible. En effet, les ultrasons émis par la sonde ont tendance à naturellement converger puis à diverger. Lors du rétrécissement, la puissance est maximale et la résolution y est meilleure. La distance focale correspond à la distance entre la sonde et la zone de rétrécissement du faisceau.
- La fréquence de la sonde : on rappelle, que plus la fréquence est élevée moins le faisceau pénètre profondément et donc subit moins d'atténuation dans les tissus. Ainsi la résolution en contraste sera supérieure comparée à l'utilisation d'une basse fréquence.
- Le gain : correspond à l'intensité de la brillance observée à l'écran.

L'hyperéchogénicité et l'hypoéchogénicité sont la faculté pour un tissu à renvoyer l'onde ultrasonore de l'échographe plus fortement ou plus faiblement en fonction de la texture de ce tissu. Une structure sera dite anéchogène lorsqu'elle ne renvoie pas d'écho. Du noir sera alors observé à l'écran. Deux structures seront qualifiées d'isoéchogènes lorsqu'elles présenteront la même échogénicité l'une par rapport à l'autre. Une structure est hypoéchogène par rapport à une autre lorsqu'elle renverra moins d'échos et apparaîtra alors plus grise sur l'écran. De même, une structure

est hyperéchogène par rapport à une autre lorsqu'elle renverra plus d'échos et apparaîtra plus blanche sur l'écran.

4.2. Applications à l'échographie thoracique [11]

En général, l'animal est placé sur le dos ou debout sur ses quatre pattes. Grâce à des coupes en deux dimensions, dans les différents plans, on peut se représenter mentalement les structures internes en trois dimensions.

Le thorax peut être examiné en utilisant une fenêtre intercostale standard décrite pour l'échocardiographie ou bien tout autre espace intercostal ou aire sub-costale en fonction de la zone à étudier. La tonte et la pose de gel sur la peau sont indispensables à la préparation de l'échographie. En général, une sonde de type sectorielle est plus appropriée pour une approche intercostale. Le positionnement de l'animal dépend de la localisation de la lésion suspectée, du statut de l'animal et de la présence d'épanchement pleural. Cependant, pour le diagnostic des hernies diaphragmatiques, la plupart des auteurs conseillent d'utiliser une sonde de 5.0 à 7.5MHz par voie trans-hépatique, proche du processus xiphoïde, où le faisceau de rayon sera perpendiculaire au diaphragme. Il faudra alors faire attention aux images en miroir (et notamment du foie).

Un des avantages de l'échographie lors de diagnostic de hernie diaphragmatique est que son utilisation ne nécessite pas le recours à l'anesthésie, contrairement à certaines techniques comme la péritonéographie par contraste positif. De même, lors de brèche diaphragmatique très petite avec peu de déplacement des organes abdominaux, la radiographie sans produit de contraste ne révélera aucune anomalie tandis que l'échographie permettra de diagnostiquer une hernie diaphragmatique.

5. Aspect du diaphragme en radiographie et échographie

5.1. En radiographie [44]

Le diaphragme forme la limite caudale du thorax. A la radiographie, juste une petite portion du diaphragme peut être visualisée. Elle apparaît comme une structure fine, convexe, d'opacité tissulaire, s'étendant dans une direction crânio-ventrale. Sa visualisation à la radiographie dépend en très grande partie des structures adjacentes, possédant une opacité différente. La surface du diaphragme est notamment visible lorsque les poumons sont remplis d'air et en contact du diaphragme, en phase d'inspiration. Il faudra donc réaliser le cliché en phase d'inspiration. Une large portion de sa surface abdominale n'est pas visible due au signe de la « silhouette positive » avec le foie (possède quasi la même radio-opacité) et l'estomac, qui lui sont adjacents. La partie abdominale ventrale du diaphragme est visible en vue latérale quand de la graisse est présente au niveau du ligament falciforme. La partie dorsale du pilier diaphragmatique gauche et la paroi

gastrique apparaissent comme une seule structure linéaire quand du gaz est présent au niveau du cardia gastrique.

Les structures diaphragmatiques facilement visualisables par radiographie sont les hémicoupoles diaphragmatiques gauche et droite, la fente inter-crurale et la coupole. D'autres structures peuvent également être observées telles que la veine cave caudale, l'aorte, l'œsophage et le médiastin ventral caudal.

En décubitus latéral droit, les deux hémicoupoles apparaissent parallèles entre elles tandis qu'en décubitus latéral gauche, elles se croisent dans la plupart des cas.

L'aspect radiographique du diaphragme en vues dorso-ventrale et ventro-dorsale varie selon le cadrage du faisceau de rayons X. Il peut apparaître comme une seule, deux ou trois structures en forme de dôme. Les trois structures représentent les deux hémicoupoles et le corps du diaphragme. Un diaphragme avec un seul dôme est observé en projection ventro-dorsale lorsque le faisceau de rayons X est centré au niveau de l'abdomen moyen ou en projection dorso-ventrale lorsque le faisceau de rayons X est centré au niveau du thorax moyen. Deux ou trois structures diaphragmatiques en dôme sont visualisées lorsque l'animal est en position ventro-dorsale et que le faisceau de rayons X est centré sur le thorax moyen ou en projection dorso-ventrale lorsque le faisceau de rayons X est centré sur l'abdomen moyen. En vues ventro-dorsale et dorso-ventrale, le sommet de la coupole est souvent à droite de la ligne médiane.

Des structures diaphragmatiques séparées (en dôme) sont difficilement vues chez le chat, probablement du fait de la taille thoracique assez faible. En inspiration forcée, particulièrement lorsque l'animal est en détresse respiratoire, de petites projections symétriques de muscles sont notées au niveau de la surface thoracique diaphragmatique, en projections ventro-dorsale et dorso-ventrale.

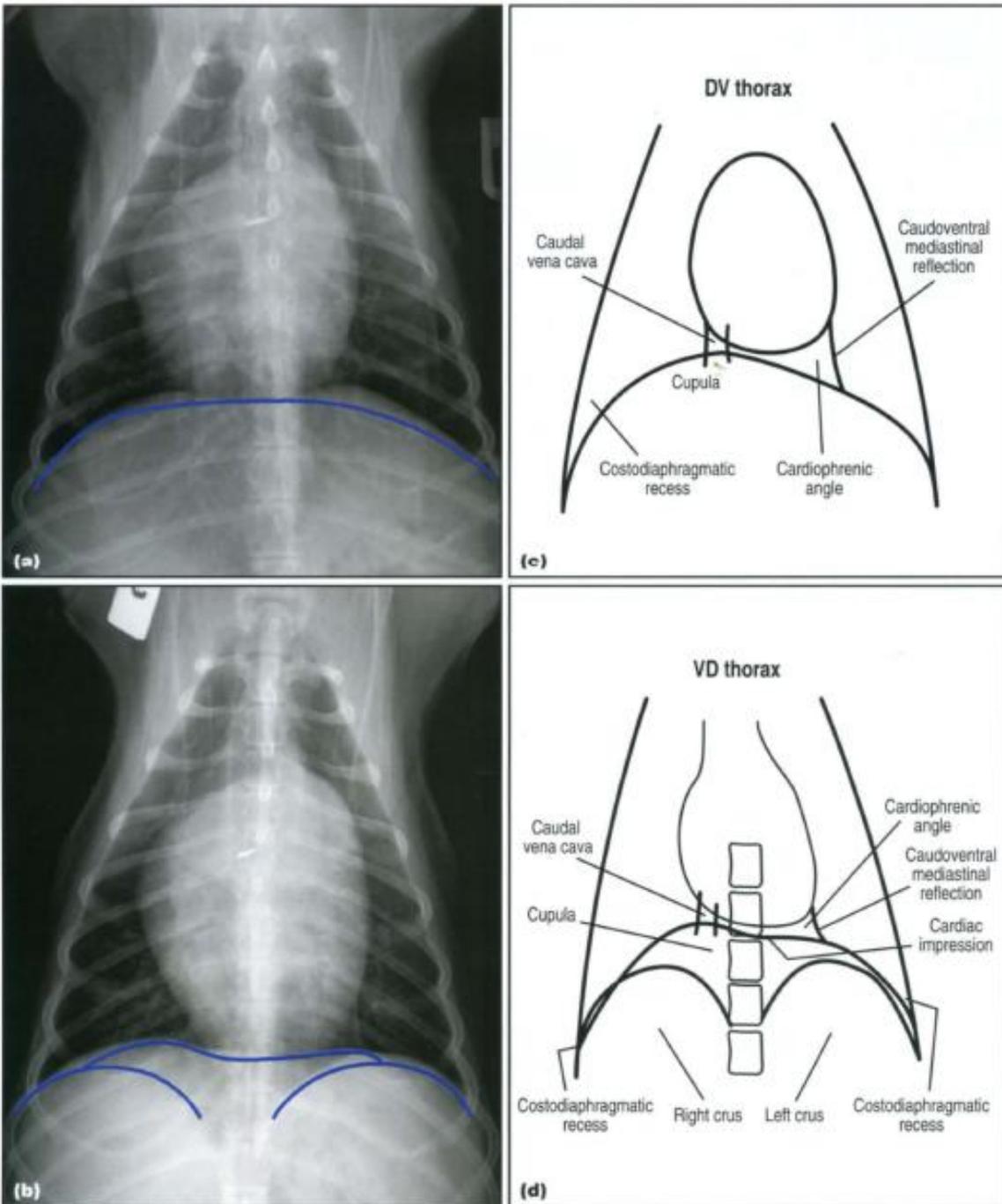


Figure 9 : Aspect normal du diaphragme à la radiographie dorso-ventrale (a) et ventro-dorsale (b) et représentations schématiques du diaphragme en vue dorso-ventrale (c) et ventro-dorsale (d) [36]

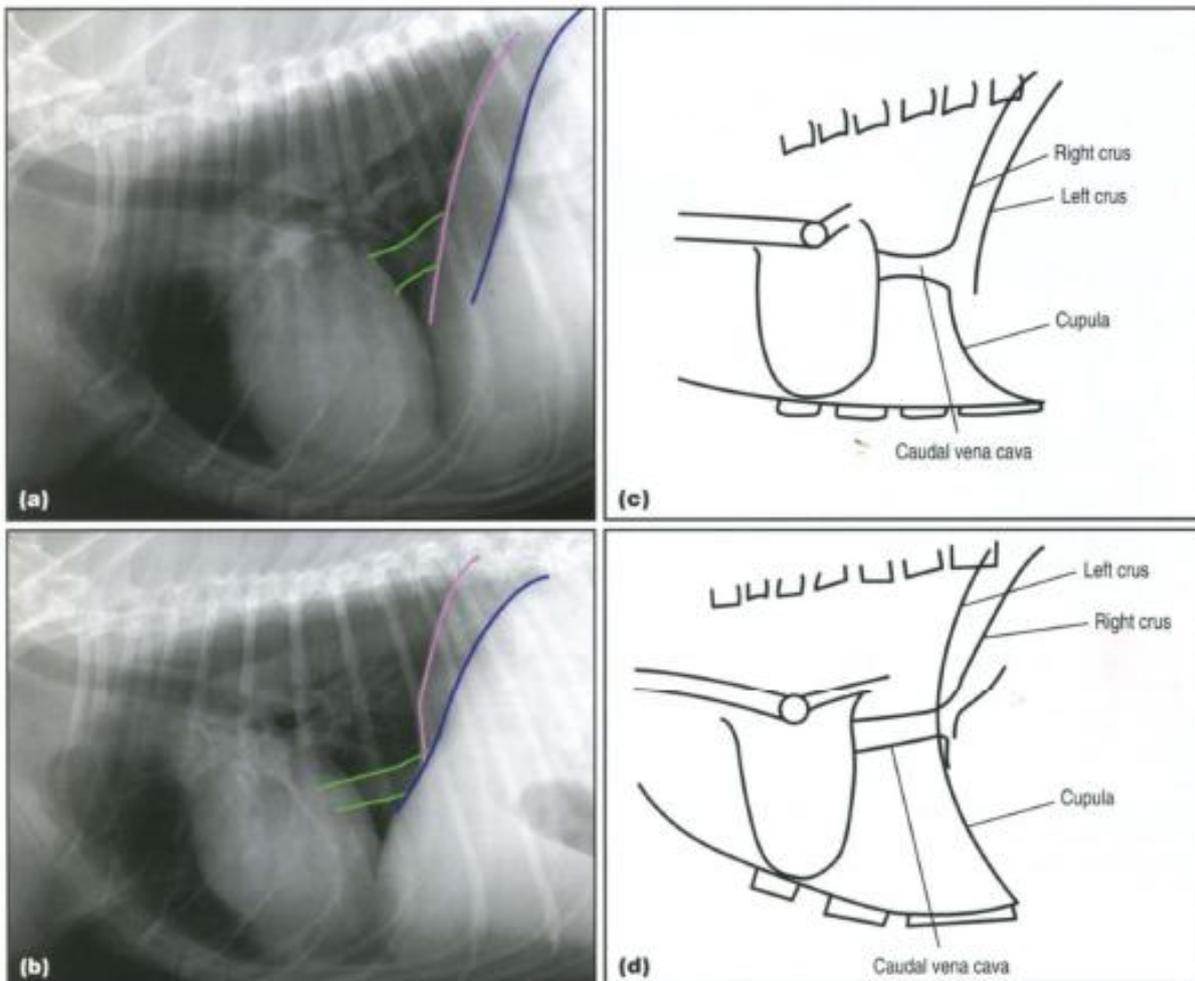


Figure 10 : Aspect radiographique normal du thorax en radiographie latérale droit (a) et gauche (b) et représentations schématiques du diaphragme en vue latérale droite (c) et latérale gauche (d) [36]

5.2. En échographie [36], [39]

La fine ligne échogène correspondant au diaphragme est facilement identifiable chez un animal sain. Elle sera encore plus facilement visualisable lorsque les poumons sont séparés du diaphragme par du fluide ou une masse.



Figure 11 : Image du diaphragme à l'échographie. L'interface diaphragme/poumons est une ligne continue, brillante, curvilinéaire qui recouvre la surface hépatique [36]

Fréquemment, un artéfact d'image en miroir est observé, où une partie du foie apparaît dans la cavité thoracique, de l'autre côté du diaphragme. C'est un piège classique pouvant entraîner une erreur diagnostique de hernie diaphragmatique. Des signes supplémentaires seront alors importants à regarder afin de diagnostiquer une hernie diaphragmatique.

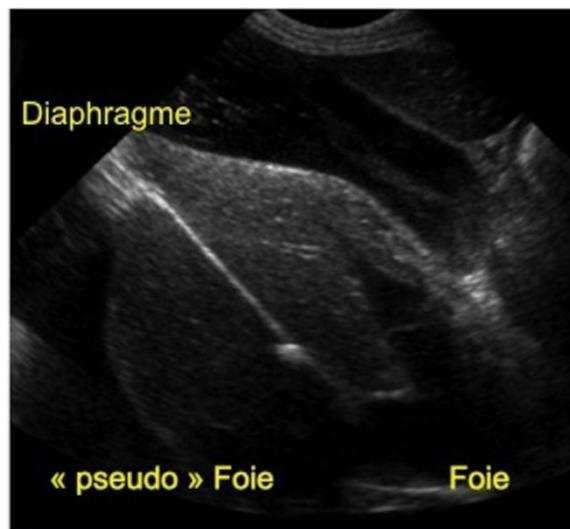


Figure 12 : Image en miroir à l'échographie. Coupe longitudinale de l'abdomen crânial, latéral droit [36]

L'image réelle, affichée sur l'écran, est le résultat d'une série de réflexions, comme dans ce cas pour la vésicule biliaire, et de diffusion. Comme nous l'avons vu, l'onde initiale poursuit son parcours en s'atténuant progressivement dans les tissus. Lorsqu'elle rencontre la surface lisse du poumon rempli d'air, elle subit une réflexion quasi totale. Cet écho de forte intensité revient vers les tissus et produit à son tour une série d'échos qui prendront le chemin inverse jusqu'à la sonde. Comme l'affichage des échos perçus est fonction du calcul du temps écoulé depuis le départ de l'onde initiale, soit le temps « aller-retour », une image double des tissus s'ajoute à celle qui a lieu normalement.

TROISIEME PARTIE :
Le radiodiagnostic des hernies diaphragmatiques

1. Les signes radiographiques généraux de hernie diaphragmatique

Dans tous les cas de hernies diaphragmatiques, qu'elles soient acquises ou congénitales, on retrouvera certains signes radiographiques :

Les signes directs de hernie diaphragmatique en radiologie sont :

- L'interruption de la silhouette diaphragmatique sur une ou deux projections.
- Obstruction des poumons dans un ou les deux héli-thorax par un tissu de densité non homogène pouvant contenir : des gaz délimités par une ligne dense (boucle intestinale), un contenu granuleux, une matière de densité calcique (fécale, nourriture), ou des fluides.
- Thorax trop radio-transparent si on a une hernie de l'estomac ou d'intestin plein de gaz.
- Angulation du diaphragme par rapport à la colonne vertébrale diminuée en projection latérale.
- Divergence des coupes diaphragmatiques.

Un seul de ces signes, s'il est clairement visible, est suffisant au diagnostic d'une hernie diaphragmatique.

Les signes indirects sont les signes des changements associés à une hernie diaphragmatique :

- Déplacement d'un ou des lobes pulmonaires dorsalement ou latéralement.
- Déplacement du médiastin, en particulier de ses marqueurs comme la trachée, la bifurcation trachéo-bronchique ou le cœur.
- Augmentation du volume thoracique comparé au volume abdominal.
- Impossibilité d'obtenir une vue nette de l'angle cardio-phrénique en vue dorso-ventrale ou ventro-dorsale.
- Absence d'une ou plusieurs silhouettes d'organes abdominaux, en particulier le foie.
- Image d'anse duodénale, de colon transverse, du pylore ou du corps de l'estomac anormalement près du diaphragme.
- Dilatation stomacale due à la hernie de celui-ci. Ce cas est rapporté chez le chat par Norsworthy en 1979.
- Axe de l'estomac crânio-ventral au lieu d'être caudo-ventral.
- Silhouette hépatique trop petite.
- Fracture costale caudale.
- Présence d'épanchement pleural. D'après Roudebush et al. en 1979 [33] puis Garson et al. [15] en 1980, cet épanchement est présent dans 25% des cas au moins chez le chat et serait dû à une interruption de la dynamique normale du fluide pleural.

Ces signes sont des signes d'appel d'une hernie diaphragmatique mais ne permettent pas à eux seuls de conclure. Ils doivent être corrélés à la clinique ou bien à d'autres examens d'imagerie. Ces signes

sont visibles sur des radiographies abdominales. En effet, un diagnostic de hernie diaphragmatique peut nécessiter des images de l'abdomen et pas seulement du thorax.

Rappel : Les signes direct de hernie diaphragmatique

- Interruption de la silhouette diaphragmatique sur une ou deux projections
- Obstruction des poumons dans un ou les deux héli-thorax par un tissu de densité non homogène
- Thorax trop radio-transparent si on a une hernie de l'estomac ou d'intestin plein de gaz
- Angulation du diaphragme par rapport à la colonne vertébrale diminuée en projection latérale
- Divergence des coupes diaphragmatiques

2. Le radiodiagnostic des hernies diaphragmatiques acquises

2.1. La présentation clinique

La présentation clinique est importante à connaître car elle va bien sûr orienter le diagnostic et aider à l'interprétation des examens d'imagerie.

La première information qui pourra nous être utile est les conditions d'apparition des symptômes. Dans une étude de 2003, 34 cas, répartis sur 10 ans [35], sont étudiés rétrospectivement. Les causes de hernie diaphragmatique chez le chat dans cette étude sont très variées : accident de voie publique dans 35% des cas, attaque de chien dans 6% des cas ou encore récurrence de hernie préalablement corrigée chirurgicalement dans 6% des cas. L'accident de voie publique est, dans cette étude, la cause identifiée la plus représentée. En revanche, la cause la plus fréquente reste la fugue dans cette étude (dans 53% des cas), et donc une origine non identifiée de traumatisme.

Dans cette étude, 94% des chats étaient des chats Européens, 3% des Scottish fold et 3% des Himalayens. De plus, 35,3% des chats atteints étaient des mâles castrés, 29,4% des femelles stérilisées, 23,5% des mâles entiers et 11,8% des femelles non stérilisées. Au vu de ces chiffres, il semblerait qu'aucune prédisposition raciale ou sexuelle ne soit impliquée, la fréquence importante d'atteinte des chats Européens stérilisés pourraient s'expliquer par le nombre plus important de ces chats-là dans la population par rapport à des chats de race.

Les signes cliniques de hernie diaphragmatique sont nombreux et variables. Une hernie diaphragmatique est une atteinte thoraco-abdominale, elle peut avoir des répercussions :

- Respiratoires et cardiaques : tachypnée, dyspnée, sons respiratoires et cardiaques modifiés [12], bruit intestinaux à l'auscultation respiratoire, confort respiratoire meilleur en position assise, discordance. Tous ces signes sont dus à la compression pulmonaire et à l'encombrement du ou des organes abdominaux passés dans la cavité thoracique.
- Gastro-intestinaux : vomissements, distension abdominale, absence de bruits intestinaux, dilatation gastrique. Ces signes sont entraînés par la compression des viscères abdominaux à l'endroit où ils passent à travers la brèche diaphragmatique. Les perturbations engendrées peuvent aller de la perturbation du transit à la nécrose.
- Signes généraux : choc. Ce choc a souvent pour origine un mauvais retour veineux dû à la compression des grosses veines.

Ces désordres peuvent ainsi aboutir à des signes cliniques variables et multiples [15]. Cependant, dans un cas sur trois environ (ou un cas sur deux selon certains auteurs), les signes sont importants et ont des répercussions majeures.

D'après l'étude de Minihan, Berg et Evans [26] sur 34 chiens et 16 chats atteints de hernie diaphragmatique chronique de 1987 à 1996, la durée des signes cliniques de ce type de hernie peut

être de 1 jour à 7ans. Les signes cliniques sont en général plus frustes que ceux lors d'une hernie diaphragmatique aigüe.

SIGNES CLINIQUES	Proportion d'animaux présentant ces signes
Dyspnée	25%
Vomissements	19%
Anorexie	12,5%
Léthargie	6%
Tachypnée	31%
Modification des bruits cardiaques et pulmonaires	75%
Perte de poids/cachexie	25%
Tachypnée	44%
Ictère	0%
Choc	0%
Léthargie/dépression	0%

Tableau 4 : Signes cliniques de la hernie diaphragmatique chronique (étude de Minihan, Berg et Evans) [26]

Ces signes cliniques, en plus d'être variés, peuvent être de présentation aiguë, avec une détresse respiratoire par exemple ou un choc hémodynamique, mais on peut également avoir une présentation plus chronique avec une gêne respiratoire, des désordres gastro-intestinaux ou encore, certains animaux peuvent ne présenter aucun signe. Deux études Walker et al. tout d'abord en 1965 [47] puis Wilson et al. en 1971 [50] ont montré que dans la plupart des cas, les signes cliniques se déclarent entre quelques heures après le trauma jusqu'à un mois après celui-ci.

Ainsi Wilson et Hayes [51] ont étudié de manière rétrospective 406 cas de hernie diaphragmatique sur une période de 25 ans afin de déterminer la durée de présentation moyenne entre le trauma original et la présentation par les propriétaires auprès du vétérinaire. La durée moyenne mesurée lors de cette étude était de 53 jours avec des extrêmes : 1 heure et 5 ans. Cela ne veut pas dire que l'animal qui a été diagnostiqué avec une hernie diaphragmatique au bout de 5 ans ne présentait aucun symptôme, mais en tout cas que ceux-ci n'étaient pas assez sévères pour alerter le propriétaire ou pour mettre sa vie en danger. Il faut savoir que selon une parution de Garson, Dodman, Baker en 1980 [15], 50% des animaux sur lesquels on diagnostique une hernie diaphragmatique, n'ont pas d'historique de trauma connu.

Il faut également penser que l'on a souvent à faire à un animal polytraumatisé dont les signes de fracture appendiculaire ou autre peuvent masquer les signes d'une hernie diaphragmatique (polypnée due à la douleur, position algique...).

Dans une étude de Minihan, Berg et Evans [26] sur 34 chiens et 16 chats atteints de hernie diaphragmatique chronique entre 1987 et 1996, les auteurs rapportent que 34 animaux ont eu un historique de trauma au moins 2 semaines avant la chirurgie, 8 ont présenté des signes cliniques au moins 2 semaines avant la chirurgie sans historique de trauma et 8 autres animaux ont présenté des signes d'adhérence en faveur d'une hernie diaphragmatique chronique lors de la chirurgie.

Les différentes publications rapportent qu'un animal sur quatre à un animal sur trois présentant une hernie diaphragmatique acquise présente également des atteintes du squelette appendiculaire de type fracture ou luxation. Il est donc important, lors de la prise en charge d'un animal traumatisé, que son état soit grave ou non, de penser à la possibilité d'une hernie diaphragmatique. En effet, les répercussions notamment cardiovasculaires d'une hernie diaphragmatique peuvent rendre son non diagnostic dramatique lors d'une anesthésie par exemple.

Les signes cliniques de hernie diaphragmatique acquise sont protéiformes et rendent son diagnostic clinique parfois difficile. Les répercussions d'un non diagnostic de hernie diaphragmatique peuvent être dramatiques dans le cas d'une anesthésie par exemple.

2.2. Les signes radiographiques de hernie diaphragmatique acquise

2.2.1. Utilisation de la radiographie sans produit de contraste

Hyun, de l'université de Queensland [19], a publié dans le *Journal of Veterinary Science* en 2004, un article qui se penche rétrospectivement sur 60 cas de hernies diaphragmatiques acquises de chiens et de chats. Il s'intéresse à 6 critères en particulier :

- 1) Le diaphragme : la ligne diaphragmatique, la position des hémicoupoles et le contraste foie/diaphragme.
- 2) Le thorax : la densité intra-thoracique, la présence ou non d'épanchement pleural, le déplacement éventuel du médiastin, un pneumothorax, le déplacement de la trachée.
- 3) Le cœur : la position, la silhouette cardiaque, l'angle cardio-phrénique.
- 4) Les poumons : le déplacement des segments bronchiques, la silhouette pulmonaire, la visibilité de la vascularisation pulmonaire et son état.
- 5) Abdomen : la présence de gaz, la forme de l'abdomen, la perte de la silhouette de certains organes, les déplacements d'organes, la perte du ligament falciforme, l'axe de l'estomac.
- 6) Divers : signes traumatiques.

Au cours de cette étude rétrospective, l'auteur s'est intéressé au cas de 42 chiens et 18 chats, sans qu'aucune prédisposition que ce soit d'âge, de sexe, ou de race, ne soit notée.

La première observation qui ressort de cette étude est la plus grande fréquence des hernies à droite. Comme nous l'avons déjà exposé dans la première partie, ceci va à l'encontre des conclusions d'Al-Nakeeb en 1959[1], Pommer en 1955 [28], Brasmer et al. en 1952[7], Suter en 1984 [43] qui tous considèrent que la hernie diaphragmatique intervient plus souvent à gauche et explique ceci par le rôle de protection que jouerait le foie vis-à-vis du diaphragme à droite. En revanche, d'autres auteurs (Carb en 1975[9], Garson, Dodman, Baker en 1980 [15], Walker, Hall en 1965 [47] ou encore Wilson, Newton, Burt en 1971 [50]) font la même observation que Hyun.

Concernant le diaphragme, une diminution de l'angle diaphragmatico-lombaire est notée dans 40% des cas et est plus courant lorsque l'on a affaire à une hernie diaphragmatique à droite (60%). La perte de la ligne diaphragmatique était visible dans tous les cas de cette étude, que cette perte soit totale ou partielle (en fonction de la gravité de la rupture) et ceci confirme la valeur prédictive positive de ce critère. Il faut se méfier toutefois à ne pas se contenter d'une seule prise de vue. En effet, la perte de la ligne peut être interprétée comme partielle sur une vue de profil et peut s'avérer totale sur une dorso-ventrale, et inversement. Le second critère qui revient dans tous les cas de cette étude est la perte de contraste entre le foie et le diaphragme. En revanche, la divergence des coupes diaphragmatiques que l'on présente comme un signe majeur de hernie

diaphragmatique ne se retrouve ici que dans 25% des cas. Ce signe est donc un excellent indicateur mais n'est pas systématiquement observable.

Pour ce qui est des signes radiographiques thoraciques, le signe qui revient le plus souvent sur les radiographies étudiées par cet auteur est l'augmentation de densité intra-thoracique : dans 87% des cas, elle est présente. Il est également intéressant de noter que la présence d'épanchement pleural est plus courant dans les cas de hernie médiale ou impliquant les deux hémicoupoles diaphragmatiques. La déviation médiastinale a été observée dans 58% des cas de cette étude, le médiastin étant dévié du côté opposé à la hernie. Dans certains cas, cette déviation n'a pas pu être objectivée du fait de la qualité des clichés ou de la présence de fluide ou encore de la présence d'organes herniés masquant le contenu thoracique en trop grande partie. Ce signe est donc, quand il est visible, à priori un bon indicateur de hernie diaphragmatique et a comme intérêt de permettre de déterminer le côté du diaphragme atteint. Une autre structure thoracique peut être déviée par la protrusion de viscères abdominaux dans la cavité thoracique : la trachée. Elle sera déplacée dans 82% des cas de cette étude, et la plupart du temps, dorsalement (90% des cas).

Le cœur, quant à lui, était déplacé dans 70% des cas avec une direction de déplacement variable. De même que pour le déplacement médiastinal, une accumulation trop importante de fluide ou d'organes abdominaux dans la cavité thoracique empêchent, dans certains cas, l'appréciation de ce critère. L'angle cardio-phrénique était oblitéré dans tous les cas sauf 2 pour lesquels l'appréciation était impossible.

La silhouette pulmonaire était, dans cette étude, au moins partiellement oblitérée ventralement sur les vues latérales et du côté impliqué dans la hernie sur les vues dorso-ventrales. Les autres critères pulmonaires n'étaient pas appréciables dans 30% des cas à cause de la présence de l'estomac dans le thorax.

Les autres signes les plus courants ont été : la présence de gaz provenant de l'intestin grêle ou de l'estomac, dans le thorax (73% des cas) ; dans 97% des cas, les organes abdominaux étaient déplacés crânialement. Le ligament falciforme était invisible dans 68% des cas. Un abdomen en forme de guêpe, signe fort de hernie diaphragmatique s'est ici retrouvé dans 52% des cas. L'axe de l'estomac était modifié dans 67% des cas. Enfin, d'autres signes de trauma comme des fractures costales étaient présents dans 16,7% des cas.

Exemple de radiographies :

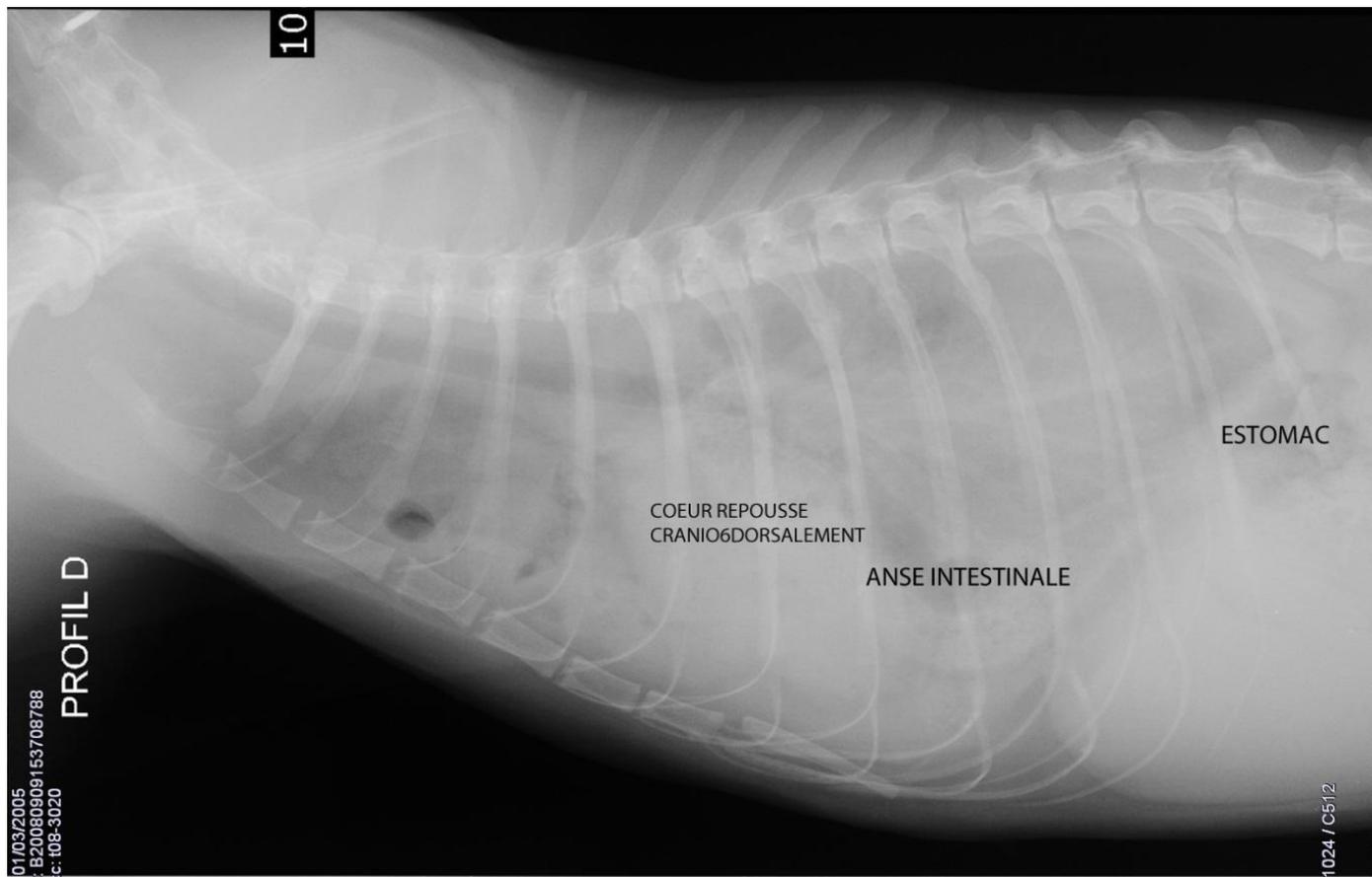


Figure 13a : Radiographies profil D et ventro-dorsale d'un chat avec une hernie diaphragmatique traumatique
[source : ENVV]



Figure 13b :
Radiographies profil D et ventro-dorsale d'un chat avec une hernie diaphragmatique traumatique
[source : ENVT]

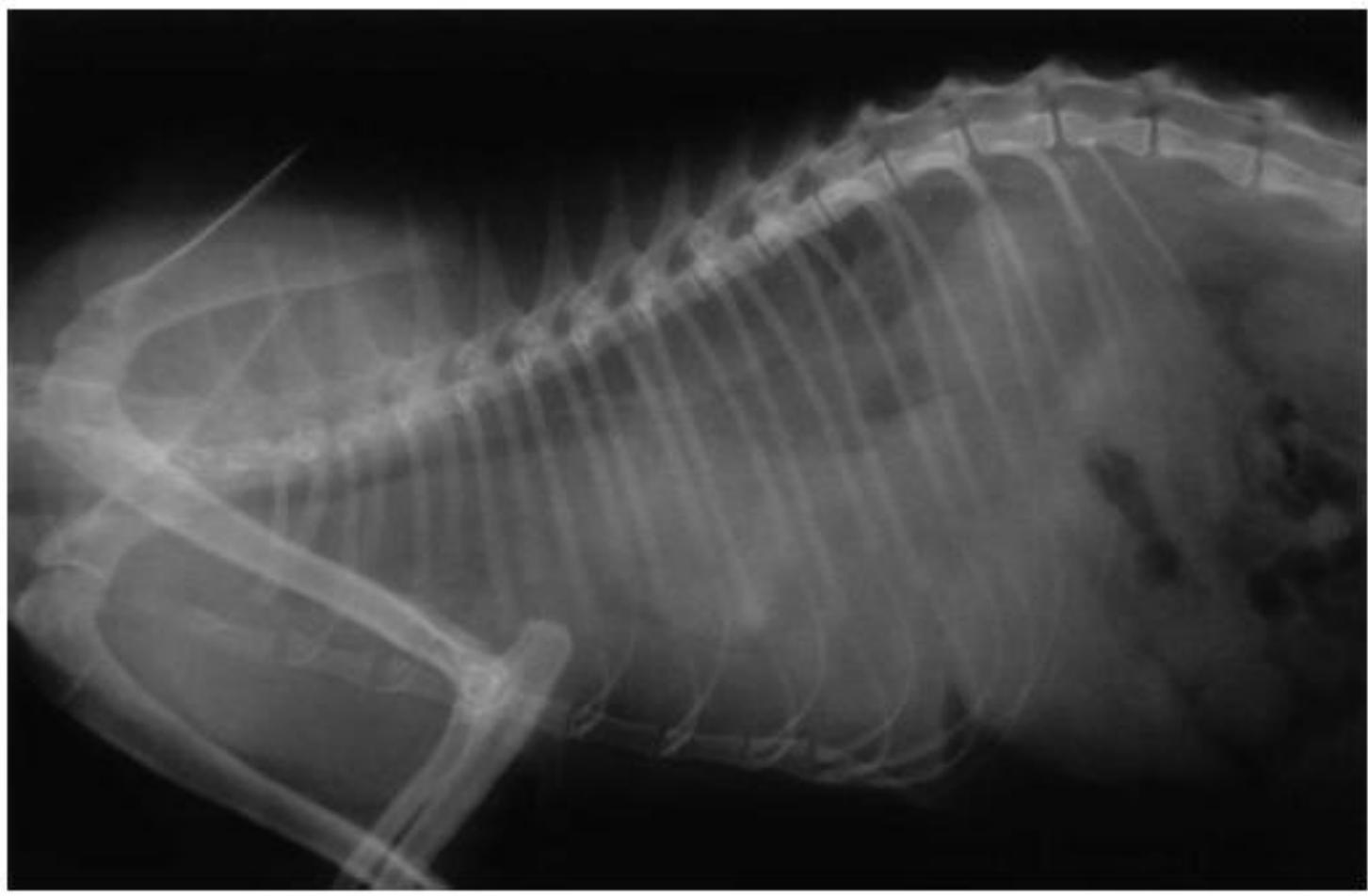


Figure 14 : Radiographie latérale d'un cas évoqué plus haut, présentant un urothorax (opacité liquidienne dans le thorax) suite au passage d'un rein (flèche noire) dans la cavité thoracique [41]

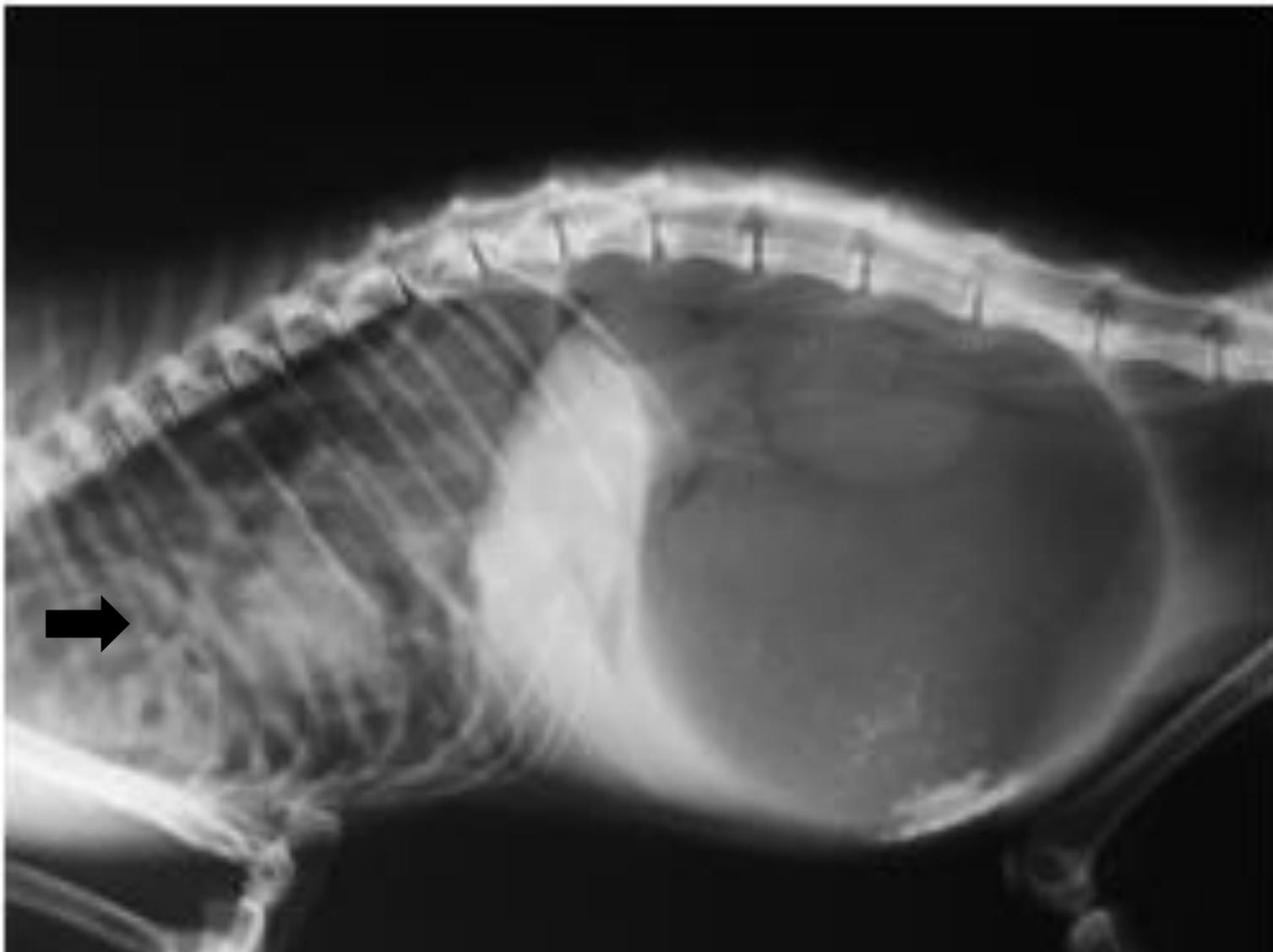


Figure 15 : Radiographie de profil d'un chat présentant une dilatation aérique de l'estomac et une hernie diaphragmatique avec la présence d'anses intestinales dans le thorax (flèche noire) [14]

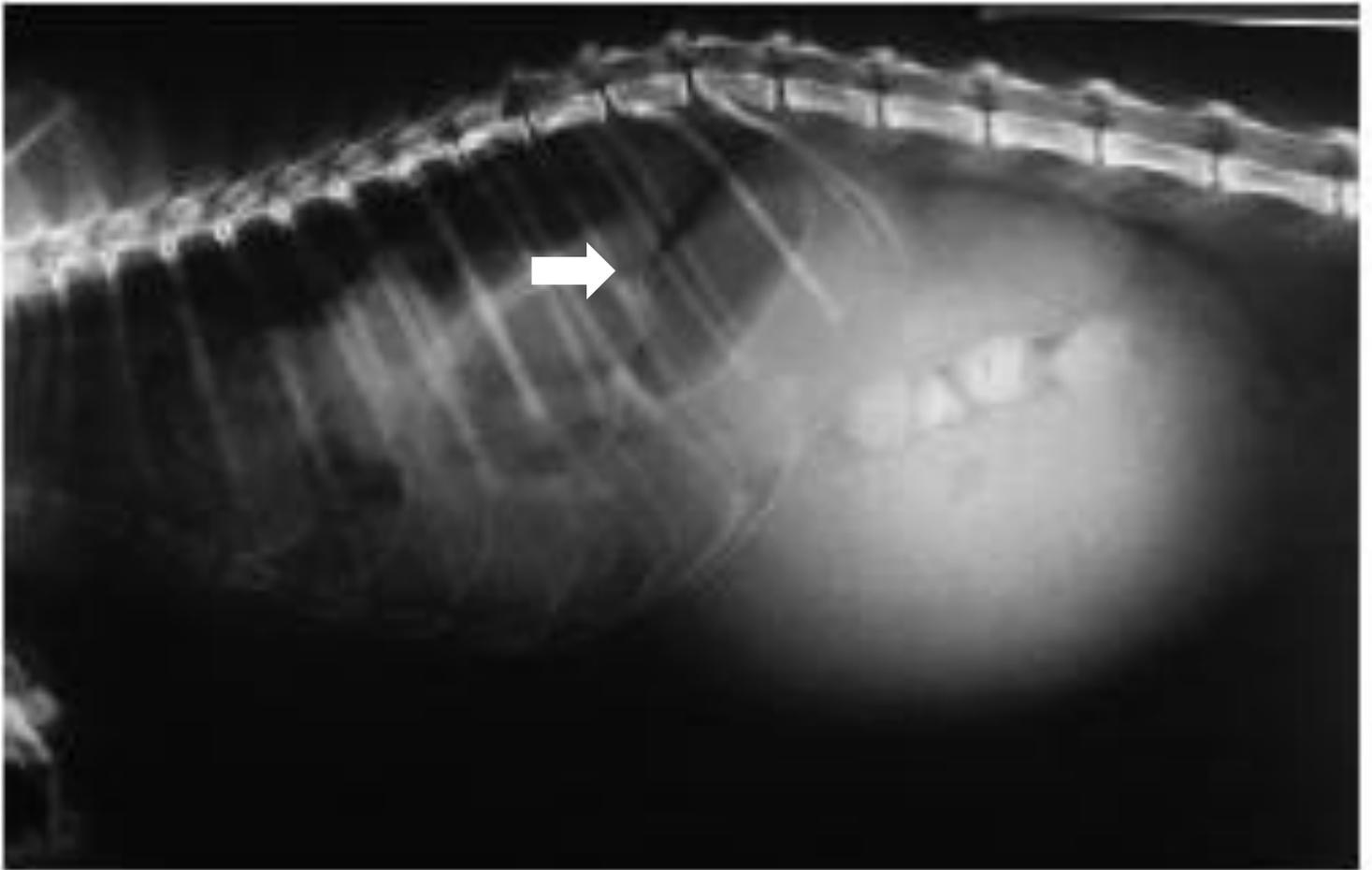


Figure 16 : Radiographie de profil d'un chat suite à un accident de la voie publique ou AVP présentant une dilatation liquidienne de l'estomac (flèches blanches) et la présence de structures remplies de gaz dans le thorax (flèches noires) [14]



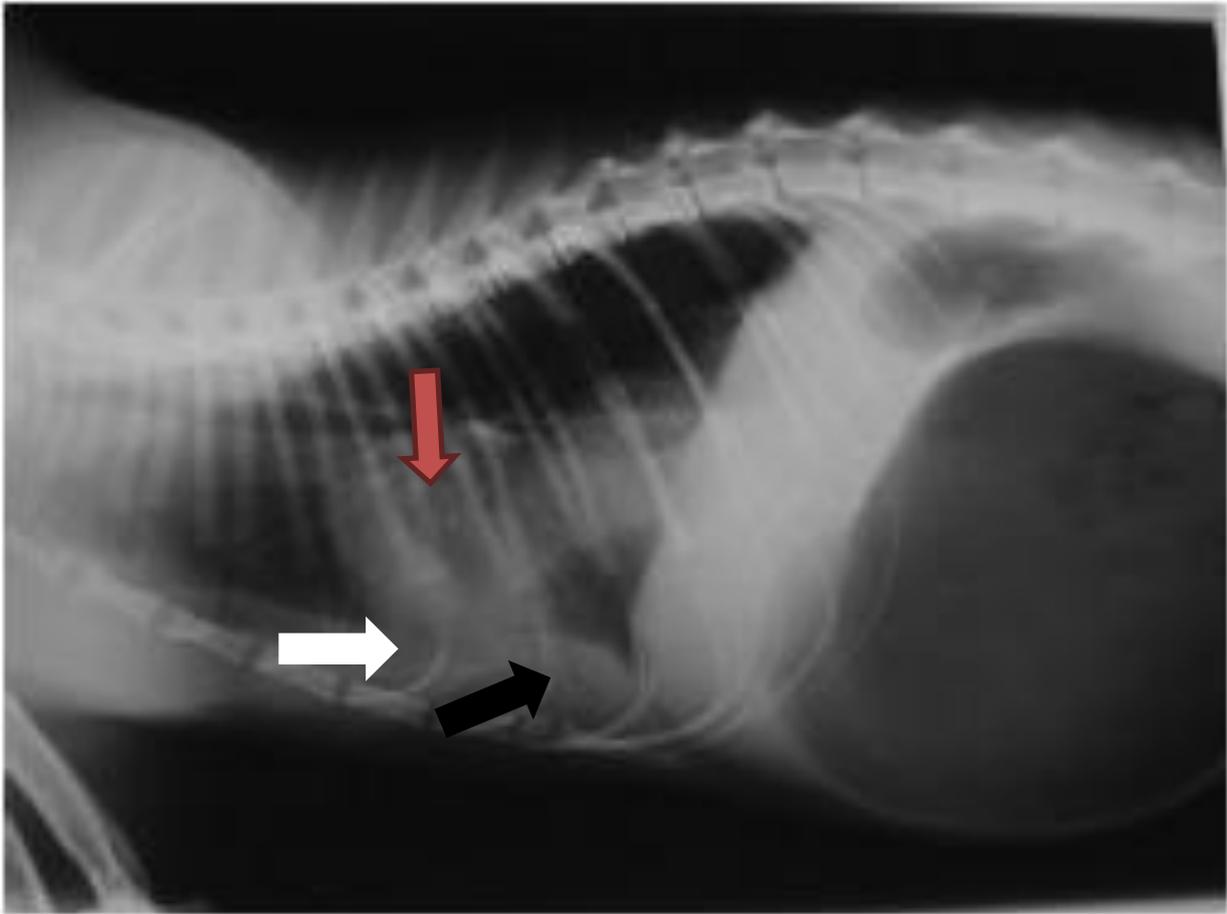


Figure 17 : Radiographie latérale de chat. Noter la dilatation aérique de l'estomac associée à une hernie d'un lobe hépatique (flèche noire), de la rate (flèche blanche) et d'intestin (flèche rouge) [14]

2.2.2. Utilisation de la radiographie avec produit de contraste

Ils sont particulièrement utiles lorsque l'on a effectué des radiographies thoraciques et abdominales et que l'on n'a mis en évidence que des signes indirects de hernie diaphragmatique.

L'utilisation de radiographie avec produit de contraste peut être utile à deux choses. La plus évidente est de repérer si l'estomac ou une autre partie du tractus digestif proximal est passé dans la cavité thoracique. La seconde est de mettre en évidence un déplacement du contenu de l'abdomen dans le cas d'un passage du foie dans la cavité thoracique. L'utilisation de certains produits est cependant à prendre avec précaution : le sulfate de baryum [3], par exemple, qui est contre-indiqué dans les cas de perforation intestinale. Or, un animal suspect de hernie diaphragmatique est souvent un animal ayant subi un traumatisme violent, on ne peut donc en aucun cas mettre la possibilité d'une perforation intestinale de côté.

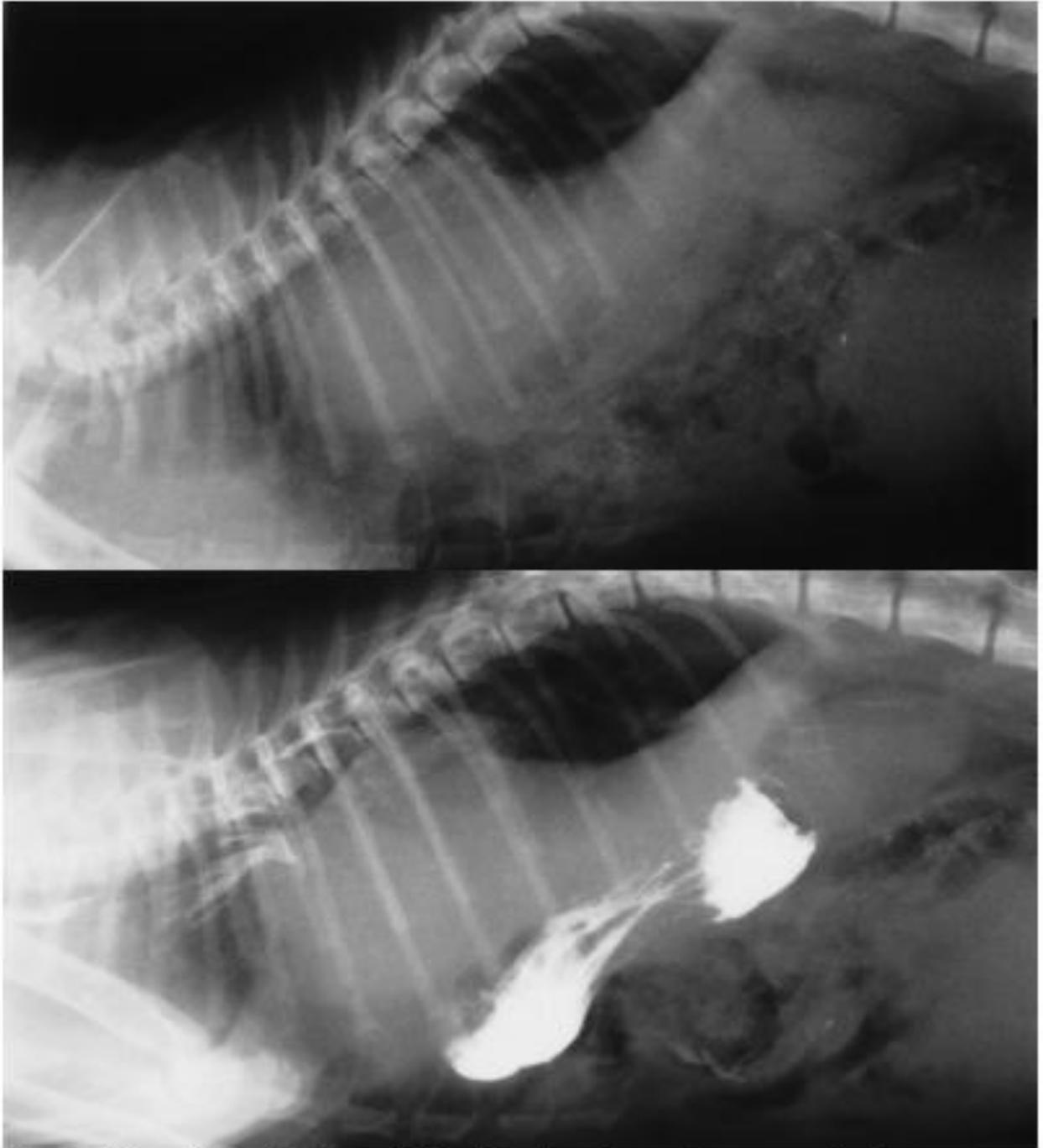


Figure 18 : Radiographie d'un thorax d'un chat accidenté en vue latérale. Une masse d'opacité tissulaire apparaît être l'estomac sur la radiographie sans préparation (A), ce qui est confirmé par l'utilisation de sulfate de baryum, lors d'un transit baryté (B) [38]

On pourra effectuer un transit baryté, une pneumo-péritonéographie, une péritonéographie par contraste positif, ou une angiographie.

Walker et al. en 1965 [47] rappellent que dans le cas d'une hernie de l'estomac, d'une part de celui-ci ou de tout autre organe qui pourrait comprimer l'œsophage, il faut penser que le sulfate de baryum mettra plus de temps à transiter.

Rendano en 1976 [32] propose l'utilisation d'une péritonéographie à contraste positif pour les petites races de chats dans le cas où on ne peut visualiser le cœur, le diaphragme ou un organe abdominal. Pour cela, il propose l'injection intra-abdominale de 1 à 2mL/kg de produit de contraste stérile et soluble dans l'eau (exemple : le Renovist). Toute perte de la silhouette diaphragmatique ou le passage du produit de contraste dans la cavité pleurale permet de confirmer une suspicion de hernie diaphragmatique. Il faut cependant faire attention car avec cette méthode et dans le cas où un organe serait étranglé et viendrait obstruer la brèche diaphragmatique, on aboutira à un faux négatif. Stickle propose dans une publication de 1984 [40] une méthode équivalente. Il nous est rappelé dans cette étude que lors de hernie diaphragmatique, on peut retrouver dans l'abdomen et le thorax une grande quantité de fluide. Il s'agit donc de ponctionner ce fluide abdominal pour ne pas trop diluer le produit de contraste et également en tenir compte au niveau thoracique lors de notre interprétation radiographique.



Figure 19 : Radiographies en vue latérale et ventro-dorsale de chat avec hernie diaphragmatique. La péritonéographie permet de mettre en évidence le passage de produit de contraste dans le thorax et donc la présence d'une brèche dans le diaphragme [22]

Dans le même cadre, Roudebush et al. [33] proposent l'utilisation de produits de contraste négatifs, tel l'air, le CO₂ ou l'oxyde nitreux. Il faut, dans ce cas, utiliser une petite quantité de gaz : 50 à 200mL selon la taille de l'animal et se tenir prêt à ponctionner l'abdomen en cas de détresse respiratoire due à une surpression abdominale.

Utilisation des produits de contraste dans le cas de hernie diaphragmatique acquise :

2.3. Les signes échographiques de hernie diaphragmatique acquise

En cas de doute ou d'absence de signes suffisants à la radiographie pour confirmer une hernie diaphragmatique, il est possible de se tourner vers l'échographie.

La hernie diaphragmatique fait partie des pathologies thoraciques que l'on peut diagnostiquer grâce à l'outil échographique. Dans un article de Reichle et Wisner [30], il est fait un bilan de 75 (26 chats et 49 chiens) échographies thoraciques non cardiaques. Cette étude s'intéresse à des cas traités entre 1995 et 1998. Une sonde de 7.0MHz a été utilisée pour tous les animaux de l'étude.

Les signes de hernie diaphragmatique retenus par l'auteur sont :

- Présence de structures abdominales dans le thorax.
- Non visualisation complète de l'interface diaphragme/poumons.
- Interruption du diaphragme entouré de fluide.

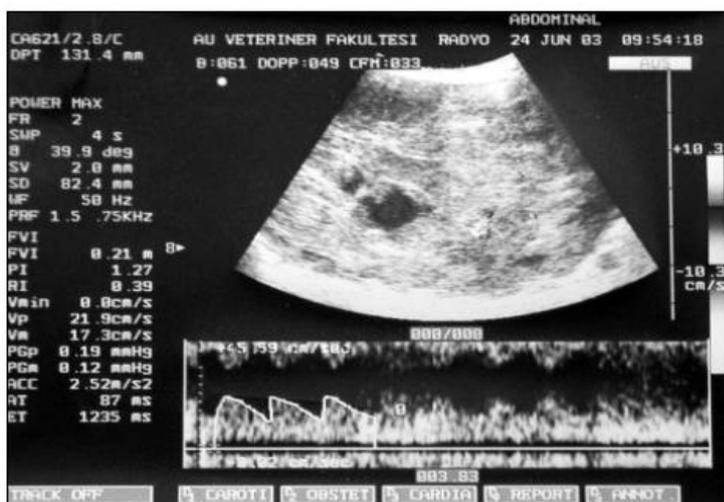


Figure 20 : Une hernie diaphragmatique sur un chat. La sonde a été posée sur la paroi thoracique, afin d'obtenir une coupe transverse du cœur (H). Une structure parenchymateuse (L) se trouve entre le cœur et la paroi du thorax. Une étude doppler (image de droite) permet de mettre en évidence les vaisseaux hépatiques, permettant de diagnostiquer la hernie diaphragmatique [21]

Signes échographiques de hernie diaphragmatique acquise (selon Reichle et Wisner) :

- Présence de structures abdominales dans le thorax.

L'échogénicité du foie et du poumon consolidé étant très proche [42], il est possible de faire la différence entre les deux en s'appuyant sur la présence ou non de veines hépatiques et portales.

Dans cette étude, 4 animaux présentaient une hernie diaphragmatique. Dans les deux cas, le diagnostic a été permis par la présence du foie près de la base du cœur.

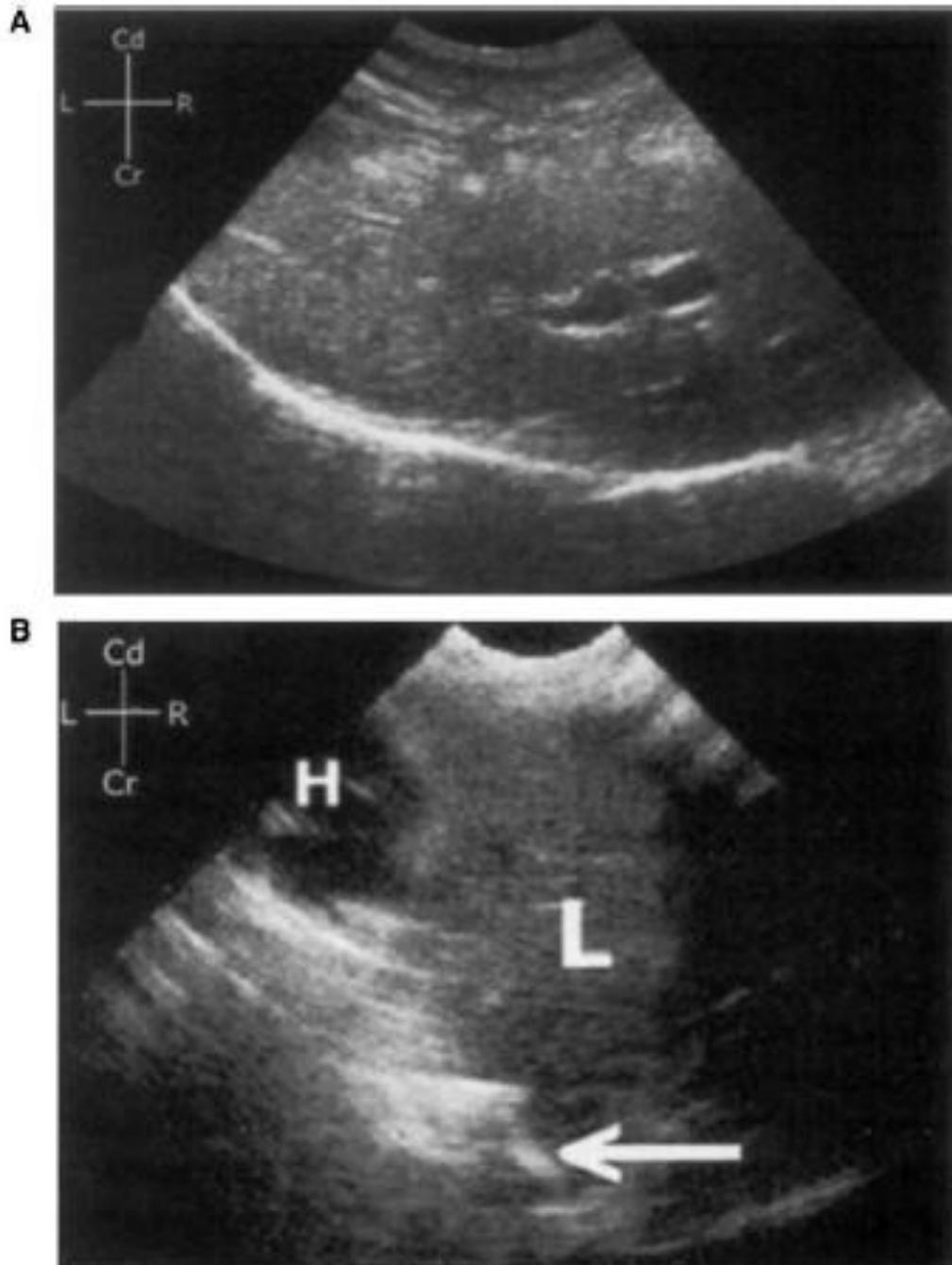


Figure 21 : FigA : Apparence normale du foie d'un chat sans rupture diaphragmatique. Le bord crânial du foie apparaît régulier et apposé le long d'une ligne hyperéchogène régulière [39]

Fig B. Apparence typique à l'échographie d'une rupture diaphragmatique, le foie (L) s'étend crânialement jusqu'à la base du cœur (H), et a une limite crâniale irrégulière (flèche blanche) [39]

3. Le radiodiagnostic de la hernie diaphragmatique péritonéo-péricardique

3.1. La présentation clinique

La hernie péritonéo-péricardique peut produire des signes cliniques mais elle est souvent asymptomatique [6] et découverte accidentellement lors d'une radiographie thoracique. Les signes cliniques les plus fréquents sont :

- Des vomissements.
- Une mauvaise croissance.
- Une dyspnée.
- Des râles respiratoires.
- Des anomalies cardiaques congénitales.
- Des anomalies anatomiques congénitales impliquant la jonction costo-chondrale et le sternum.

Cependant, même si la plupart des animaux atteints de hernie diaphragmatique péritonéo-péricardique sont asymptomatiques, de nombreux signes cliniques (respiratoires, gastro-intestinaux ou d'autres signes plus vagues) peuvent être intermittents et se révèlent souvent gênants pour l'animal, d'où la nécessité de diagnostic.

Une étude rétrospective de Banz et Gottfried [4] sur 31 chats et 8 chiens atteints de hernie péritonéo-péricardique de 2000 à 2007 permet de différencier les signes cliniques relatifs aux chats de ceux des chiens. En effet, il semblerait dans cette étude que les signes respiratoires et ceux non spécifiques soient plus prédominants chez le chat et les signes gastro-intestinaux plus prédominants chez le chien.

Dyspnée	6
Tachypnée	6
Toux	2
Cyanose/détresse respiratoire	1/2
Vomissements aigus	3/4
Vomissements chroniques	3
Ptyalisme	1
Diminution de l'appétit et de l'anorexie	7
Léthargie	4
Perte de poids	4
Faiblesse	1
Comportement altéré (se cache...)	1
Intolérance à l'effort, fièvre, diarrhée...	1

Tableau 5 : Symptômes de hernie péritonéo-péricardique [4]

Les signes respiratoires peuvent s'expliquer par la présence d'organe au sein du péricarde, gênant le mouvement des poumons tandis que les signes gastro-intestinaux sont expliqués par la présence de strangulation de ces organes abdominaux, pouvant ainsi empêcher le transit gastro-intestinal.

A l'examen clinique, la trouvaille la plus fréquente chez le chien (4/8) et chez le chat (17/31) est la présence de bruits cardiaques diminués. Les autres signes sont la tachypnée (12), un score corporel bas (7), un abdomen vide à la palpation (7), des bruits pulmonaires diminués à l'auscultation (6) et de la déshydratation (4). Les anomalies les moins fréquentes trouvées chez le chat sont la présence d'un souffle cardiaque (2), des borborygmes thoraciques (2), un abdomen douloureux et « plein » au niveau de l'abdomen crânial (1) et une auscultation péricardique anormale (1).

L'étude de Reimer, Kyles, Filipowicz et Gregory sur 66 chats [31] atteints de hernie péritonéo-péricardique de 1987 à 2002 permet d'affiner les signes cliniques rencontrés dans ce type de hernie.

Détresse respiratoire	25
Anorexie intermittente	20
Léthargie intermittente	12
Toux	8
Episodes fébriles	6
Intolérance à l'effort	6
Amaigrissement	5
Evanouissement	5
Diarrhée intermittente	5
Vomissement	4

Tableau 6 : Signes cliniques de hernie péritonéo-péricardique [31]

De même, la trouvaille la plus fréquente à l'examen clinique est la présence de bruits cardiaques diminués (31/66) et ceci, le plus souvent à droite. Cette asymétrie peut être attribuée à la présence des lobes hépatiques dans le sac péricardique, sachant que le foie est l'organe le plus souvent hernié dans ce type de hernie.

Les signes cliniques de hernie péritonéo-péricardique sont très variables, respiratoires ou digestifs. L'auscultation attentive et le recueil des commémoratifs sont essentiels

3.2. Les signes radiographiques de la hernie péritonéo-péricardique

3.2.1. Utilisation de la radiographie sans produit de contraste

Dans le cas des hernies diaphragmatique congénitales, le diagnostic radiographique est différent de celui des hernies diaphragmatiques acquises.

Les signes associés avec la hernie diaphragmatique péritonéo-péricardique sont :

- Identification d'organes abdominaux dans le sac péricardique [18]. Du gaz, du matériel ingéré ou des structures d'opacité tissulaire peuvent être observés.
- Une silhouette cardiaque large et ronde [49]. Cette augmentation de taille de la silhouette cardiaque est un des signes les plus fréquents de ce type d'hernie.
- Une projection convexe de la silhouette cardiaque caudale.
- Un aspect hétérogène de la silhouette cardiaque. Cet hétérogénéité est due à la présence dans le péricarde de foie, intestin, rate ou encore estomac. La présence de ce matériel, qu'il soit gazeux ou fécal, est pathognomonique de ce type de hernie.
- Le bord de la surface ventrale et thoracique du diaphragme ainsi que la silhouette cardiaque caudale ventrale non visualisables.
- Une silhouette confluyente entre le diaphragme et le cœur.
- Le reste du mésothélium péritonéo-péricardique dorsal entre le cœur et le diaphragme en vue latérale chez le chat.

Il faut faire attention à la possibilité de réduction spontanée de ce type de hernie, rapporté par Pommer en 1955[28].

L'étude rétrospective de Banz et Gottfried [4] sur 31 chats et 8 chiens atteints de hernie péritonéo-péricardique de 2000 à 2007 permet d'observer l'implication de plusieurs organes abdominaux. Cependant, les organes les plus souvent herniés, que ce soit pour le chien ou pour le chat, sont le foie, la vésicule biliaire, l'intestin grêle, l'omentum, la rate et le colon.

Foie	31
Vésicule biliaire	14
Intestin grêle	9
Omentum	8
Rate	6
Colon	4
Pancréas, graisse falciforme, estomac et NL augmenté	1

Tableau 7 : Implication des organes abdominaux dans les hernie péritonéo-péricardique [4]

Dans l'étude de Reimer, Kyles, Filipowicz et Gregory[31] sur 66 chats atteints de hernie péritonéo-péricardique de 1987 à 2002, sur 66 radiographies sans produit de contraste effectuées, 65 ont permis de diagnostiquer une hernie péritonéo-péricardique. Ceci permet de constater que la radiographie conventionnelle est un outil de choix dans le diagnostic de hernie péritonéo-péricardique.

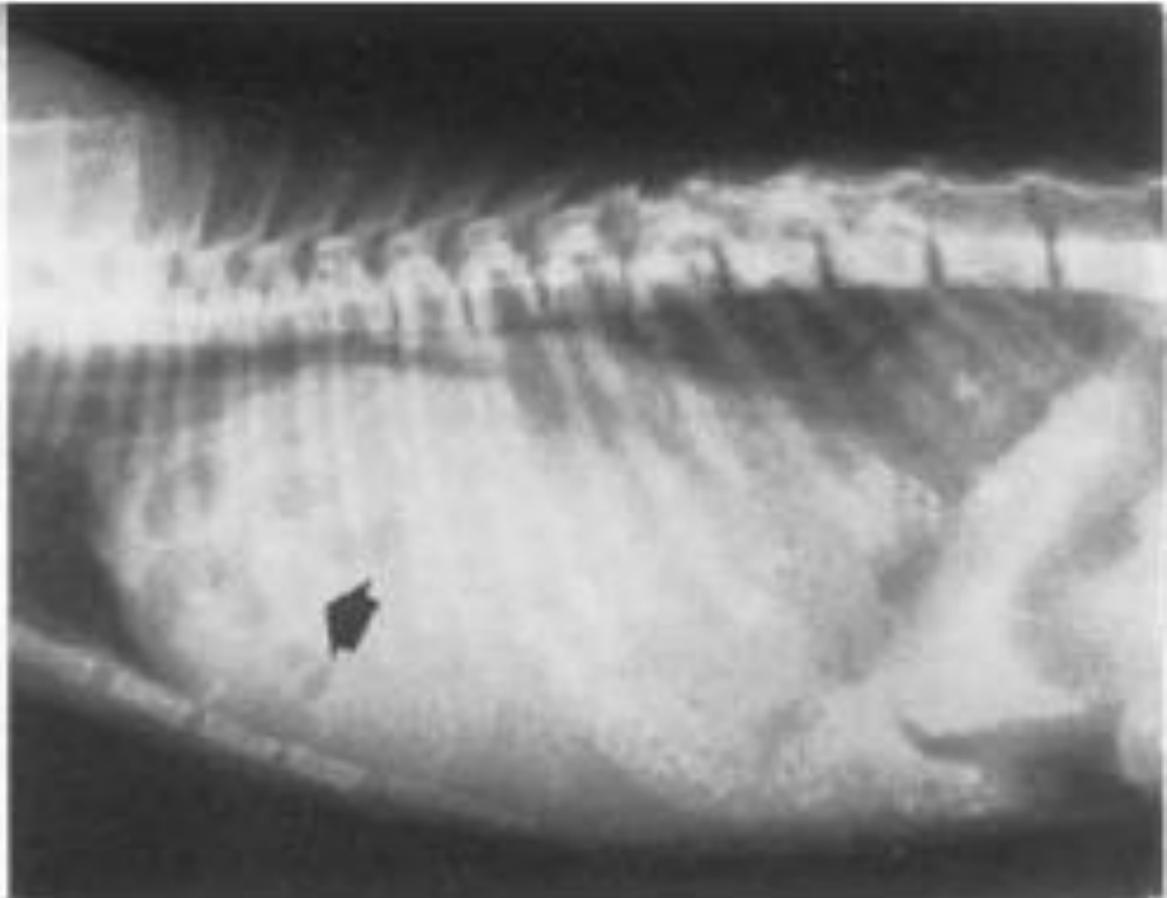


Figure 22 : Radiographie de profil d'un chat atteint de hernie péritonéo-péricardique mettant en évidence un silhouette cardiaque augmentée et ronde, avec élévation de la trachée et oblitération de la lumière œsophagienne. Des structures tubulaires remplies de gaz (intestins) se trouvent dans le sac péricardique (flèche). [13]

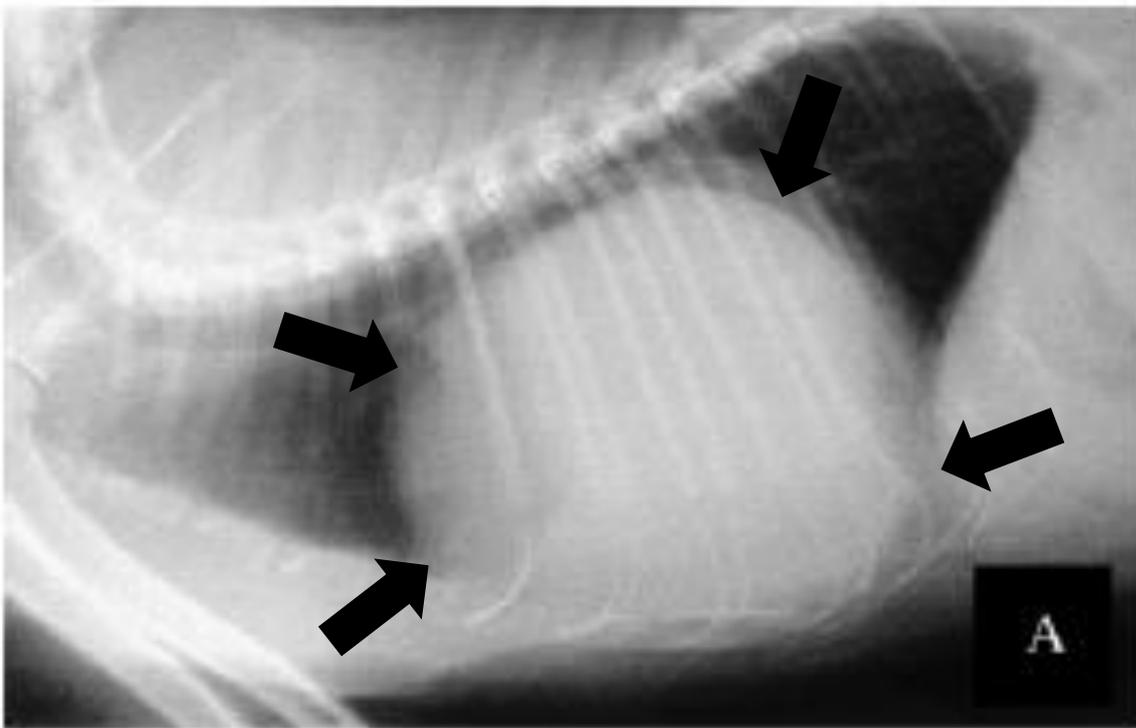


Figure 23 : Radiographie de profil d'un chat souffrant d'une hernie péritonéo-péricardique. Le péricarde apparaît de volume augmenté (flèches noires). Cette radiographie seule ne permet pas de faire le différentiel entre hernie péritonéo-péricardique et épanchement péricardique [23]



Figure 24 : Vue de face du même chat [23]

La radiographie conventionnelle est un outil de choix dans le diagnostic de hernie péritonéo-péricardique.

3.2.2. Utilisation de la radiographie avec produit de contraste

Dans l'étude rétrospective de Banz et Gottfried [4] sur 31 chats et 8 chiens atteints de hernie péritonéo-péricardique de 2000 à 2007, lorsqu'elle a été utilisée, la radiographie par produit de contraste s'est révélée diagnostique à 100%, en supplément de l'utilisation de radiographie sans produit de contraste. Les études de radiographie avec produit de contraste du haut appareil digestif sont en faveur d'un diagnostic de hernie diaphragmatique péritonéo-péricardique lorsque les anses

d'intestin grêle contenant du baryum sont observées dans le sac péricardique. Cependant, l'absence de ce signe radiographique n'exclue pas une hernie diaphragmatique péritonéo-péricardique. Chez le chat, le tractus gastro-intestinal était présent en totalité dans l'abdomen, alors que des anses d'intestin grêle contenant du baryum ont été observées dans le sac péricardique chez le chien. Compte tenu du fait que le foie est l'organe le plus souvent impliqué dans ce type de hernie chez le chat, cette affirmation n'est pas surprenante. Si la confirmation du diagnostic est désirée et qu'aucun échographe n'est à disposition, un péritonéogramme peut être très utile, cependant, des faux négatifs sont souvent dénombrés lorsque la brèche diaphragmatique est colmatée par les organes herniés. Il faut toutefois se rappeler que cette technique ne peut être utilisée que si aucune perforation intestinale n'est suspectée. De plus, comme l'organe le plus souvent impliqué dans ce type de hernie est le foie, d'autres techniques seront plus indiquées.

Selon Banz et Gottfried, lorsqu'elle a été utilisée, la radiographie par produit de contraste s'est révélée diagnostique à 100%

Stickle, dans sa publication de 1984 [40] concernant l'utilisation de la péritonéographie à contraste positif pour le diagnostic de cette hernie chez 17 chiens et 3 chats, nous expose les avantages de cette technique par rapport à celle précédente. Tout d'abord, il nous rappelle le protocole où les animaux sont placés en décubitus latéral gauche et une petite zone à droite de la ligne blanche juste en arrière du sternum est tondu et préparée stérilement. Du sodium iothalamate à 68,8% est injecté doucement dans l'abdomen, en ayant préalablement aspiré afin de vérifier qu'un viscère n'a pas été transpercé. La dose normale de produit de contraste est 1,1mL/kg, mais s'il y a présence d'épanchement abdominale, la dose doit être doublée. Si possible, essayer de réchauffer le produit de contraste avant l'administration. Si l'état du patient le permet, le faire rouler de gauche à droite et soulever légèrement les postérieurs, afin que le produit empreigne l'abdomen crânial. La radiographie est effectuée directement après. Comme le produit de contraste est plus dense que l'eau, le patient doit être positionné sur le côté affecté.

Les critères majeurs utilisés dans cette étude pour évaluer les péritonéogrammes pour la hernie diaphragmatique sont :

- Présence de produit de contraste dans la cavité pleurale ou le sac péricardique.
- Absence d'une ligne normale de délimitation des lobes hépatiques dans l'abdomen.
- Visualisation incomplète de la ligne normale de la surface abdominale du diaphragme, critère de diagnostic le plus utile dans cette étude.

La présence ou l'absence de produit de contraste dans le thorax est un critère non significatif. Ce signe n'était présent que dans 50% des cas et était difficile à identifier. De plus, la présence de

fluide pleural dilue le produit de contraste mais la présence d'adhésions omentales serait probablement la cause la plus importante de ces faux-négatifs.

Les produits de contraste étant rapidement absorbés par la cavité péritonéale et excrétés principalement par les reins, les contre-indications sont l'hypovolémie, une hypersensibilité au produit, une insuffisance rénale et une péritonite.

Cette technique est simple, facile à interpréter et est préférée à d'autres techniques avec contraste comme l'utilisation de sulfate de baryum pour le haut appareil digestif car elle est moins invasive, plus rapide et présente moins de risque de complication. En revanche, les auteurs annoncent avoir eu un faux résultat faux positif et un résultat faux négatif. Cette méthode semble donc moins sensible que le transit baryté.

Moins invasive, facile de mise en œuvre, la péritonéographie proposée par Stickle apparaît moins sensible que le transit baryté

3.3. Les signes échographiques de la hernie péritonéo-péricardique

L'échographie est souvent utilisée pour diagnostiquer ce type de hernie congénitale, en seconde intention, après la radiographie [18]. C'est un outil efficace pour la détection de structures abdominales opaques de tissus mous présents dans le sac péricardique et difficile à différencier du cœur sur radiographie.

Le diagnostic échographique se fait grâce à principalement 3 éléments : la présence d'organes abdominaux dans le sac péricardique, une ligne de continuité entre le péricarde et le diaphragme et enfin une discontinuité de la ligne diaphragmatique d'échogénicité tissulaire en vue sagittale et para-sagittale (qui n'est pas forcément observable). Cependant, comme en radiographie, un des organes abdominaux le plus souvent impliqué est le foie, possédant quasi la même échogénicité que le poumon, donc ces échographies nécessitent une personne expérimentée. Les indices permettant de faire la différence avec le poumon sont la présence des vaisseaux portes et hépatiques. De même, certains auteurs décrivent l'utilisation de l'aspiration à l'aiguille fine et de la cytologie afin de différencier un organe hernié d'échogénicité similaire au poumon, comme le foie au poumon lui-même. La présence d'anse de l'intestin grêle est confirmée lors de l'observation de 2 lignes parallèles d'échogénicité tissulaire, comprenant du gaz à l'intérieur (échogénicité gazeuse (blanche)) ou des aliments ingérés. L'échographie permet également de différencier le foie de l'omentum et donc de renseigner au mieux le chirurgien sur l'implication des organes dans la hernie.

Le diaphragme est difficile à identifier à l'échographie, à moins qu'il y ait la présence d'épanchement pleural ou péritonéal. Cependant, dans le cas de patient présentant du liquide

d'épanchement dans le thorax et où le diaphragme est bien visible, une hernie diaphragmatique doit être suspectée. Et ceci tout particulièrement lors de cas de hernie péritonéo-péricardique, la présence de viscères abdominaux adjacents au cœur avec un aspect anormal du diaphragme peut être diagnostique de hernie. L'échographiste devra alors être très vigilant et considérer les nombreux artéfacts provoqués par le diaphragme, tels que les images en miroir du foie par exemple.

Le diagnostic échographique se fait grâce à principalement 3 éléments :

- Présence d'organes abdominaux dans le sac péricardique
- Ligne de continuité entre le péricarde et le diaphragme
- Discontinuité de la ligne diaphragmatique d'échogénicité tissulaire en vue sagittale et para-sagittale (pas toujours identifiable)

Outre le fait que l'échographie permet d'observer la présence d'organes herniés au niveau du sac péricardique, elle permet également, dans le même temps, d'évaluer la fonction cardiaque. Dans l'étude rétrospective de Banz et Gottfried [4] sur 31 chats et 8 chiens atteints de hernie péritonéo-péricardique de 2000 à 2007, l'échographie a permis de diagnostiquer ce type de hernie car tout d'abord, l'observation des organes herniés dans le sac péricardique et la présence d'une discontinuité du diaphragme sont diagnostiques mais également par le fait que les animaux atteints de ce type de hernie ont souvent des atteintes cardiaques visibles à l'échocardiographie. En effet, les hernies diaphragmatiques péritonéo-péricardiques sont souvent accompagnées d'anomalies congénitales cardiaques comme les sténoses aortiques, les persistance de canal aortique, les défauts de septum ventriculaire ainsi que les sténoses pulmonaires.

Dans l'étude de Reimer, Kyles, Filipowicz et Gregory [31] sur 66 chats atteints de hernie péritonéo-péricardique de 1987 à 2002, l'échographie thoracique a permis de confirmer un diagnostic de hernie péritonéo-péricardique pour 32 chats sur 33, lorsque la radiographie n'a trouvé aucun signe en faveur de hernie. Cet outil est donc très efficace, en seconde intention, dans le diagnostic de ce type de hernie.

Plus sensible que la radiographie, l'échographie est l'examen complémentaire de choix dans les cas de suspicion de hernie péritonéo -péricardique

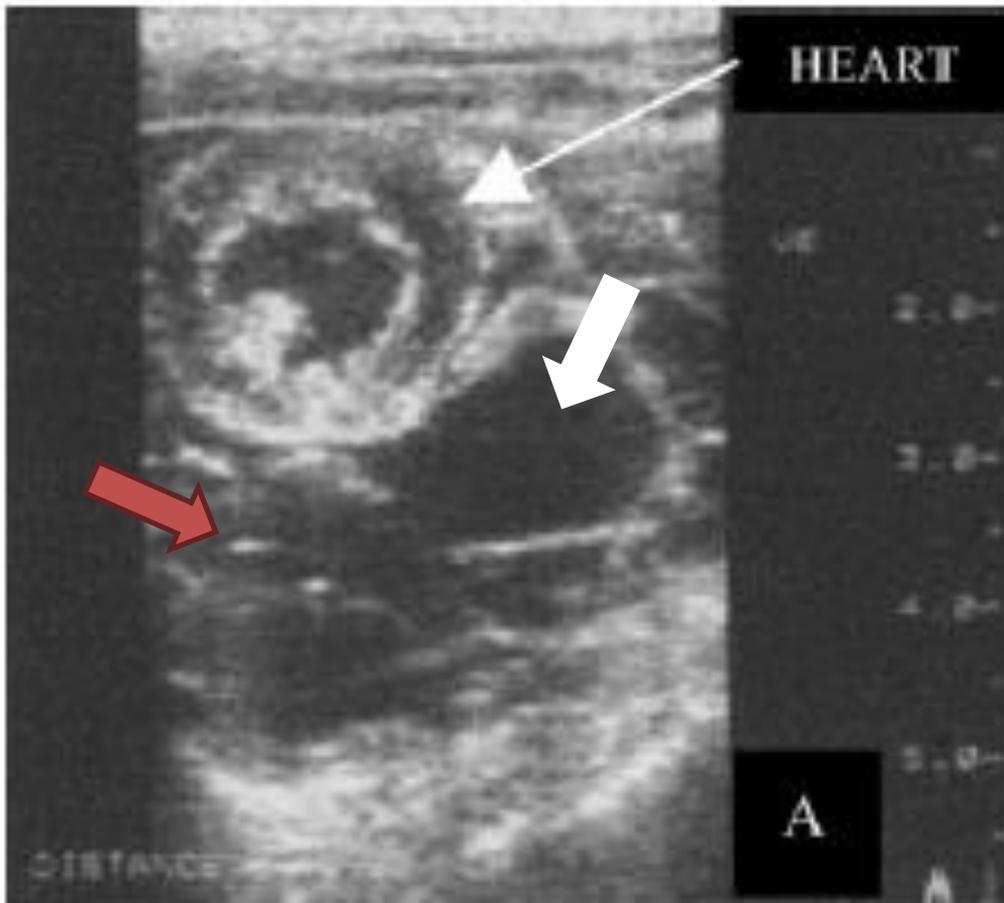


Figure 25 : Echographie thoracique du chat présenté précédemment. L'échographie permet de confirmer la hernie péritonéo-péricardique en mettant en évidence le lobe latéral droit hépatique (flèche rouge) présentant un kyste hépatique (flèche blanche) [23]

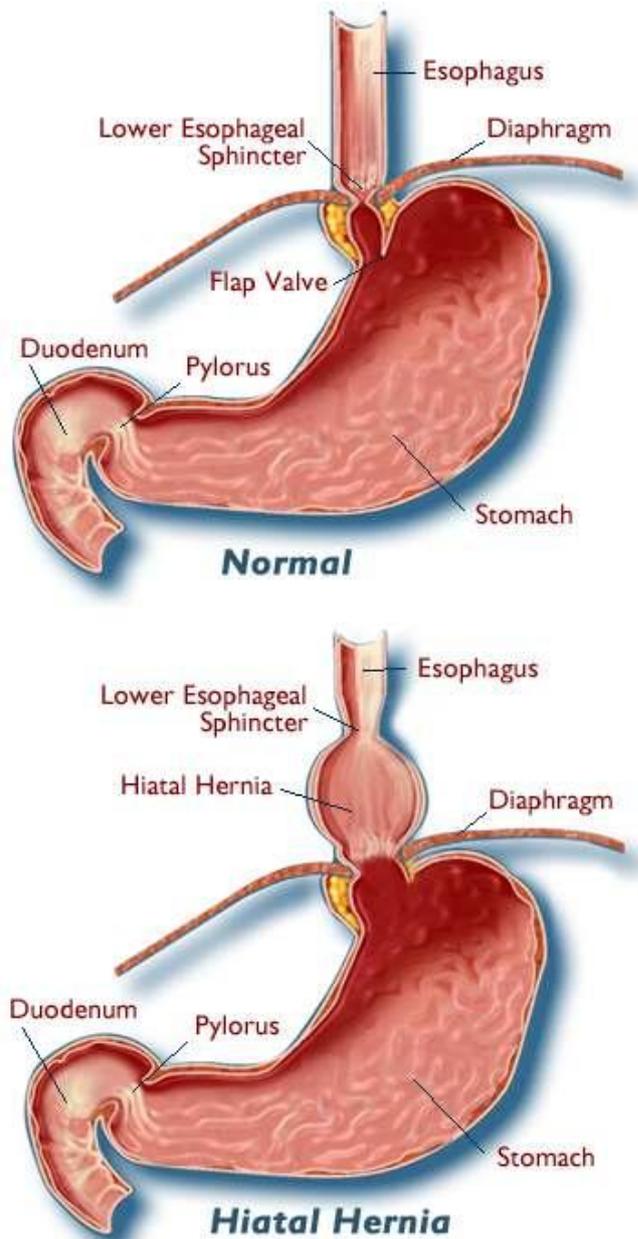
4. Le radiodiagnostic de la hernie diaphragmatique hiatale

4.1. La présentation clinique

Nous allons nous intéresser principalement dans cette partie à la hernie hiatale de type I, de loin la plus fréquente chez nos animaux de compagnie [2].

Pour rappel : il s'agit du passage du cardia au travers du hiatus œsophagien.

Figure 26 : Schéma explicatif de la hernie diaphragmatique [36]



L'âge de l'animal présenté sera le premier indice, étant une affection congénitale, elle est plus souvent diagnostiquée dès le jeune âge de l'animal.

Les signes cliniques de cette affection seront très différents de ceux retrouvés lors des autres types de hernies diaphragmatiques. On retrouvera : régurgitation, hyper salivation, vomissements et retard de croissance. Ces signes resteront de simples indicateurs et en aucun cas suffisants pour le

diagnostic de hernie hiatale ; le diagnostic différentiel étant reflux œsophagien, mégaoesophage, intussusception gastro-oesophagienne [45] et hernie hiatale.

On peut cependant retrouver des signes respiratoires ou cardiaques comme dans les autres types de hernies diaphragmatiques si la hernie implique une grosse portion de l'estomac ou d'autres organes abdominaux.

Il n'existe aucun signe pathognomonique de hernie hiatale

4.2. Les signes radiographiques de la hernie hiatale

La première chose à garder en tête lorsque l'on utilise l'outil d'imagerie pour diagnostiquer cette pathologie, c'est qu'elle peut être intermittente. Certains auteurs conseillent d'effectuer les examens d'imagerie estomac plein ou en exerçant une pression positive sur l'abdomen pour favoriser la hernie des organes susceptibles de passer dans la cavité thoracique. On peut donc ne retrouver aucun signe de cette affection sur un animal qui en est atteint. Les différents outils diagnostiques utilisés sont la radiographie sans produit de contraste, l'oesophagogramme avec utilisation de baryum et la fluoroscopie pour détecter les hernies hiatales intermittentes.

4.2.1. Utilisation de la radiographie sans produit de contraste

Dans un article paru dans le *JAVMA* [17], un chat de 3 ans est examiné pour des problèmes respiratoires, à la radiographie, un corps étranger (hameçon) est clairement visible dans l'abdomen central. En aval de ce hameçon, ce corps étranger, avec le fil de pêche qui y est attaché, ont causé une hernie hiatale. Celle-ci est clairement visible à la radiographie sans produits de contraste.

De manière générale, les signes radiographiques de hernie hiatale de type 1 sont :

- Une masse semi-circulaire tissulaire, fusionnant avec l'ombre hépatique, localisée entre la veine cave caudale et l'aorte sur les vues latérales et dans le médiastin caudal en vue dorso-ventrale, superposée à l'ombre hépatique.
- La présence de gaz dans l'estomac hernié peut permettre la reconnaissance des plis gastriques. Si une large portion d'estomac est herniée et incarcerated, une structure large de radio-opacité kystique entourée par un bord fin d'opacité tissulaire peut être visualisée. Dans ce cas, un collapsus pulmonaire et une modification médiastinale du côté controlatéral est également visible.
- Des signes radiographiques de pneumonie par aspiration peuvent être également associés.

Les signes radiographiques peuvent être absents, particulièrement durant l'expiration, due à la nature coulissante de la hernie. La radiographie positionnelle n'est généralement pas un moyen satisfaisant dans la détection de ce type de hernie.

Plus généralement, sans produit de contraste, une structure plus ou moins ovoïde d'opacité compatible avec la paroi stomacale, ou encore aérique si celui-ci est rempli de gaz, sera visible dans le thorax caudal.

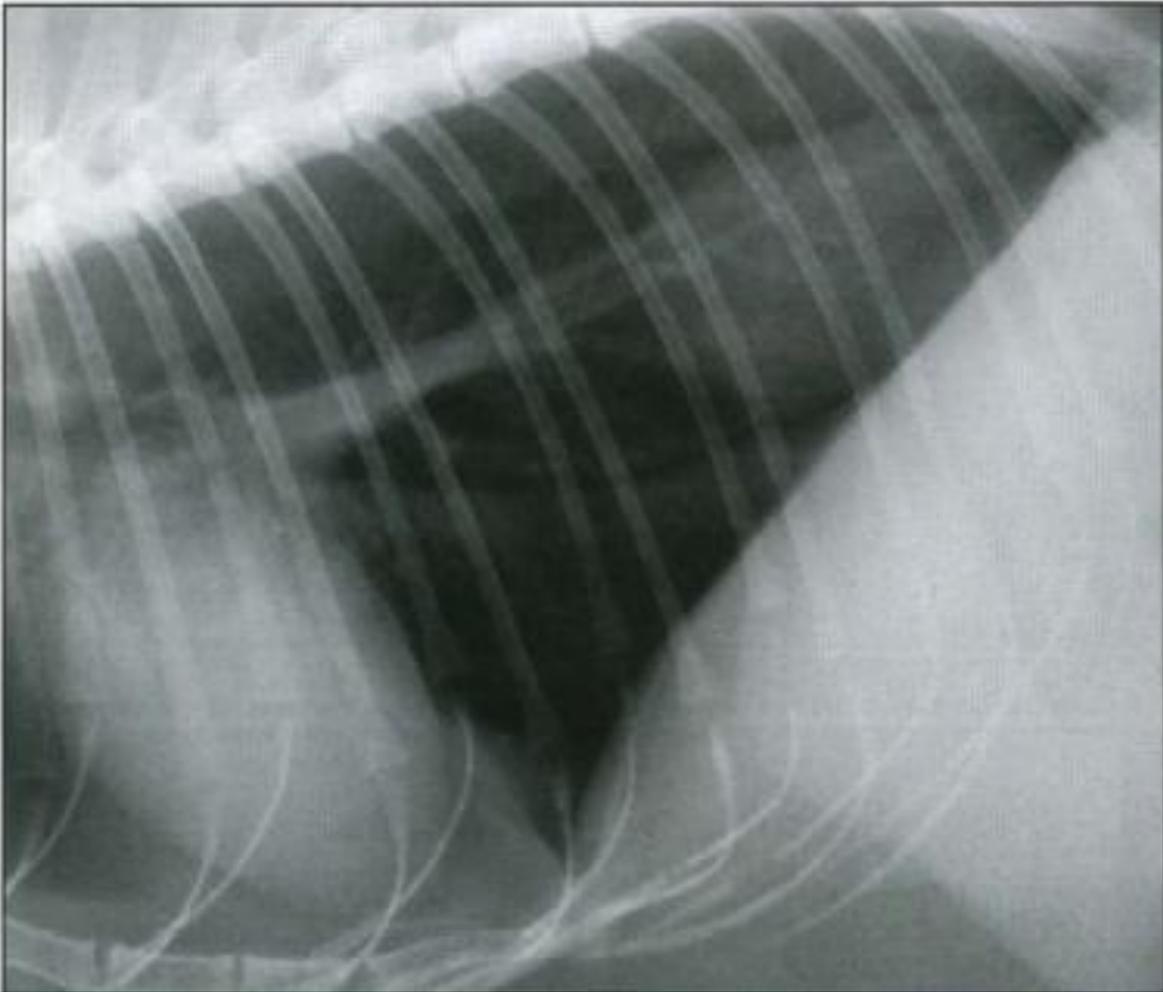


Figure 27 : Radiographie thoracique de profil d'un chat. La structure ovoïde dorso-caudale dans le thorax est le fundus stomacal [36]

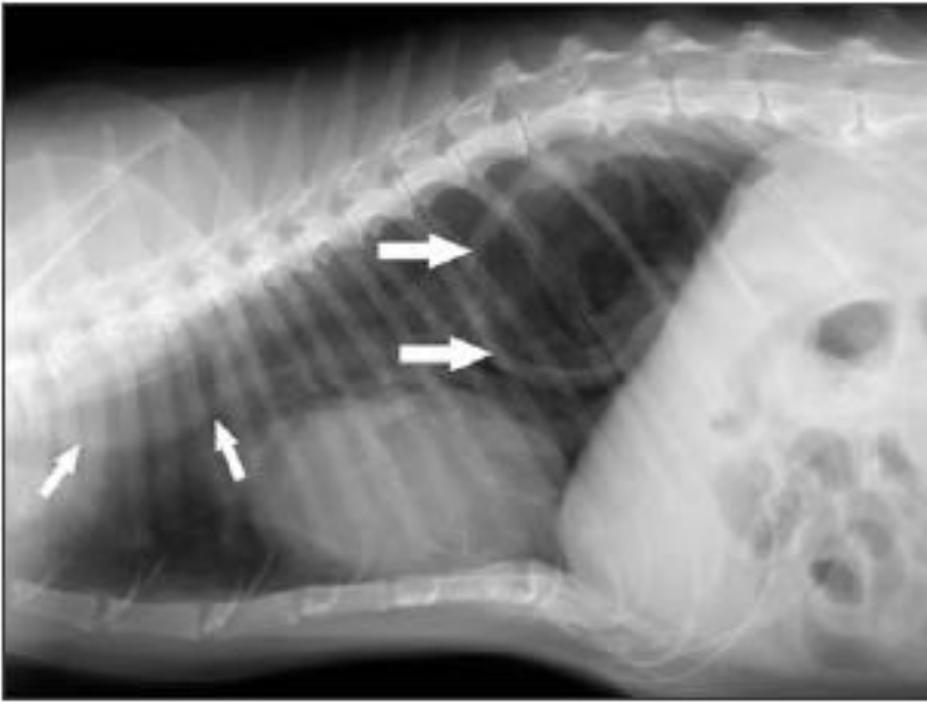


Figure 28 : Radiographie thoracique sous incidence latérale. On remarque la présence de la bulle stomacale (flèches) dans le thorax ainsi que la dilatation liquidienne et aérique œsophagienne crâniale [20]

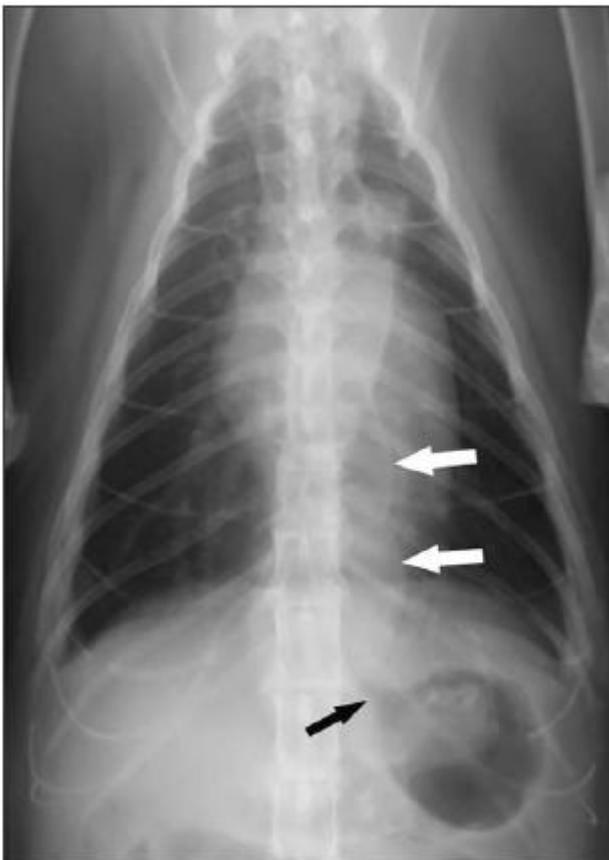


Figure 29 : Radiographie de face du même chat [20]

4.2.2. Utilisation de la radiographie avec produit de contraste

Les radiographies avec produits de contraste peuvent aider au diagnostic :

- Un oesophagogramme au baryum peut confirmer la suspicion de hernie hiatale coulissante. Comme le bas sphincter œsophagien fait un mouvement de va et vient, il peut être dans la position normale au moment de l'étude.
- Les *rugae* gastriques peuvent être visibles dans le médiastin caudal et l'abdomen crânial, séparés par un rétrécissement marqué au niveau du hiatus œsophagien.
- Le bas hiatus œsophagien peut être vu crânialement au cardia comme une indentation creuse. Cependant, ceci peut également être remarqué lors de désordres œsophagiens, comme les strictions ou masses œsophagiennes.

L'exploration par produit de contraste du tractus digestif proximal permet donc de confirmer l'origine digestive d'une masse suspecte observée dans un premier temps sans produit de contraste.

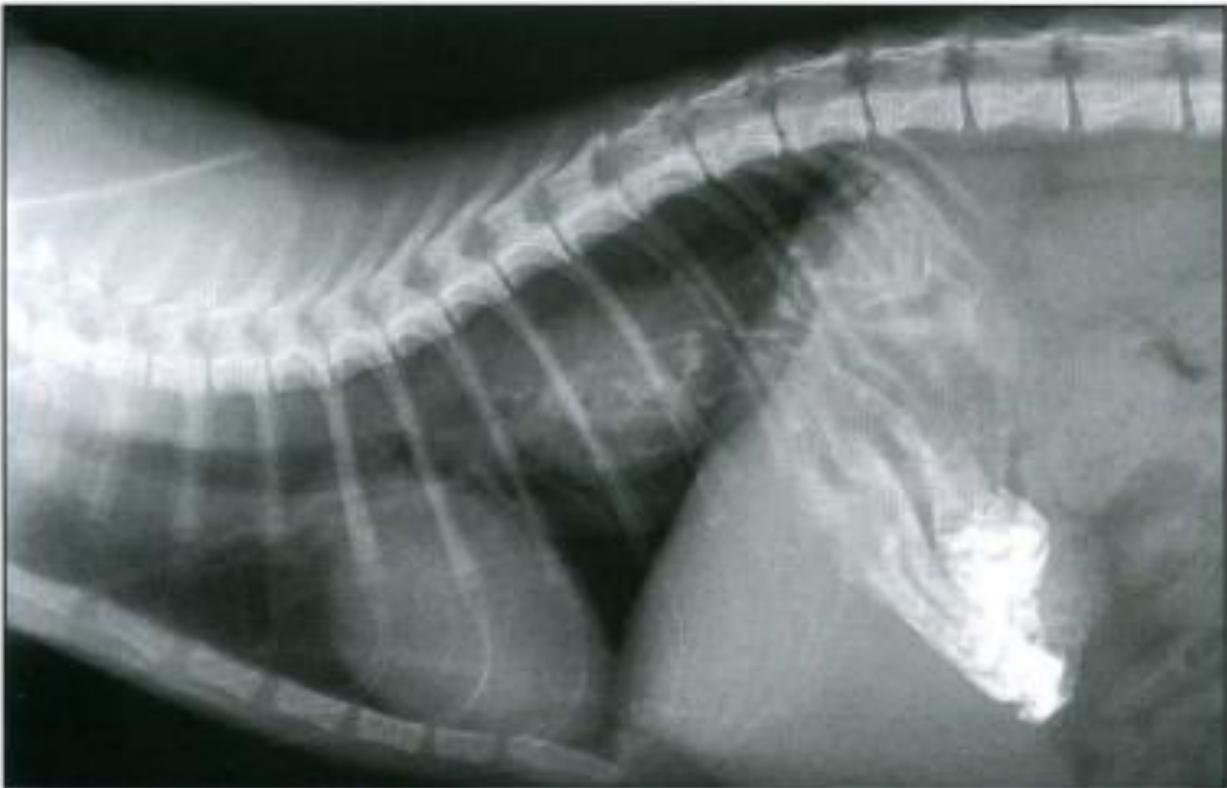


Figure 30 : Radiographie thoracique de profil d'un chat. Le fundus stomacal apparaît clairement en région dorso-caudale grâce au produit de contraste [19]

4.3. Les signes échographiques de la hernie hiatale

Ce type d'affection peut être difficile à diagnostiquer à l'aide de l'outil radiographique. La première difficulté à l'échographie est la même que dans le cas de la radiographie : la possible intermittence de cette pathologie. Lors de l'échographie, il faut repérer la jonction entre l'œsophage et le cardia de l'estomac pour faire la différence entre un possible mégaoesophage et une hernie diaphragmatique. De même, lorsque le foie est impliqué dans la hernie, il faudra être vigilant à la différence entre l'échogénicité du foie et celle d'un poumon atteint par une pneumonie (pathologie courante par fausse déglutition chez les animaux atteints de hernie diaphragmatique) qui sont très proches.

Les signes dans le cas d'une hernie diaphragmatique de glissement (ou type I) sont :

- Une dilatation de l'œsophage.
- Un œsophage avec une diminution de la motilité.
- La présence du sphincter gastro-œsophagien dans le thorax.

Quelle que soit la technique utilisée, il faut garder à l'esprit que la hernie hiatale peut être une pathologie intermittente

4.4. Utilisation de la fluoroscopie

Cet outil n'est pas toujours très accessible en pratique mais peut être très utile dans le diagnostic différentiel des dysphagies et donc dans celui de la hernie hiatale. Le premier avantage de la fluoroscopie sur la radiographie est la durée. L'image n'est, dans le cadre de cet examen, pas figée mais permet d'observer les structures sur une période de temps. Cela permettra d'une part de voir par exemple un bolus de produit de contraste cheminer dans le tractus digestif supérieur et ainsi d'apprécier la motilité de ce dernier, l'efficacité du sphincter, les possibles reflux. D'autre part, cet examen permettra d'évaluer dans le temps les possibles aller et retour d'une portion de l'estomac dans et hors de la cavité thoracique.

Les signes à mettre en évidence seront les mêmes que dans le cadre de l'échographie avec la possibilité supplémentaire de pouvoir observer grâce au produit de contraste, les reflux gastro-œsophagiens.

5. Le radiodiagnostic de la hernie diaphragmatique pleuro-péritonéale

5.1. La présentation clinique

La hernie pleuro-péritonéale est définie comme un défaut diaphragmatique subtotal dans lequel la séreuse sur la surface crâniale de diaphragme reste intacte, prévenant ainsi la communication directe entre les cavités pleurale et péritonéale. Elles sont certainement dues à l'arrêt prématuré de la croissance des tissus musculaires ou collagèneux. A la faveur d'un trauma ou d'une autre cause, un organe ou une partie d'organe abdominal va faire hernie dans l'abdomen, en restant inclus dans un sac séreux. Dans ce cas de hernie, on ne peut pas conclure à un défaut congénital sans s'assurer par la chirurgie que les tissus n'ont pas été lésés par un trauma.

Les signes cliniques de ce type de hernie sont souvent frustrés voire inexistantes. Les organes impliqués dans la hernie restant contenus dans un « sac » composé de la séreuse crâniale du diaphragme, leur impact sur la sphère cardio-respiratoire est très limité. Dans un article paru dans le *Journal of Feline Medicine and Surgery* [10], un chat présenté suite à un accident de la voie publique, ne présentant aucun signe respiratoire ou cardiaque de lésion, est radiographié dans le cadre d'un bilan traumatique. Une hernie pleuro-péritonéale est alors diagnostiquée.

5.2. Les signes radiographiques de la hernie pleuro-péritonéale

5.2.1. Utilisation de la radiographie sans produit de contraste

A la radiographie sans produit de contraste, cette hernie se reconnaîtra par la présence d'une masse d'opacité équivalente à celle de la graisse aux bords bien circonscrits, faisant protrusion dans le thorax et en continuité avec le diaphragme [48].

Il faut faire attention à ne pas prendre cette hernie pour une masse pulmonaire.

Dans un article paru dans le *Journal of Feline Medicine and Surgery* [10], les auteurs évoquent le cas d'un chat présenté pour des symptômes neurologiques (ataxie et changements de comportement).

Des radiographies thoraciques ont permis de mettre en évidence une hernie pleuro-péritonéale.

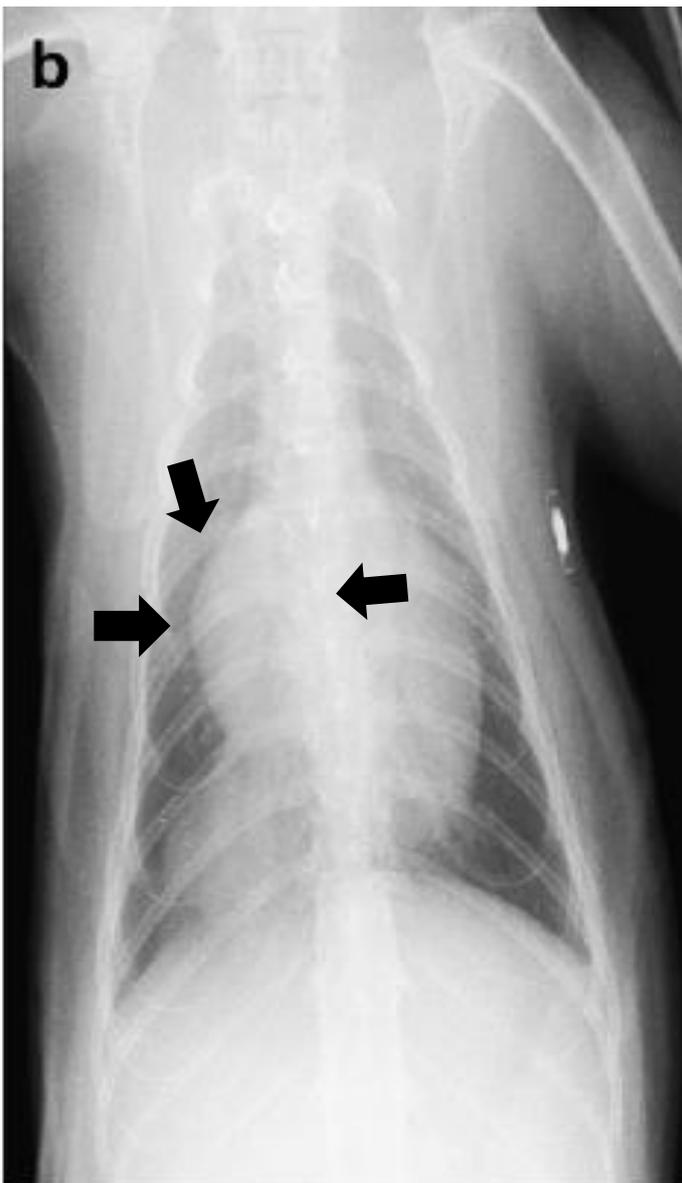


Figure 31 : Radiographies profil droit (a) et dorso-ventrale (b) d'un thorax de chat. Une petite masse bien circonscrite d'opacité mixte (graisse/tissu mou) est visible s'étendant du diaphragme à la pointe du cœur (flèches noires) [10]

Il est impossible, avec ce simple examen de faire la différence entre une hernie pleuro-péritonéale et une hernie acquise par rupture du diaphragme. Si aucun examen avec produit de contraste n'est mené, le diagnostic de certitude sera posé lors de la chirurgie (ce qui a été le cas ici).

Cette image peut également correspondre à une masse diaphragmatique et peut mimer une masse pulmonaire ou médiastinale (si sa continuité avec le diaphragme n'est pas mise en évidence).

5.2.2. Utilisation de la radiographie avec produit de contraste

La péritonéographie avec produit de contraste permet de confirmer le diagnostic de ce type de hernie. C'est la technique qu'utilise Parry dans une publication de 2009 dans le *Journal of Feline medicine and surgery* [29]. Il administra pour cela 2mL/kg d'iohexol dans la cavité abdominale. Cette méthode permet de mettre de mettre en évidence l'accumulation du produit de contracte dans le sac herniaire.

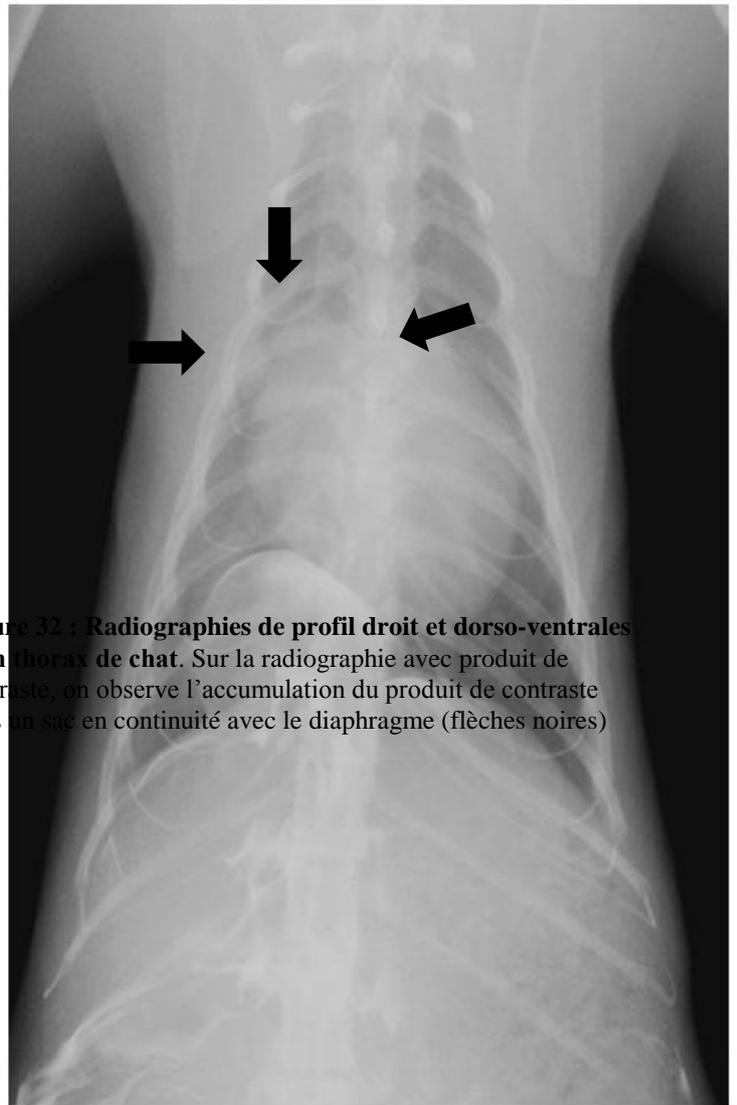
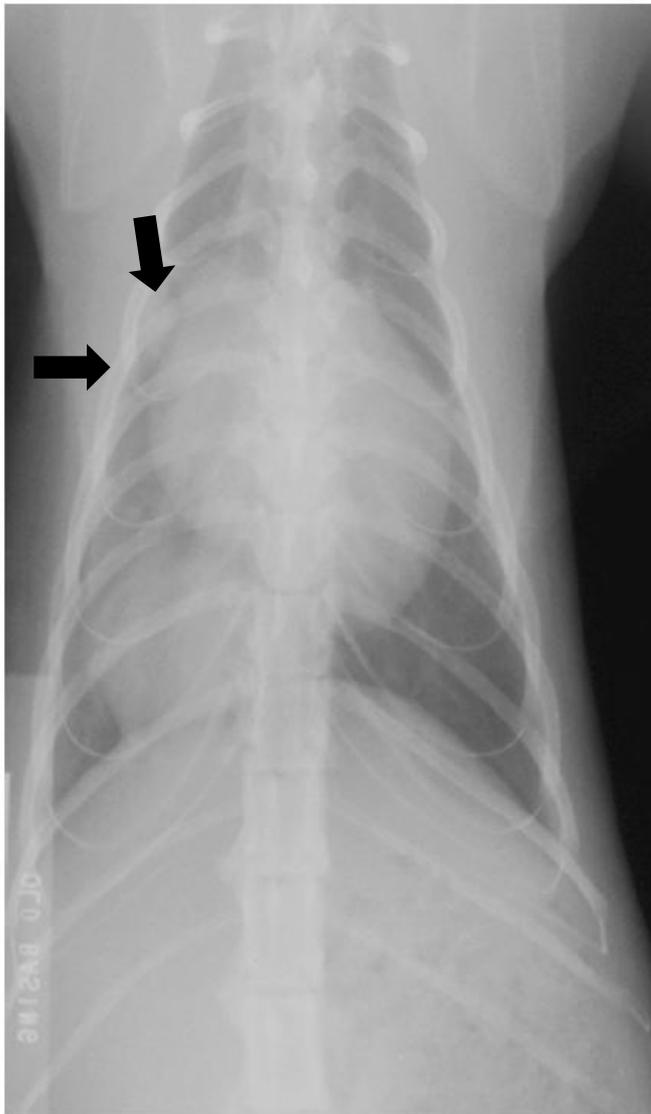
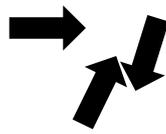
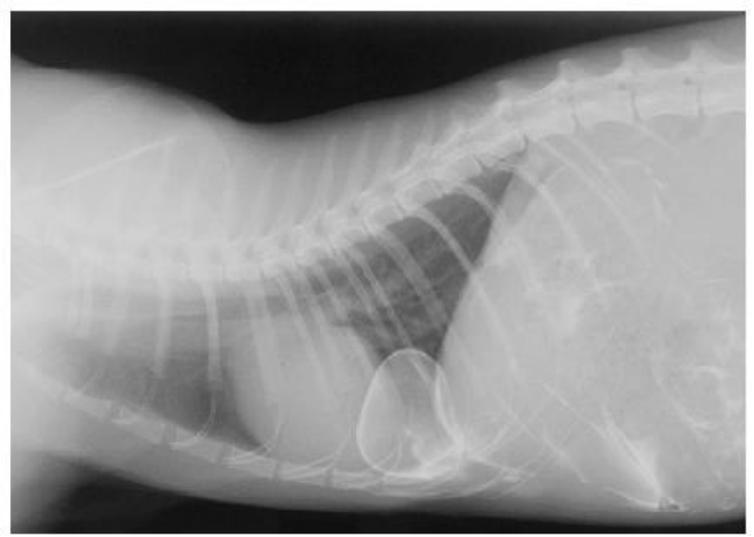
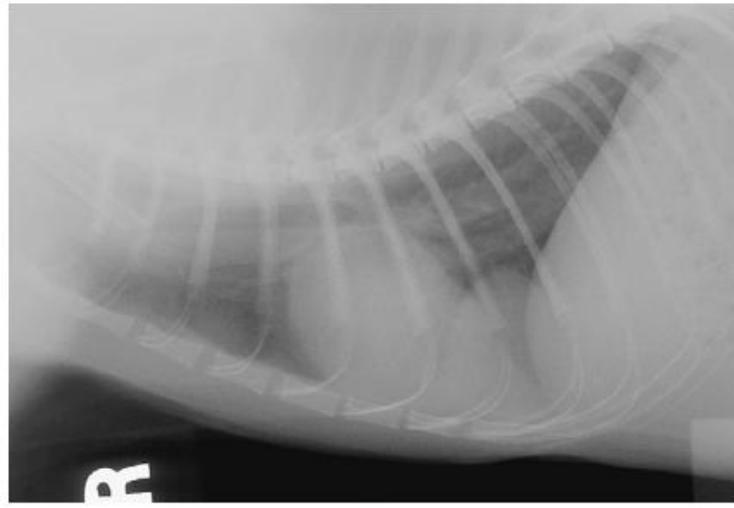


Figure 32 : Radiographies de profil droit et dorso-ventrales d'un thorax de chat. Sur la radiographie avec produit de contraste, on observe l'accumulation du produit de contraste dans un sac en continuité avec le diaphragme (flèches noires) [29]

Cette procédure est simple et sans danger. On peut utiliser pour la réaliser des agents de contraste ioniques ou non ioniques solubles dans l'eau. Les contre-indications à l'utilisation de cette technique sont : péritonite, hypovolémie, insuffisance rénale ou allergie au produit de contraste. On peut avoir des faux négatifs si un organe est étranglé dans la hernie et empêche le passage du produit de contraste.

5.3. Les signes échographiques de la hernie pleuro-péritonéale

L'échographie sera, avec la péritonéographie (et le scanner [27] ou l'IRM), les seuls moyens non invasifs de diagnostic de certitude de ce type de hernie [46].

Comme pour les autres type de hernie, on procèdera par voie trans-hépatique, pour mettre ici en évidence un contenu abdominal faisant hernie et circonscrit dans un fin feuillet.

CONCLUSION / SYNTHÈSE

Qu'elles soient acquises ou congénitales, les différentes formes de hernie diaphragmatique répondent toutes à la même définition : le passage d'un organe abdominal ou d'une partie de celui-ci dans la cavité thoracique, qu'il y ait ou non une rupture diaphragmatique.

Il existe différents types de hernies diaphragmatiques :

- Hernies diaphragmatiques acquises. Il n'existe pas de prédisposition de race, de sexe ou encore d'âge, la cause de ce type d'hernie est le plus souvent traumatique (AVP, chat parachutiste).
- Hernies diaphragmatiques congénitales, plus fréquentes chez les jeunes animaux ou découvertes fortuitement :
 - Péritonéo-péricardique, la plus fréquente.
 - Hiatale.
 - Pleuro-péritonéale.

Ces différents types de hernies diaphragmatiques sont caractérisés par des signes cliniques (respiratoires et gastro-intestinaux le plus souvent) et radiographiques très différents. Les signes radiographiques seront dit directs si la présence d'un seul de ces signes peut permettre le diagnostic de hernie diaphragmatique, ou indirects s'ils sont évocateurs uniquement.

Les signes directs	Les signes indirects
Interruption de la silhouette diaphragmatique sur une ou deux projections.	Déplacement d'un ou des lobes pulmonaires dorsalement ou latéralement.
Obstruction des poumons dans un ou les deux hémi thorax par un tissu de densité non homogène.	Déplacement du médiastin ou du cœur.
Thorax trop radio transparent si on a la hernie d'un estomac dilaté ou d'intestin plein de gaz.	Augmentation du volume thoracique comparé au volume abdominal.
Angulation du diaphragme par rapport à la colonne vertébrale diminué en projection latérale.	Impossibilité d'obtenir une vue nette de l'angle cardio-phrénique en vue dorso-ventrale ou ventro-dorsale.
Divergence des coupoles diaphragmatiques.	Manque d'une ou plusieurs silhouettes d'organes abdominaux.
	Image d'anse duodénale, de colon transverse, du pylore ou du corps de l'estomac anormalement près du diaphragme.
	Axe de l'estomac crânio-ventral au lieu d'être caudo-ventral.
	Silhouette hépatique trop petite.
	Fracture costale caudale.
	Présence d'épanchement pleural.

Tableau 8 : Rappel des signes radiographique de hernies diaphragmatiques en général.

Chaque type de hernie diaphragmatique étudié dans cette thèse peut se diagnostiquer grâce à la radiographie, certains signes permettront de s'orienter vers l'un ou l'autre type de hernie diaphragmatique.

	Signes radiographiques	Signes radiographiques avec produit de contraste
Hernie diaphragmatique acquise	<p>Le diaphragme : modification de la ligne diaphragmatique, de la position des hémi coupoles et contraste foie/diaphragme.</p> <p>Thorax : densité intra thoracique, épanchement pleural, déplacement éventuel du médiastin, pneumothorax, déplacement de la trachée.</p> <p>Le cœur : position, silhouette cardiaque, angle cardio-phrénique.</p> <p>Les poumons : déplacement des segments bronchiques, silhouette pulmonaire modifiée, visibilité de la vascularisation pulmonaire et son état.</p> <p>Abdomen : présence de gaz, forme de l'abdomen, perte de la silhouette de certains organes, déplacement d'organes, perte du ligament falciforme, axe de l'estomac.</p> <p>Divers : signes traumatiques.</p>	<p>Transit baryté :</p> <p>Repérer si l'estomac ou une autre partie du tractus digestif proximal est passé dans la cavité thoracique.</p> <p>Déplacement du contenu de l'abdomen dans le cas d'un passage du foie dans la cavité thoracique.</p> <p>Péritonéographie :</p> <p>Si la brèche n'est pas obstruée par un organe ou une partie d'organe hernié :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perte de la silhouette diaphragmatique. - Passage du produit de contraste dans l'espace extra pleurale.
Hernie hiatale	<p>Masse semi-circulaire tissulaire, fusionnant avec l'ombre hépatique, localisée entre la veine cave caudale et l'aorte sur les vues latérales et dans le médiastin caudal en vue dorso-ventrale, superposée à l'ombre hépatique.</p> <p>Attention à la possible intermittence des signes</p>	<p>Oesophagogramme au baryum peut confirmer la suspicion de hernie hiatale coulissante.</p> <p>Parties de l'estomac visibles dans le médiastin caudal et l'abdomen crânial, séparés par un rétrécissement marqué au niveau du hiatus œsophagien.</p> <p>Attention à la possible intermittence des signes</p>
Hernie pleuro péritonéale	<p>Masse d'opacité équivalente à celle de la graisse aux bords bien circonscrits, faisant protrusion dans le thorax et en continuité avec le diaphragme.</p>	<p>Péritonéographie avec produit de contraste permet de confirmer le diagnostic de ce type de hernie par le passage de produit de contraste dans le sac herniaire.</p>
Hernie péritonéo péricardique	<ul style="list-style-type: none"> - Identification d'organes abdominaux dans le sac péricardique. - Silhouette cardiaque large et ronde. 	<p>Transit baryté :</p> <p>Si une partie du tractus digestif est hernié et que le transit se fait encore.</p> <p>Péritonéographie :</p>

Tableau 9 : Rappel des signes radiographiques spécifiques des différents types de hernie diaphragmatique.

REFERENCES

1. Al-Nakeeb SM. Canine and Feline Traumatic Diaphragmatic Hernias. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1971. Volume 159(2) : p 1422-1427
2. Arndt JW, Marks SL, Kneller SK. What Is Your Diagnosis? *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2006. Volume 228(5) : p 693-694
3. Atkins CE. Suspect Congenital Peritoneopericardial Diaphragmatic Hernia in an Adult Cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1974. Volume 165(2) : p 175-176
4. Banz AC, Gottfried SD. Peritoneopericardial Diaphragmatic Hernia: A Retrospective Study of 31 Cats and Eight Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2010. Volume 46 : p 398-404
5. Benitah N, Matousek JL, Bames RF, Lichtensteiger CA, Campbell KL. Diaphragmatic and perineal hernias associated with cutaneous asthenia in a cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004. Volume 224(5) : p 706-709
6. Berry CR, Koblik PD, Ticer JW. Dorsal peritoneopericardial mesothelial remnant as an aid to the diagnosis of feline congenital peritoneopericardial diaphragmatic hernia. *Veterinary Radiology*. 1990. Volume 31(5) : p 239-245
7. Brasmer et al. Diaphragmatic hernia : a serie of cases. *North American Veterinary*. 1952. Volume 33 : p 108-112
8. Brodey et al. Diagnosis and surgical correction of peritoneopericardial diaphragmatic hernia in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1960. Volume 1(82) : p 137:177
9. Carb A. Diaphragmatic hernia in a dog and cat. *Veterinary clinics of North America : Small animal practice*. 1975. Volume 5 : p 477
10. Cariou MPL, Shihab N, Kenny P, Baines SJ. CASE REPORT: Surgical management of an incidentally diagnosed true pleuroperitoneal hernia in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009. Volume 11: p 873-877
11. Conchou F. *Cours d'imagerie médicale A2, (ENVT), Toulouse, 2007*
12. Cook JL, Albrecht MA, Gores BR. What Is Your Diagnosis? *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1996. Volume 208(12) : p 1975-1976
13. Evans SM, Biery DN. Congenital peritoneopericardial diaphragmatic hernia in the dog and cat : A literature review and 17 additional case histories. *Veterinary Radiology*. 1980. Volume 21(3) : p 108-116
14. Formaggini L, Schmidt K, De Lorenzi D. CASE REPORT: Gastric dilatation-volvulus associated with diaphragmatic hernia in three cats : clinical presentation, surgical treatment and presumptive aetiology. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2008. Volume 10 : p 198-201
15. Garson et al. Diaphragmatic hernia : Analysis of 56 cases in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*. 1980
16. Green EM. What is your Diagnosis? *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2000. Volume 216(1) : p 23-24
17. Grevemeyer B, Tacke S. What Is Your Diagnosis? *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1999. Volume 214(1) : p 31-32
18. Hay WD, Woodfield JA, Moon MA. Clinical, echocardiographic, and radiographic findings of peritoneopericardial diaphragmatic hernia in two dogs and a cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1989. Volume 195(9) : p 1245-1248
19. Hyun C. Radiographic diagnosis of diaphragmatic hernia : review of 60 cases in dogs and cats. *Journal of Veterinary Science*. 2004. Volume 5(2) : p 157-162
20. Joest, Spezielle. Pathologische Anatomie der Haustiere, 2nd éd. Schoest. 1921. P 347-350
21. Kibar M, Bumin A, Alkan Z. Use of peritoneography (positive contrast cheliography) and ultrasonography in the diagnosis of diaphragmatic hernia : review of 35 cats. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 2006. Volume 157(6) : p331-335
22. Kuhnt. Zur Hernia diaphragmatica traumatica bei Hund und Katze. *Berl Munchn tierarztl Wschr*. 1974. Volume 87: p 25-28

23. Liptak JM, Bissett SA, Allan GS, Zaki S, Malik R. CASE REPORT: Hepatic cysts incarcerated in a peritoneopericardial diaphragmatic hernia. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2002. Volume 4: p 123–125
24. Marolf A, Kraft S, Lowry J, Pelsue D, Veir J. Radiographic diagnosis-Right kidney herniation in a cat. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2002. Volume 43(3) : p 237-240
25. Milnes et al. The surgical repair of ruptures diaphragm. *Veterinary record*. 1954. Volume 66 : p 13-14
26. Minihan AC, Berg J, Evans KL. Chronic Diaphragmatic Hernia in 34 Dogs and 16 Cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2004. Volume 40 : p 51-63
27. Oliveira CR, Mitchell MA, O'Brien RT. Thoracic computed tomography in feline patients without use of chemical restraint. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2011. Volume 52(4) : p 368-376
28. Pommer et al. Hernia diaphragmatica pericardialis bei Hunden wientierarzl Moschr. 1951. Volume 380: p 497-507
29. Parry A. Case report : Positive contrast peritoneography in the diagnosis of a pleuroperitoneal diaphragmatic hernia in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2010. Volume 12 : p 141-143
30. Reichle JK, Wisner ER. Non-cardiac thoracic ultrasound in 75 feline and canine patients. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2000. Volume 41(2) : p 154-162
31. Reimer SB, Kyles AE, Filipowicz DE, Gregory CR. Long-term outcome of cats treated conservatively or surgically for peritoneopericardial diaphragmatic hernia: 66 cases (1987-2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2004. Volume 224(5) : p 728-732
32. Rendano VT. Polycystic kidneys and peritoneopericardial diaphragmatic hernia in the cat : a case report, *Journal of Small Animal Practice*. 1976. Volume 17(7) : p 479-485
33. Roudebush P, Burns J. Pleural effusion as a sequela to traumatic diaphragmatic hernia : A review of four cases. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 1979. Volume 15 : p 699-706
34. Ruberte J, Sautet J. *Atlas d'anatomie du chien et du chat, Volume n°2*. 1997
35. Schmiedt CW, Tobias KM, Stevenson MC. Traumatic diaphragmatic hernia in cats: 34 cases (1991–2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2003. Volume 222(9) : p 1237-1240
36. Schwarz T, Johnson V, *BSAVA Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging*. 2008. Chapitre 14, p 367-374
37. Sivacolundhu RK, Read RA, Marchevsky AM. Hiatal hernia controversies-A review of pathophysiology and treatment options. *Australian Veterinary Journal*. 2002. Volume 80(1-2) : p 48-53
38. Smith SA, Goggin JM, Kraft SJ. What Is Your Diagnosis? *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1999. Volume 214(4) : p 479-480
39. Spattini G, Rossi F, Vignoli M, Lamb CR. Use of ultrasound to diagnose diaphragmatic rupture in dogs and cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2003. Volume 44(2) : p 226-230
40. Stickle RL. Positive-contrast celiography (peritoneography) for the diagnosis of diaphragmatic hernia in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1984. Volume 185(3) : p 295-298
41. Störk CK, Hamaide AJ, Schwedes C, Clercx CM, Snaps FR, Balligand MH. CASE REPORT: Hemiurothorax following diaphragmatic hernia and kidney prolapse in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2003. Volume 5: p 91–96
42. Stowater JL, Lamb CR. Ultrasonography of noncardiac thoracic diseases in small animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1989. Volume 195(4) : p 514-520
43. Suter PF, Lord PF. *Thoracic Radiography : A text atlas of thoracic diseases of the dog and cat*. 1984. Chapitre 6 : p 179-204
44. Thrall DE. *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*, fifth edition, Saunders Elsevier. 2007. Chapitre 30 : p 525-540

45. Van Camp S, Love NE, Kumaresan S. Radiographic diagnosis-Gastroesophageal intussusception in a cat. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 1998. Volume 39: p 190-192
46. Voges AK, Bertrand S, Hill RC, Neuwirth L, Schaer M. True diaphragmatic hernia in a cat. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 1997. Volume 38(2) : p 116-119
47. Walker et al. Rupture of the diaphragm : report of 32 cases in dogs and cats. *Veterinary Record*. 1965. Volume 17(77) : p 830-837
48. White JD, Tisdall PLC, Norris JM, Malik R. CASE REPORT: Diaphragmatic hernia in a cat mimicking a pulmonary mass. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2003. Volume 5: p 197-201
49. Willard MD, Aronson E. Peritoneopericardial Diaphragmatic Hernia in a Cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1981. Volume 178(5) : p 481-483
50. Wilson GP, Newton CD, Burt JK. A Review of 116 Diaphragmatic Hernias in Dogs and Cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1971. Volume 159(9) : p 1142-1145
51. Wilson GP, Hayes. Diaphragmatic hernia in the dog and cat : a 25 years overview. *Vet. Med. Small animal medicine and surgery*. 1986. Volume 1(4) : p 318-326.

Toulouse, 2011

NOM : LABARDE

Prénom : Claire

TITRE : LE RADIODIAGNOSTIC DE LA HERNIE DIAPHRAGMATIQUE CHEZ LE CHAT : REVUE D'IMAGERIE.

RESUME :

Les hernies diaphragmatiques sont des affections auxquelles le vétérinaire praticien peut être confronté de manière relativement fréquente. Or, la diversité des types de hernies diaphragmatiques peut rendre leur diagnostic difficile. Cette thèse a pour but de proposer au vétérinaire praticien une revue d'imagerie complète, afin de faciliter sa démarche diagnostique face à ce type de pathologie. Les signes radiologiques des grands types de hernies diaphragmatiques (qu'elles soient acquises ou congénitales) y sont présentés.

MOTS-CLES : HERNIE DIAPHRAGMATIQUE, CHAT, HERNIE, TRAUMATOLOGIE, FELINE, PERITONEO PERICARDIQUE, PLEURO PERITONEAL, HIATALE, IMAGERIE, RADIOGRAPHIE, ECHOGRAPHIE, RADIO DIAGNOSTIC

ENGLISH TITLE : RADIO DIAGNOSIS OF DIAPHRAGMATIC HERNIA IN THE CAT : IMAGING STUDY.

ABSTRACT :

Diaphragmatic hernias are affections that the practitioner can have to deal with frequently. However, the diversity of the type of diaphragmatic hernias makes them diagnosis tricky. The goal of this study is to give the veterinarian a practical tool to diagnose this type of affection. Major radiological signs of principal types of diaphragmatic hernias (acquired and congenital) are referenced in there.

KEYWORDS: DIAPHRAGMATIC HERNIA, CAT, HERNIA, TRAUMATOLOGY, FELINE, PERITONEO PERICARDIAL, PLEURO PERITONEAL, HIATAL, IMAGING, RADIOGRAPH, ULTRASOUND, RADIO DIAGNOSIS