

ECHOGRAPHIE DU CRISTALLIN DU CHIEN

Etude bibliographique

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2008
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Pauline Olivia Christiane BOUBALS
Née le 5 Mai 1983 à Montpellier (34)

Directeur de thèse : **M. le Professeur Alain REGNIER**

JURY

PRESIDENT :
M. ARNE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
M. REGNIER
Mme. DIQUELOU

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de
TOULOUSE



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	: M.	A. MILON
Directeurs honoraires	M.	G. VAN HAVERBEKE
	M.	P. DESNOYERS
Professeurs honoraires	M.	L. FALIU
	M.	C. LABIE
	M.	C. PAVAU
	M.	F. LESCURE
	M.	A. RICO
	M.	A. CAZIEUX
	Mme	V. BURGAT
	M.	J. CHANTAL
	M.	J.-F. GUELF
	M.	M. EECKHOUTTE
	M.	D. GRIESS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. BRAUN Jean-Pierre, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. DORCHIES Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. EUZEBY Jean, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. TOUTAIN Pierre-Louis, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. AUTEFAGE André, *Pathologie chirurgicale*
M. BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. CORPET Denis, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
M. DELVERDIER Maxence, *Anatomie pathologique*
M. ENJALBERT Francis, *Alimentation*
M. FRANC Michel, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. MARTINEAU Guy-Pierre, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. PETIT Claude, *Pharmacie et Toxicologie*
M. REGNIER Alain, *Physiopathologie oculaire*
M. SAUTET Jean, *Anatomie*
M. SCHELCHER François, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme BENARD Geneviève, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. BERTHELOT Xavier, *Pathologie de la Reproduction*
M. CONCORDET Didier, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
M. DUCOS Alain, *Zootecnie*
M. DUCOS de LAHITTE Jacques, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. GUERRE Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
Mme KOLF-CLAUW Martine, *Pharmacie - Toxicologie*
M. LEFEBVRE Hervé, *Physiologie et Thérapeutique*
M. LIGNEREUX Yves, *Anatomie*
M. PICAUVET Dominique, *Pathologie infectieuse*
M. SANS Pierre, *Productions animales*
Mlle. TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des équides et des carnivores domestiques*

INGENIEUR DE RECHERCHE

- M. TAMZALI Youssef, *Responsable Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAÎTRE DE CONFÉRENCES HORS CLASSE

- M. JOUGLAR Jean-Yves, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAÎTRES 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*
Mme BOUCLAINVILLE –CAMUS, Christelle, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle BOULLIER Séverine, *Immunologie générale et médicale*
Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle CADIERGUES Marie-Christine, *Dermatologie*
Mme DIQUELOU Armelle, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. DOSSIN Olivier, (DISPONIBILITE) *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie du bétail*
M. GUERIN Jean-Luc, *Elevage et Santé Avicoles et Cunicoles*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle LACROUX Caroline, *Anatomie Pathologie, Histologie*
Mme LETRON –RAYMOND, Isabelle, *Anatomie pathologique*
M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. MATHON Didier, *Pathologie chirurgicale*
M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants*
Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, *Pathologie chirurgicale*
M. MOGICATO Giovanni, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. MONNEREAU Laurent, *Anatomie, Embryologie*
Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*
Mme TROEGELER –MEYNADIER, Annabelle, *Alimentation*
M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

MAÎTRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

- M. CASSARD Hervé, *Pathologie du bétail*
Mlle GOSSOT Pauline, *Pathologie Chirurgicale*
M. NOUVEL Laurent-Xavier, *Pathologie de la reproduction*
Mlle RATTEZ Elise, *Médecine*
M. REYNOLDS Brice, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VOLMER Romain, *Infectiologie*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle BIBBAL Delphine, *H.I.D.A.O.A Sciences de l'Alimentation*
M. CONCHOU Fabrice, *Imagerie médicale*
M. CORBIERE Fabien, *Pathologie des ruminants*
Mlle PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*
M. RABOISSON Didier, *Productions animales*
M. TREVENNEC Karen, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*

REMERCIEMENTS:

A Monsieur le Professeur Jean-Louis ARNE

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier

Ophthalmologie

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,

Hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur Alain REGNIER

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Physiopathologie oculaire

Qui nous a fait l'honneur d'encadrer notre travail

Sincères remerciements

A Madame le Docteur Armelle DIQUELOU

Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores

Qui nous a fait l'honneur de prendre part à notre jury de thèse,

Sincères remerciements.

REMERCIEMENTS :

A Maman, pour ton soutien, ton amour... MERCI pour tout !!

A la Boubals family de Toulouse, merci de vos accueils si fréquents, de votre bonne humeur et de votre soutien ! Encore merci.

A ma grand mère, pour tout son amour

A Aurélie, Pauline et Pierre, pour tous ces bons moments ... Encore merci et je serais pas là sans vous !!

A Coco, mille mercis pour ton amitié et tout le reste

A Marion, Sophie, Bibi, Aurélie, Fabrice, Aurélie et Emilie pour tous ces bons moments passés en TP et aux cliniques ! Bonne chance pour la suite.

A Delphine, pour m'avoir presque tout ce que je sais de mon métier. Sincères remerciements.

Au Docteur Schmidt-Morand pour cette formidable année de formation, merci beaucoup.

A Magali, merci beaucoup pour le dessin qui figure dans cet ouvrage

A mes biloutes pour les moments passés et à venir ...

SOMMAIRE

Table des illustrations

Introduction

I) BASES PHYSIQUES DE L'ÉCHOGRAPHIE

1] Formation de l'image et propagation des ultrasons

1.1. Trajet de l'onde ultrasonore

1.2. Propriétés des ultrasons

1.3. Formation des échos

2] Les différents modes

2.1 Mode A

2.2. Mode B

2.3. Autres modes

3] Artéfacts

II) L'EXAMEN ÉCHOGRAPHIQUE OCULAIRE

1] Indications

1.1. Examen clinique

1.2. Indications chez le chien

1.2.1. Opacification des milieux oculaires

1.2.2. Biométrie

1.2.3. Bilan pré-opératoire de la cataracte

1.2.4. Myosis

1.2.5. Traumatismes oculaires

1.2.6. Localisation précise d'une lésion

2] Innocuité de la méthode

- 2.1. Réaction des tissus aux ultrasons
- 2.2. Précautions générales
- 2.3. Cas particulier de l'œil traumatisé

3] Matériel

- 3.1. Préalables
- 3.2. Les sondes utilisées
 - 3.2.1. Généralités
 - 3.2.2. Profondeur d'exploration
 - 3.2.3. Résolution latérale (?)
 - 3.2.4. Choix du matériel
- 3.3. Réglages
- 3.4. Nouveautés technologiques

4] Réalisation

- 4.1. Considérations générales
- 4.2. Voies d'abord
 - 4.2.1. Voie trans-cornéenne
 - 4.2.2. Variantes
 - 4.2.2.1. Technique du ballonnet
 - 4.2.2.2. Technique de l'immersion simplifiée
 - 4.2.3. Voie transpalpébrale
 - 4.2.4. Autres voies
- 4.3. Réalisation pratique de l'examen

III) IMAGES DU CRISTALLIN NORMAL

1] Eléments d'anatomie

2] Aspect échographique

- 2.1. Mode A
 - 2.1.1. Principes
 - 2.1.2. Aspect normal et valeurs principales en biométrie

- 2.1.3. Erreurs possibles
- 2.2. Mode B
 - 2.2.1. Aspect général de l'œil
 - 2.2.2. Aspect du cristallin
 - 2.2.2.1. Modalités de l'examen
 - 2.2.2.2. Présentation échographique
- 2.3. Quelques variations physiologiques
 - 2.3.1. Examen échographique du cristallin âgé
 - 2.3.2. Examen échographique du chiot

3] La biométrie

IV) PRINCIPALES IMAGES PATHOLOGIQUES

1] Anomalies congénitales:

- 1.1. Aphakie:
- 1.2. Microphakie
- 1.3. Lenticône postérieur
 - 1.3.1. Définition et aspects cliniques
 - 1.3.2. Aspect échographique
 - 1.3.3. Lésions associées
- 1.4. Persistance du vitré primitif
 - 1.4.1. Définition, rappels d'embryologie et aspects cliniques:
 - 1.4.2. Aspects échographiques

2] Le cristallin cataracté

- 2.1. Physiopathologie
- 2.2. Aspect échographique
 - 2.2.1. Modifications de l'échogénicité
 - 2.2.2. Modifications de taille
 - 2.2.3. Lésions associées
 - 2.2.4. Pouvoir des implants

3] Luxations du cristallin

3.1. Physiopathologie

3.2. Aspect échographique

4] Traumatismes

4.1. Bilan lésionnel lors de plaies du globe

4.2. Recherche de corps étrangers

Conclusion

Bibliographie

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableaux:

Tableau 1: Vitesse des ultrasons dans les différents milieux oculaires (*page 26*)

Tableau 2 : Comparaison de différentes voies d'abord (*page 45*)

Tableau 3 : Dimensions du cristallin chez l'homme et le chien (*page 47*)

Tableau 4 : Epaisseur du cristallin en fonction de l'âge de l'animal (*page 56*)

Tableau 5 : Mesures normales (en mm) de l'œil (*page 73*)

Tableau 6: Comparaison de l'examen échographique et de l'examen tomодensitométrique pour la détection des corps étrangers (*page 77*)

Figures: images échographiques réalisées avec un échographe B-Scan compact 201™ (Quantel Médical) équipé d'une sonde de 10MHz (mode B), au service d'ophtalmologie de l'ENVT.

Figure 1: Exemple de corps étranger métallique dans le segment postérieur de l'œil, créant une image en queue de comète (*page 29*)

Figure 2: Microphtalmie associée à une cataracte congénitale (*page 34*)

Figure 3: Aspect échographique normal d'un œil (*page 49*)

Figure 4: Aspect échographique normal d'un œil (*page 52*)

Figure 5: Microphakie associée à une cataracte congénitale nucléocorticale mûre (*page 60*)

Figure 6 : Lenticône postérieur (*page 61*)

Figure 7: PHPV et cataracte mûre (*page 65*)

Figure 8: Cataracte corticale. L'augmentation d'échogénicité touche principalement les capsules (*page 67*)

Figure 9: Cataracte hypermûre, augmentation de la taille du cristallin (*page 68*)

Figure 10: Dépôts de vitré, également visibles en mode A (*page 69*)

Figure 11: Cataracte associée à un décollement de rétine (*page 69*)

Figure 12: Luxation postérieure du cristallin (*page 73*)

Figure 13: Luxation antérieure du cristallin (*page 73*)

Figure 14: Cataracte traumatique (*page 75*)

Figure 15: Exemple de corps étranger métallique dans le segment postérieur de l'œil, créant une image en queue de comète. Le cristallin a subi une fragmentation suite au passage de l'élément (*page 75*)

Photographies:

Photographie 1 : Réalisation de l'examen échographique (service ophtalmologie, ENVT) (*page 43*)

INTRODUCTION:

L'échographie oculaire est une technique qui prend de plus en plus d'importance en ophtalmologie vétérinaire. Le mode A a été utilisé pour la première fois il y a 40 ans en ophtalmologie. Le mode bidimensionnel a quand a lui fait son apparition en 1958 par Baum et Greenwood et en 1968 pour l'ophtalmologie vétérinaire par Rubin et Koch. [67]

Cette technique devient plus commune, même si l'utilisation d'un matériel particulier la réserve à un emploi par des vétérinaires formés à l'ophtalmologie.

Ce développement s'explique par différents facteurs. Cet examen est en effet non invasif. Sans danger, il se pratique sur un animal vigile après avoir réalisé une anesthésie de la surface oculaire. Comme nous le verrons, les résultats de cet examen sont reproductibles et fiables.

L'échographie oculaire permet une évaluation à la fois qualitative et quantitative des structures oculaires et orbitaires. L'emploi de cette technique d'imagerie est tout à fait indiqué pour l'étude du cristallin. Sa pathologie est en effet dominée par les changements de structure, de taille et de position, tout à fait objectivables par cette technique d'imagerie. Enfin, la perte de transparence du cristallin est une situation où l'examen du segment postérieur par l'échographie peut être indiquée.

Cependant, il convient de ne pas oublier que l'échographie est une technique exigeante sur le plan théorique et qui nécessite une connaissance de la physique des ultrasons, de l'anatomie et de la physiologie de l'organe étudié. C'est pourquoi la formation de l'image échographique sera rappelée dans un premier temps. Les particularités de l'examen échographique de l'œil seront également abordées avant la description des images du cristallin normal. Enfin, la pathologie du cristallin sera étudiée sous l'angle de sa description échographique.

I) BASES PHYSIQUES DE L'ÉCHOGRAPHIE

1) Formation de l'image et propagation des ultrasons :

- L'échographie utilise les propriétés de la propagation, de réflexion et d'atténuation des ondes d'ultrasons. [48]

1.1. Trajet de l'onde ultrasonore:

- Les ultrasons sont des ondes mécaniques (comme les sons) mais de très haute fréquence ce qui les rend inaudibles par l'oreille humaine. [9, 39, 57]
En effet, le seuil de détection par l'oreille humaine est de 20.000 Hz alors que les fréquences utilisées en imagerie médicale débutent à 2 MHz pour aller jusqu'à plus de 100 MHz pour les appareils les plus performants en échographie oculaire humaine. [59]
- La sonde échographique agit à la fois comme émetteur et récepteur d'ultrasons. Le cristal piezo-électrique de la sonde est excité (ébranlement du cristal par application d'un courant alternatif) et produit des ultrasons par sa vibration (=transduction, transformation du signal électrique en phénomène mécanique). [9, 57]
- Ces ultrasons sont alors envoyés vers les tissus. Ils sont propagés de proche en proche dans les tissus et sont ensuite réfléchis sous forme d'échos par les différentes interfaces tissulaires. Ces échos sont ensuite reçus par la sonde sous forme de vibration du cristal piezo-électrique et transformés en impulsions électriques (le signal échographique), elles-mêmes transcrites sur l'écran après amplification du signal. [9, 39, 48]. L'image constituée concerne de ce fait principalement les structures perpendiculaires au faisceau d'ultrasons. [8]

1.2. Propriétés des ultrasons:

Différentes propriétés des ultrasons doivent être prises en compte. [39]

- Amplitude de l'onde: elle est proportionnelle à l'intensité du courant appliqué aux cristaux. Cette amplitude détermine la vitesse maximale de l'onde ultrasonore.
- Intensité de l'onde: elle s'exprime en Watt/cm²
- La fréquence: c'est le nombre de vibrations de la source d'ultrasons en une seconde. Elle est exprimée en MHz. Elle dépend de l'amplitude maximale, c'est une caractéristique du cristal.
- La longueur d'onde: elle dépend à la fois du cristal et du milieu de propagation des ultrasons. C'est la distance parcourue par les ondes au cours d'un cycle de vibration. On peut en effet écrire

$$\lambda = C/f$$

où C est la célérité de l'onde (constante pour un tissu donné), et f la fréquence de l'onde ultrasonore.

Ainsi, plus la fréquence est élevée plus la longueur d'onde est faible et donc plus la pénétration des ultrasons sera limitée.

En résumé, on retiendra que la fréquence est inversement proportionnelle à la longueur d'onde des ultrasons. La longueur d'onde des ultrasons est elle proportionnelle à la pénétration dans les tissus mais est inversement proportionnelle à la définition [44, 71]. Ces différentes propriétés sont importantes à considérer afin de raisonner le choix du matériel utilisé.

1.3. Les échos :

- Les échos proviennent de l'interaction des ultrasons avec les différents milieux. Les ultrasons suivent en effet un trajet rectiligne dans un milieu donné et sont réfléchis lorsqu'ils rencontrent un "obstacle". Ils retournent alors aux cristaux de la sonde qui va enregistrer ces déformations sous la forme d'un courant électrique. [57]

- L'amplitude de l'écho est proportionnelle à l'intensité de l'onde réfléchi par le tissu :
 - Cela est fonction de la différence d'impédance acoustique entre les deux tissus. On parle alors d'interface tissulaire.
 - L'impédance acoustique (Z) peut être notée: $Z=d.v$ où v est la vitesse de l'onde dans le milieu (supposée constante à 1540 m/s dans les tissus mous [57]) et d la densité du milieu. [9]. Ainsi, lorsque la vitesse des ultrasons est connue dans un milieu, on peut avoir une idée de sa densité.
 - Les interfaces les plus intéressantes sont celles où la différence d'impédance acoustique est relativement faible. En effet, lorsque la différence est majeure, la plupart de l'onde est réfléchi ce qui empêche la propagation des ultrasons en profondeur. L'observation des structures situées au delà est alors impossible.

- Sur des surfaces un peu irrégulières, l'écho se disperse dans toutes les directions. Cela est à l'origine d'une perte de signal car ces échos ne retournent pas à la sonde. [44]

- Ainsi, au fur et à mesure de sa progression en profondeur, le signal est atténué par ces différentes réflexions. Cette atténuation est d'autant plus importante que l'on travaille à haute fréquence. Cela est responsable d'artéfacts sur l'image. En effet, les structures profondes apparaissent moins denses (hypoéchogènes) du fait de cette atténuation. C'est pour cela que l'appareil corrige l'amplitude de l'écho en fonction du temps. L'amplitude des échos peut être augmentée de manière "balancée" (réglage manuel: réglage des gains). [39, 57]

- Finalement, l'écho est capté par la sonde et déforme les cristaux. Cette énergie mécanique est convertie en un signal électrique proportionnel à l'intensité de l'écho. L'appareil converti également le temps entre l'émission et la réception des ultrasons en une distance (profondeur).

2] Les différents modes:

2.1. Le mode A

- C'est le mode Amplitude. Il utilise un petit faisceau d'ultrasons. L'exploration se fait dans la seule direction du faisceau ultrasonore. [67]
- La représentation se fait en une seule dimension. En effet, l'amplitude de l'écho est représentée sur l'axe des ordonnées (échelle en mm), en fonction du temps (axe des abscisses, échelle en μ s). Ce sont donc différents "pics" qui sont représentés. L'amplitude de ces pics est proportionnelle à l'importance de l'écho renvoyé. [9, 17]
- Ce sont donc des temps qui sont mesurés. Les distances peuvent être déduites si la vitesse de propagation des ultrasons dans le milieu considéré est connue. [8, 9]

Ainsi, pour l'œil :

Milieux intra-oculaires	Vitesse des ultrasons en m/s
Humeur aqueuse	1526
Cristallin	1710
Vitré	1526
Tissus mous (moyenne)	1340

Tableau 1: Vitesse des ultrasons dans les différents milieux oculaires. [39, 64]

Ces vitesses sont température dépendante. [63]

- L'interprétation de l'échographie en mode A consiste en une analyse de ces pics, de leur aspect, de leur amplitude et de la distance qui les sépare.
- S'il n'est plus trop utilisé dans les autres disciplines de part son interprétation un peu complexe, ce mode a toujours son importance en ophtalmologie. On l'utilise en effet pour réaliser des mesures très précises. Ce sont les mesures de biométrie [31]. On l'utilise pour l'échographie quantitative, en mesurant la réflectivité et l'absorption de la lésion.

2.2. Le mode B :

- C'est le mode brillance.
- L'amplitude de l'écho est représentée par des points lumineux sur l'écran. L'intensité (brillance) de ces points est proportionnelle à l'intensité de l'écho. [9]
- En effet, les différents points constituent une "échelle de gris" où les points noirs représentent des structures n'ayant pas renvoyé d'écho ("anéchoïques") et les points blancs des structures renvoyant fortement les échos ("échoïques"), telles les interfaces entre tissus mous et os.
- Le mode le plus couramment utilisé en échographie vétérinaire est une variante de ce mode. Il s'agit en effet du mode bidimensionnel (BD) ou temps réel. Dans ce mode, l'image obtenue est une coupe de l'organe échographié. En effet, il s'agit d'une reconstruction en 2 dimensions de l'organe, en juxtaposant sur une ligne horizontale des points obtenus grâce au mode B (juxtaposition de nombreux cristaux les uns à côté des autres). L'espacement vertical des points les uns par rapport aux autres dépend du temps écoulé entre l'envoi des ultrasons par la sonde et la réception de ceux-ci après réflexion par les tissus. [17, 39]
- La résolution permet de définir la qualité de l'image : [39]
 - La résolution axiale est la capacité à distinguer deux points situés l'un à côté de l'autre, à une profondeur différente. Elle est meilleure avec des sondes à haute fréquence.
 - La résolution latérale désigne la largeur du faisceau, à une profondeur donnée.

2.3. Autres modes:

- Le mode Doppler: il est rarement utilisé en ophtalmologie vétérinaire. Il permet de visualiser des structures vasculaires. Il est notamment intéressant pour les vaisseaux profonds (vaisseaux orbitaires), et utilisé essentiellement en médecine humaine. Il est utilisé pour évaluer les variations fonctionnelles du lit vasculaire. Cet examen est très reproductible. [65]
- Le mode temps-mouvement (TM), utile pour visualiser les structures en fonction du temps, n'est pas utilisé en ophtalmologie excepté pour l'évaluation occasionnelle des structures pulsatiles comme les vaisseaux. [17]

3] Artéfacts:

- Réverbération: c'est un va et vient des ultrasons entre deux structures parallèles entre elles et perpendiculaires au faisceau d'ultrasons. Ce va et vient est responsable d'un retour des ultrasons vers la sonde décalé dans le temps. Si la première image est réelle, les autres, parallèles et situées caudalement, ne sont qu'artéfacts. Ces images voient leur intensité diminuer au cours du temps. Ce type d'image est possible pour le cristallin, lorsque ce dernier est épaissi ou sa densité augmentée (sclérose sénile et surtout cataracte). Les images ainsi formées semblent être dans le vitré. Ce sont des "répliques" des images des capsules et du noyau du cristallin, mais d'intensité diminuée. [44, 67]
- Queue de comète: c'est un trait hyperéchogène qui traduit une réverbération particulière [44]. Cela se produit derrière les objets et les surfaces métalliques. On observe donc ce type d'image en présence de corps étrangers métalliques.

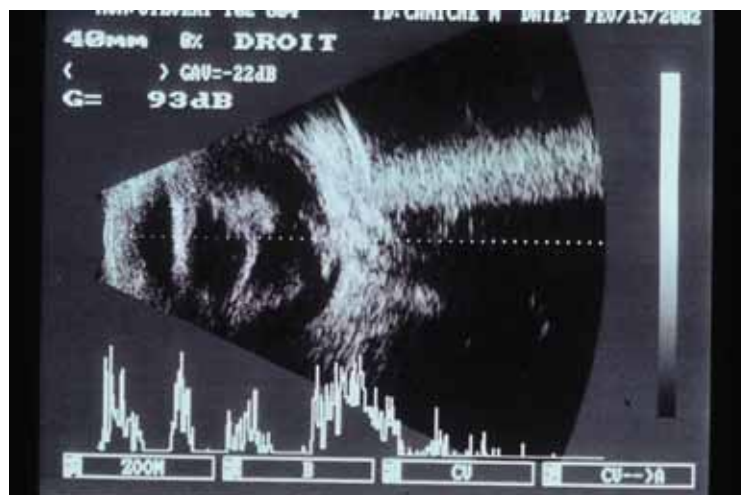


Figure 1: Exemple de corps étranger métallique dans le segment postérieur de l'œil, créant une image en queue de comète

- La réfraction est un phénomène qui doit être évité. Elle survient uniquement lorsque l'objet de l'étude n'est pas perpendiculaire à la sonde. Comme l'onde a été réfractée, l'écho ne peut plus être reçu par la sonde. Ce phénomène est responsable d'artéfacts (ligne d'ombre en dessous de la structure étudiée).
- Cône d'ombre: c'est une zone noire en arrière d'une structure très échogène. Tous les échos ayant été renvoyés, la zone située en arrière cette surface ne présente plus aucun

écho (ou bien une image mal lisible du fait de la forte atténuation). La structure en cause est par exemple constituée par de l'air, un corps étranger... [44] Le cristallin, lorsqu'il est très dense (cataracte), peut éventuellement produire de telles images et empêcher une visualisation correcte du segment postérieur. [67]

- Renforcement postérieur: suite aux structure anéchogènes, il se forme une ligne plus échogènes que les tissus adjacents, cela étant lié au fait qu'il n'y a pas eu d'atténuation à ce niveau. [44]

- Anisotropie : réflexion différente en fonction de l'orientation des ultrasons. [44]

II) L'EXAMEN ÉCHOGRAPHIQUE OCULAIRE :

1) Indications et examen ophtalmologique préalable :

1.1. Examen clinique :

- L'examen échographique oculaire ne doit survenir qu'après un examen clinique général et oculaire minutieux et être réalisé uniquement lors d'indications précises qui seront envisagées ultérieurement.
- Il s'agit d'un excellent examen complémentaire. En effet, l'échographie permet une exploration "interne" de l'œil, de manière non invasive et peu coûteuse. [31]
- Elle nécessite comme préalable une bonne connaissance de l'anatomie du globe oculaire ainsi que de ses principaux problèmes pathologiques.

1.2. Indications chez le chien :

1.2.1. Opacification des milieux transparents :

- L'opacification des milieux transparents de l'œil constitue la principale indication d'une échographie oculaire car, dans ce cas, elle seule permet une exploration des structures intra-oculaires. Elle peut être due à un œdème cornéen, un hyphéma, un hypopion, une cataracte, ou encore des hémorragies dans le vitré... [28]

1.2.2. Biométrie :

- Recherche d'anomalies congénitales de taille du globe ou de ses structures : microphthalmie, microphakie... [17]
- Détermination du pouvoir des implants endo-oculaires (mesure de la longueur du globe et du cristallin), choix de la taille de l'implant.

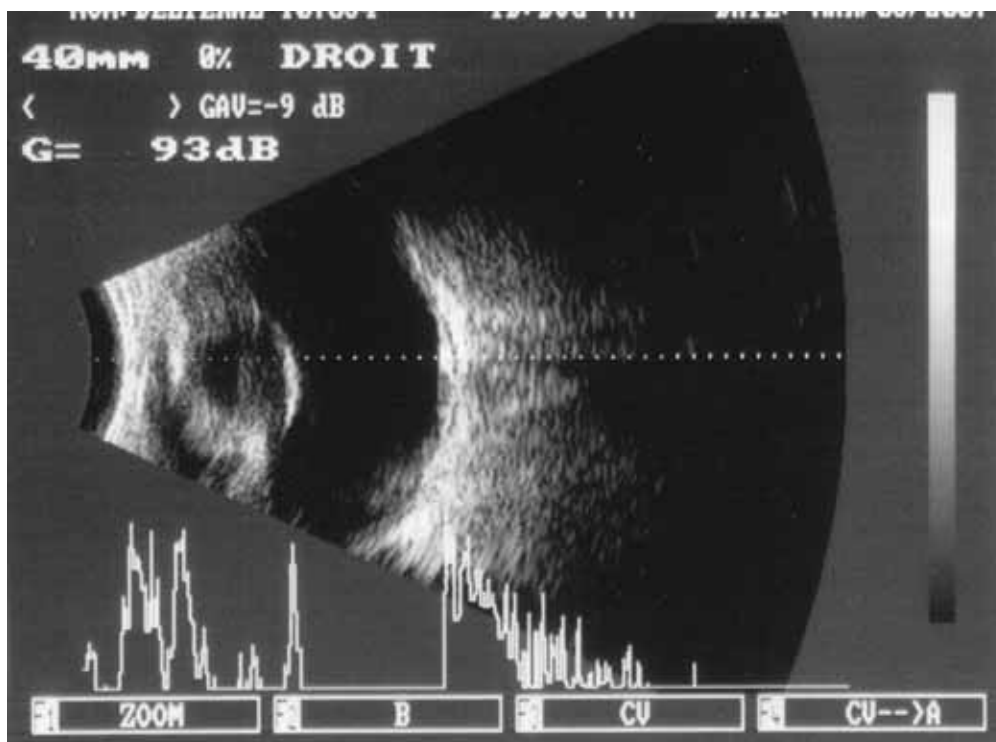


Figure 2: microphthalmie associée à une cataracte congénitale

1.2.3. Bilan pré-opératoire de la cataracte :

L'échographie oculaire est un examen quasi-systématique dans le bilan pré-opératoire de la cataracte, il permet en effet de décider d'une indication opératoire. [58]

1.2.4. Myosis :

- Lorsque la dilatation de la pupille est impossible (troubles nerveux, uvéite, utilisation d'un analogue de prostaglandines dans le traitement du glaucome ...), l'échographie est le seul moyen d'exploration des structures oculaires, l'examen du segment postérieur étant impossible.

1.2.5. Traumatismes oculaires :

- L'échographie est très utilisée lors de traumatismes oculaires. Bergès *et al* [9] préconisent d'ailleurs une utilisation systématique de cet examen afin de réaliser un bilan des lésions et de mettre en évidence d'éventuels corps étrangers. [9, 31]

1.2.6. Localisation précise d'une lésion :

- L'échographie oculaire est un examen dynamique qui est donc une aide précieuse à la localisation des lésions. [46]

1.2.7. Microphthalmie :

- Lors de microphthalmie, l'examen clinique direct est parfois difficile et ce d'autant qu'il s'agit d'un jeune animal.
- Outre la mesure de la taille du globe, l'échographie peut permettre de mettre en évidence d'autres anomalies (64% des microphthalmies sont associées à des cataractes chez le Berger Australien [34]). (figure1)

2] Innocuité de la méthode:

2.1. Réaction des tissus aux ultrasons:

- Cette technique non invasive de visualisation de l'anatomie interne est sans danger. En effet, la réaction des tissus aux ultrasons est minimale (éventuellement élévation de température d'au maximum de 1°C par absorption des ultrasons). En effet, pour produire des lésions il faudrait appliquer une énergie de 100 mWatt/cm² alors que les sondes à usage médical émettent des ultrasons de 1 à 10 mWatt/cm². [39]

- Les effets biologiques sur les tissus sont considérés comme négligeables. [64]
Le cristallin et la cornée sont les parties de l'œil les plus sensibles aux ultrasons car ils n'ont pas de vascularisation pouvant dissiper la chaleur. Des cataractes peuvent être produites chez le lapin mais avec des ultrasons de 9,8 MHz et d'intensité comprise entre 200 et 2000 mWatt/cm². [67]

- Dans leur étude, Hager *et al* [40] concluent à la totale innocuité de cet examen. Ils ont en effet examiné les yeux d'animaux échographiés tous les jours pendant 3 semaines après un examen et n'ont jamais observé d'affections oculaires consécutives (recherche de blépharite, conjonctivite, ulcères cornéens). Il faut noter que dans ce travail les auteurs avaient pris soin de rincer soigneusement les yeux avec une solution salée stérile après l'examen, ceci pour retirer toute trace de gel (même si des études préalables sur le lapin avaient montré une bonne tolérance oculaire du gel).

2.2. Précautions générales :

- Afin de limiter les risques traumatiques liés à l'examen, il convient d'effectuer l'examen dans le calme, avec une bonne contention [57]. En effet, l'application de la sonde sur la cornée pourrait induire des lésions locales.

- Le gel échographique peut également être à l'origine d'intolérances locales, d'irritation. Il convient donc d'utiliser un gel dédié à l'ophtalmologie, et de bien rincer après l'examen.

- En respectant ces précautions, cet examen peut se pratiquer sans risques pour l'animal.

2.3. Cas particulier des ulcères profonds et de l'œil

traumatisé:

- Il faudra être vigilant lors de traumatisme perforant de la cornée, afin de ne pas contaminer l'intérieur de l'œil lors de l'examen. Certains auteurs contre-indiquent d'ailleurs cet examen lors de telles conditions ou lors d'inflammation très importante. [50]
- Lors de traumatisme grave de l'œil ou d'ulcère cornéen profond, il faudra également être particulièrement attentif à ne pas exercer une pression trop importante de la sonde sur la cornée. Le même type de précaution doit être pris lorsque l'œil a été l'objet d'une chirurgie récente. [50]

3] Matériel :

3.1. Préalables:

- L'œil est un organe de petite taille (21,5mm en moyenne chez le chien selon Gaiddon *et al* [32]), superficiel et donc directement accessible.
- Il renferme de nombreuses structures qui nécessitent donc une exploration de bonne qualité, permettant de discerner des éléments de petite taille et proches les un des autres.

3.2. Les sondes utilisées :

3.2.1. Généralités :

- Même si le matériel de type "généraliste" peut-être utilisé, celui dédié à l'ophtalmologie donne de meilleurs résultats et devrait par conséquent être préféré. [17]
- Des sondes généralistes sont adaptées, pour peu que leur taille ne soit pas trop importante. Cependant, il vaut mieux utiliser des sondes dédiées, de faible diamètre (3 cm) et de forme concave, pour épouser la courbure de la cornée. [8, 67] Cette sonde sera de préférence une sonde sectorielle. [71]
-
- Dans tous les cas, il faut utiliser des sondes de haute fréquence qui disposent donc d'une bonne définition mais d'une faible pénétration tissulaire (non gênant pour l'œil qui est un organe superficiel).

3.2.2. Profondeur d'exploration :

- Les sondes de 7,5~10 MHz permettent une résolution spatiale de 1,5cm lorsque l'on

effectue l'examen au travers des paupières [33]. Dans la littérature, c'est la sonde de 10 MHz qui était classiquement utilisée [27, 40] pour donner les résultats les plus satisfaisants. Toutefois, des sondes de plus haute fréquence (20 MHz) peuvent aujourd'hui être utilisées du fait des progrès effectués dans le domaine technologique. Ces sondes permettent bien sûr de discerner de plus petites structures.

- La pénétration est de 2 à 5 cm pour les sondes de 7,5 MHz, mais avec perte du segment antérieur, et de 3 à 4 cm pour les sondes de 10 MHz. [71]

3.2.3. Résolution latérale :

- A titre de comparaison, les sondes de 10 MHz permettent de discriminer des structures de 300 à 400 μm tandis que les sondes de 20 MHz permettent de discriminer des structures de 80 μm , voire moins. [6, 62]

3.2.4. Choix du matériel:

- Habituellement, en médecine humaine, on recommande des sondes de 7,5~10 MHz pour l'imagerie de l'orbite, et de 13~20 MHz pour l'imagerie du globe oculaire. [8] Thomazo [67] préconise quant à lui l'utilisation d'une sonde de 10~12 MHz pour l'imagerie du globe et de 5~8 MHz pour l'exploration de l'orbite. C'est la sonde de 10MHz qui est la plus utilisée en ophtalmologie vétérinaire.
- Des sondes de 40 à 100 MHz sont maintenant utilisées en médecine humaine afin de réaliser des études biométriques précises. Ce type de matériel permet également l'étude de structures non visibles avec du matériel "conventionnel". On peut par exemple citer la zonule en ce qui concerne l'étude du cristallin. [20,55]

3.3. Réglages :

- La brillance contrôle la quantité de lumière associée à un écho.
- Le contraste est réglé pour que l'échelle de gris soit visible en totalité. [39]

- Le gain est réglé pour que l'on puisse observer de la même manière des structures de même échogénicité mais de profondeur différente (corrige le phénomène d'atténuation). Le gain doit être maximal pour l'observation du vitré. Il doit être réglé de manière différente au cours de l'examen afin d'observer des structures différentes. [46]
- L'examen échographique oculaire n'a été possible qu'avec l'utilisation de l'échographie en temps réel. En effet, les anciennes machines permettaient uniquement un examen statique. Ce dernier était très difficile à interpréter et ce d'autant plus qu'il était quasiment impossible de réaliser un examen sans que l'œil n'ait bougé. [28]

3.4. Nouveautés techniques :

- Des sondes de fréquence de plus en plus élevées sont utilisées [6, 23] : ce sont des sondes de plus de 10 MHz, la fréquence pouvant aller jusqu'à 100 MHz. Si pour les sondes de 20 MHz on parle d'échographie haute résolution, au delà de 50 MHz, on parle de biomicroscopie à ultrasons tant les détails perçus sont fins.
- Ces sondes disposent d'une excellente résolution, c'est à dire d'une excellente capacité à distinguer des structures de petite taille et proches l'une de l'autre. La résolution de 20 à 80 μm permet un examen similaire à l'histologie à faible grossissement, sans disposer de l'inconvénient lié à la fixation du prélèvement. [7]
- En médecine vétérinaire, l'usage des sondes de 20 MHz a été récemment introduit en ophtalmologie. [23]
- Pour un même observateur, la répétabilité de l'examen est bonne pour la plupart des paramètres étudiés par Bentley *et al* [7]. En revanche, les distances mesurées sont différentes de manière significative lorsque le manipulateur change.
- Ce matériel est utilisé pour explorer la cornée, le segment antérieur, le cristallin lorsque la focalisation est courte. La pénétration est en effet limitée à 5~10 mm [6]. En revanche, le segment postérieur est exploré avec grande précision en utilisant des sondes à focalisation longue. [19]

- L'utilisation de ces nouvelles techniques permet une exploration de meilleure qualité. Par exemple, l'utilisation d'un appareil équipé d'une sonde de 20 MHz a permis à Bentley *et al* [6] d'observer une rupture de la capsule du cristallin dans un cas de cataracte chez une chienne de 9 ans. Cela n'avait pu être mis en évidence avec le matériel plus conventionnel.
- L'échographie en trois dimensions est apparue en 1998 en médecine humaine. Les coupes successives sont stockées dans la machine puis il y a une reconstruction des données pour obtenir une image en trois dimensions. Cela présente surtout un avantage dans la mesure du volume des tissus.

4] Réalisation :

4.1. Considérations générales :

- Les faisceaux ultrasonores doivent être bien perpendiculaires à l'objet de l'étude, afin de minimiser les artéfacts. (cf. parties précédentes).
- On réalisera différentes coupes, pour ensuite effectuer une reconstruction mentale de l'œil en 3 dimensions.
- La première coupe réalisée est une coupe axiale. On réalisera ensuite différentes coupes, en fonction de l'affection recherchée. [8]
- Les 2 globes devront être examinés pour pouvoir effectuer des mesures comparatives. [8]
- Toutes les structures devront être examinées avec un gain maximal (vitré) et un gain minimal (parois du globe, enveloppe du nerf optique). [8]

4.2. Voies d'abord :

4.2.1. Voie trans-cornéenne :

- La sonde est appliquée directement sur la cornée, perpendiculairement et dans l'axe sagittal. C'est la méthode la plus classiquement utilisée en ophtalmologie vétérinaire. [13, 17, 40]
- L'œil est anesthésié avec un collyre puis une couche de gel échographique est appliquée. La sonde est posée délicatement par dessus.
- Deux coupes principales sont réalisées: [17]
 - Pour la coupe verticale, la sonde est placée verticalement, le repère étant dorsal.
 - Pour la coupe horizontale, la sonde est tournée à 90°, le repère étant

orienté vers le canthus latéral.

- Le risque traumatique pour l'œil est négligeable. En fin d'examen, il faut irriguer soigneusement la surface oculaire avec une solution stérile.
- La méthode transcornéenne est responsable d'artéfacts (échos de proximité) pour les structures proches de la sonde (cornée, chambre antérieure). Elle permet en revanche d'excellentes images du segment postérieur.



Photographie 1 : Réalisation de l'examen échographique

Le repère de la sonde est placé dorsalement puis une deuxième coupe est réalisée en pivotant la sonde de 90°, le repère étant alors placé en regard du canthus latéral (service ophtalmologie, ENVV)

4.2.2. Variantes:

4.2.2.1. Technique du ballonnet:

- Un coussinet rempli d'eau peut être utilisé pour améliorer la qualité des images. Ce dernier est intercalé entre la sonde et la cornée [67]. Ceci a pour effet d'éloigner la sonde de la cornée et donc d'obtenir de meilleures images des structures situées à faible profondeur (cornée, chambre antérieure et capsule antérieure du cristallin).

- Le ballonnet est disponible dans le commerce (Poche pour sonde d'échographie, différents modèles sont commercialisés par exemple par Professional Medical Accessories, référence en fonction de la sonde utilisée). Il peut cependant être remplacé par l'utilisation d'un ballonnet ou d'un doigt de gant en latex rempli d'eau.
- C'est cette technique qui permet les meilleurs résultats selon Hager *et al* [40]. Ces auteurs considèrent en effet que le premier centimètre situé en arrière de la sonde n'est pas interprétable ce qui souligne selon eux l'intérêt du ballon d'eau. Il faut cependant savoir que ce dernier est à l'origine d'échos linéaires qui se superposent aux structures oculaires et rendent l'interprétation de l'examen plus complexe. [40, 71]

4.2.2.2. Technique d'immersion simplifiée :

- La coupe en "immersion simplifiée" est réalisée en appliquant une grande quantité de gel directement sur la cornée et en posant la sonde par dessus. [8, 9]
- Cette méthode est la plus couramment utilisée en pratique courante en médecine humaine, c'est celle qui permet le meilleur compromis car elle évite de recourir à l'utilisation du ballonnet tout en permettant l'obtention de bonnes images.
- Toutefois, la grande quantité de gel employée peut être un peu complexe à gérer.

4.2.3. Abord transpalpebral :

- Dans ce cas, les paupières sont fermées, du gel échographique appliqué et la sonde posée par dessus.
- Cette méthode est responsable de plus d'artéfacts mais elle augmente la distance et permet une meilleure visualisation de la chambre antérieure et du cristallin. [28, 40]
- C'est la voie utilisée préférentiellement sur les yeux traumatisés.
- Chez le chien, la présence de poils rend cette méthode difficile à réaliser et interpréter. [31, 40]

4.2.4. Autres abords :

- Abord supra-orbitaire: il permet une visualisation de l'orbite. [33]
- Voie trans-sclérale: l'extrémité de la sonde est placée en regard de la sclère, au dessus du limbe. Cet abord évite le cristallin et permet d'obtenir de meilleures images du segment postérieur.
- Voie trans-temporale: la sonde est posée dans la fosse temporale. Elle est essentiellement utilisée pour l'étude des structures rétro-bulbaires. Elle donne de meilleures images de la capsule antérieure du cristallin que la voie trans-cornéenne. [13]
- Bilan: récapitulatif et comparaison des différentes voies d'abord utilisables:

Aire anatomique	Trans-palpébrale	Trans-cornéenne	Ballon d'eau
Chambre antérieure et cristallin	Médiocre	Médiocre	Bonne
Segment postérieur	Médiocre	Bonne	Excellente
Structure rétrobulbaire	Médiocre	Bonne	Excellente

Tableau 2 : Comparaison de différentes voies d'abord (d'après Hadger *et al* [40]).

III) IMAGES DU CRISTALLIN NORMAL :

1) Eléments d'anatomie :

- Le cristallin est une structure oculaire très réfractive (40 D environ chez le chien). [16, 32]
- C'est la structure de l'organisme la plus riche en protéines. Sa transparence est fonction de l'agencement de ces protéines. [16]
- La face postérieure est plus bombée que la face antérieure chez le chien.
- Le cristallin est placé en arrière de l'iris, il est centré sur la pupille. Sa face postérieure repose sur la fosse du vitré.
- Le cristallin est maintenu en place par les fibres de la zonule.
- Il est totalement avasculaire, l'artère hyaloïde régressant au moment de la naissance.
- Les mesures ci-après varient selon que le cristallin est au repos ou qu'il accommode. Proportionnellement, le cristallin du chien est plus volumineux que celui de l'homme. Il occupe en effet $1/8^{\text{ème}}$ à $1/10^{\text{ème}}$ du globe oculaire. [16]

	Diamètre en mm	Rayon de courbure de mm		Longueur axiale en mm
		Antérieur	Postérieur	
Homme	9 à 10	6 à 10	5,5 à 6	4
Chien	9 à 12	6,2	5,5	7 à 10,9

Tableau 3 : dimensions du cristallin chez l'homme et le chien.

2] Aspect échographique :

2.1. Mode A :

2.1.1. Principes :

- Il est essentiellement utilisé dans les mesures de biométrie. Cette méthode est en effet considérée comme fiable et répétable par Cottril *et al* et Ekesten *et al* [21, 29]. Ces deux groupes d'auteurs rapportent une meilleure efficacité pour des animaux sédatisés mais il faut savoir que pour cette étude la méthode du ballonnet, un peu lourde, était utilisée (peut être plus simple avec la méthode de contact avec la cornée). Sur des animaux sédatisés, il est également difficile d'obtenir un alignement parfait de la sonde avec l'axe optique, à cause de la rotation du globe liée à l'anesthésie.

- En mode A on peut effectuer: [17, 63]
 - La mesure de la longueur de l'axe de l'œil (de la cornée à la partie caudale du globe)
 - La mesure de la profondeur de la chambre antérieure (de la cornée à la capsule antérieure du cristallin)
 - La mesure de l'épaisseur du cristallin (de la capsule antérieure à la capsule postérieure)
 - La mesure du segment postérieur (de la capsule postérieure du cristallin à la partie caudale du globe)

- Pour cela, on commence par effectuer les mesures selon l'axe optique puis la sonde est déplacée de manière à observer la totalité des méridiens de l'œil. [17, 64]

L'incidence rétro-limbique n'est pas utilisée pour l'imagerie du cristallin (structure non visible) mais pour visualiser le nerf optique.

2.1.2. Aspect normal et valeurs principales de biométrie :

- L'échographie en mode A de l'œil présente trois pics caractéristiques correspondant aux principales interfaces, c'est à dire à la cornée, la capsule antérieure du cristallin et la capsule postérieure du cristallin. L'espace rétrobulbaire représente un ensemble

d'échos plus large [57]. En revanche, l'humeur aqueuse, l'intérieur du cristallin, et le vitré sont des structures homogènes qui n'influent donc pas sur le trajet des ultrasons. [63]

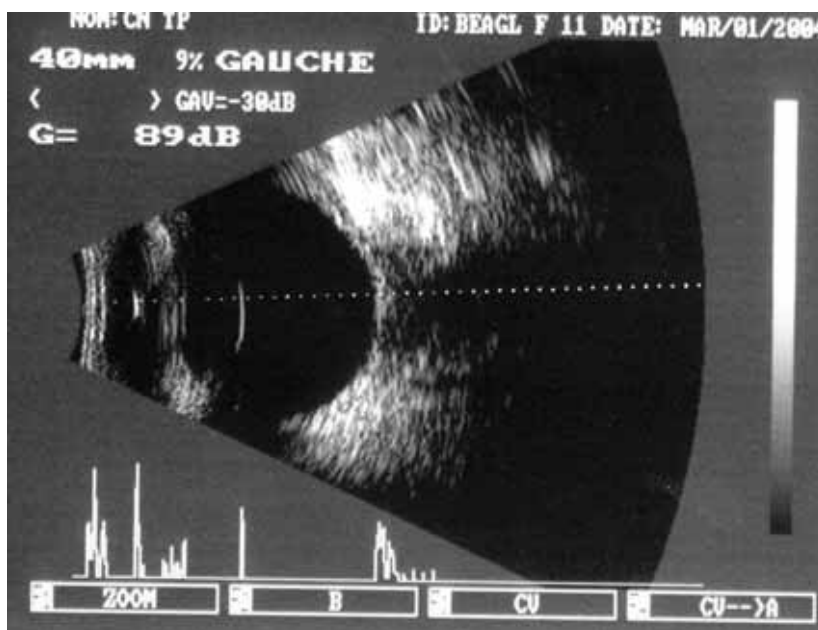


Figure 3 : Aspect échographique normal d'un œil

- Pour que l'image soit considérée comme interprétable, l'amplitude correspondant à la capsule antérieure du cristallin ne doit pas être plus de 10% supérieure à celle de la capsule postérieure. [63]
- La vitesse normale dans le cristallin a été déterminée grâce à des cristallins prélevés sur des animaux venant d'être euthanasiés. Des cristallins sont placés dans un bac d'eau à une température donnée. Ensuite, sont comparés le temps mis par l'onde ultrasonore pour traverser le cristallin ($T_{\text{cristallin}}$) puis le temps mis par l'onde pour traverser la même distance dans l'eau (T_{eau}). Ainsi, on peut déterminer l'équation suivante: [63]

$$V_{\text{cristallin}} = T_{\text{eau}} V_{\text{eau}} / T_{\text{cristallin}}$$

La vitesse ainsi obtenue dans cette publication est de 1710 m/s (1707 m/s dans [36]). cela a permis la mise en place d'un coefficient de correction de 1,1 des mesures effectuées par l'appareil (1,040 pour la publication de Goric *et al* [36]). Cette vitesse est plus importante que dans d'autres espèces. La vitesse des ondes dans le cristallin n'est pas fonction de la température, ni du temps écoulé depuis l'énuclation [36]. Des changements de la vitesse des ultrasons dans le cristallin en fonction de l'âge ne sont

pas documentés. [30]

- Classiquement, il est reporté une épaisseur de 7 mm pour le cristallin chez le chien selon Schiffer *et al* [63] (7,6mm pour Cottril *et al* [21], 6,7 mm +/-1 mm pour Williams [70]) tandis que la longueur du globe est de 20~25 mm.
- A noter que l'axe optique est plus long chez le mâle que chez la femelle. De même, la longueur de l'axe optique est bien sûr plus importante chez les chiens de grande race. [32]
- Des différences ont été observées entre chiens mésocéphales et dolichocéphales [21, 32]. En effet, les chiens avec une tête plus large ont un œil plus large, les différences étant tout de même moins sensibles au niveau du cristallin.
- Le mode B est également parfois utilisé en biométrie :
 - Des différences ont cependant été notées entre la valeur mesurée par échographie et la mesure directe réalisée sur le globe, après énucléation. Les auteurs expliquent cela par une indentation de la cornée liée à l'application de la sonde. Cependant, ces erreurs peuvent provenir des mesures directes, réalisées après congélation des globes. [21]
 - Selon Hamizada *et al* [41], le mode B donne des mesures sous-estimées de l'épaisseur du cristallin.
 - Globalement, le mode B est donc considéré comme moins précis que le mode A. [41]

En effet, si la précision dans la mesure de l'axe optique est relativement bonne (répétabilité inter et intra-manipulateur), elle est plus mauvaise pour les mesures de la cornée, de la chambre antérieure et du cristallin. [12]

2.1.3. Erreurs possibles :

Comme on l'a vu, la biométrie peut parfois être source d'erreurs.

- Il faut en premier lieu bien utiliser le matériel car une mauvaise utilisation est la plus importante source d'erreurs.

- Tout d'abord, pour que les mesures soient fiables, la sonde doit être parfaitement alignée avec l'axe optique de l'œil.
- Une pression trop importante de la sonde sur la cornée déforme l'œil et est donc à l'origine d'erreurs dans la mesure axiale du globe.
- Il est conseillé de ne garder pour interprétation que les images qui correspondent au graphique de base, avec un minimum d'artéfacts. [63]
- Une dizaine de mesures doivent être interprétées pour en faire la moyenne. [17]
- Il faut enfin tenir compte des vitesses des ultrasons dans les différents milieux (tableau1). La vitesse des ultrasons dans le cristallin du chien étant de 1641 m/s dans un cristallin normal il faudra appliquer un coefficient de correction (multiplication) de 1,1 pour évaluer la longueur du cristallin. [21]

2.2. Mode B :

2.2.1. Aspect général de l'œil :

- Durant son trajet, l'onde ultrasonore va rencontrer différentes interfaces, apparaissant plus ou moins échogènes :
 - La cornée, qui apparaît comme une fine ligne échogène. Elle n'est pas vue, que l'on choisisse un abord trans-palpébral ou trans-cornéen. Elle peut être vue lorsque l'on utilise un ballon rempli d'eau.
 - Les capsules antérieures et postérieures du cristallin.
 - La paroi postérieure du globe.

- Ces interfaces délimitent différents espaces, globalement anéchogènes :
 - La chambre antérieure, anéchogène physiologiquement et contenant l'humeur aqueuse.
 - Le stroma du cristallin.
 - La chambre du vitré.

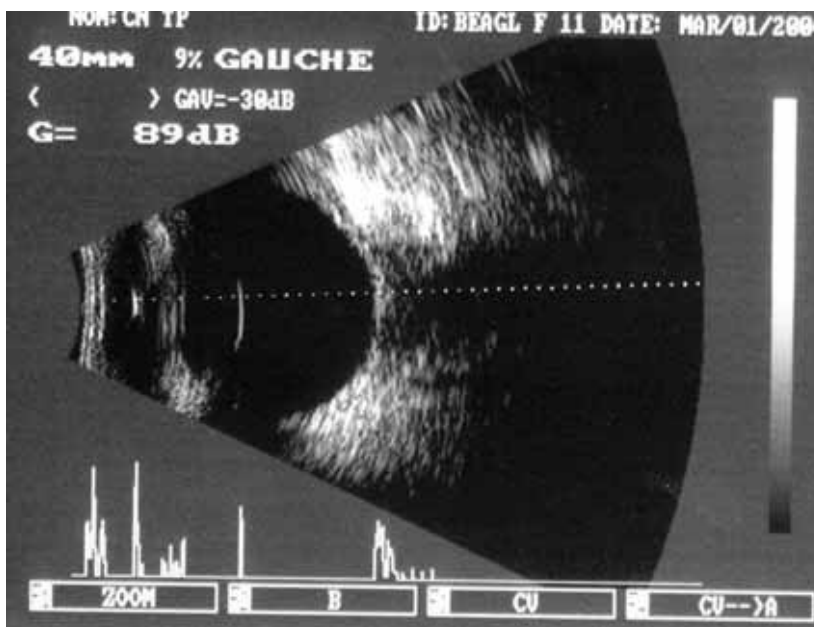


Figure 4: Aspect échographique normal d'un œil

2.2.2. Aspect du cristallin :

2.2.2.1. Modalités de l'examen :

- Le cristallin est visible uniquement en coupe sagittale, il n'est pas visible avec la voie trans-sclérale.
- La totalité du cristallin doit être examinée, en variant l'orientation de la sonde.
- Lors de l'examen, il faudra s'assurer de sa transparence, sa position, ses dimensions et de ses relations avec les différents segments de l'œil.
- Afin de réaliser un bon examen du cristallin, le faisceau d'ultrason doit être orienté bien perpendiculairement à la surface cristallinienne. En effet, seul l'écho de la partie centrale est visible, les ondes du reste de la surface étant réfléchies et réfractées (mauvaises images lorsque les ultrasons sont obliques). Il faut donc réorienter la sonde pour visualiser successivement toutes les portions du cristallin. Ceci permet un examen complet de la capsule mais au travers de multiples petites images curvilignes qui donnent ainsi l'impression de voir le cristallin en entier. [20, 28, 57]

2.2.2.2. Présentation échographique :

- Le cristallin est une lentille biconvexe anéchogène. Celle-ci est limitée par les capsules (cristalloïdes) antérieures et postérieures, qui apparaissent comme échogènes et forment donc de véritables frontières échographiques. [50]
- La capsule antérieure fait discrètement saillie du plan irien au niveau de la pupille. C'est une ligne courbe, hyperéchogène, à courbure antérieure. Elle est confondue avec l'iris lors de myosis [50, 67, 71]. L'équateur de la capsule ne peut être vu car il est parallèle au faisceau d'ultrasons [71]. Il peut éventuellement devenir visible si on ré-orienté la sonde de manière à ce que ses bordures soient plus perpendiculaires à l'angle incident des ondes ultrasonores.
- Dans des conditions physiologiques, le stroma du cristallin est anéchogène ("noir").

- La capsule postérieure est elle aussi une ligne hyperéchogène, sa courbure est postérieure. Elle génère toutefois moins d'échos que la capsule antérieure et apparaît donc moins blanche. [57, 67]
- Le cristallin est à l'origine d'une forte atténuation des ultrasons dans des conditions physiologiques. [57]
- Idéalement, pour l'examen de la chambre antérieure, une sonde de 50MHz est utilisée en médecine humaine. [8]

2.3. Quelques variations physiologiques :

2.3.1. Examen échographique du cristallin âgé :

- Avec l'âge, la dureté du cristallin augmente. Il y a en effet un changement des protéines, un tassement des fibres cristalliniennes qui s'accumulent tout au long de la vie. Ces fibres sont produites en périphérie par l'épithélium antérieur. Ainsi, les fibres les plus anciennes s'accumulent au sein du noyau [15, 16] et sont responsables d'une augmentation de la densité du cristallin. Cela est responsable de l'apparition d'une opalescence gris-bleutée du cristallin sans conséquences pour la vision de l'animal. C'est la sclérose nucléaire du cristallin.
- Dans leur étude Tabandeh *et al* [66] proposent d'évaluer la relation entre la dureté du cristallin et ses caractéristiques acoustiques. Ils concluent à une plus forte atténuation des ultrasons lorsque la dureté du cristallin augmente. Le cristallin est donc plus échogène.
- Ainsi, chez l'homme, il a été montré que l'épaisseur du cristallin, mesurée en échographie A, augmente significativement avec l'âge tandis que la profondeur de la chambre antérieure diminue [2]. Des observations similaires [30, 63] ont été réalisées chez le chien, la croissance en épaisseur étant lente et continue. Cela induirait une augmentation de contact avec l'iris, empêchant la bonne circulation de l'humeur aqueuse d'où une possible explication des glaucomes primaires du patient âgé. [30]
- La position du cristallin est en revanche constante avec l'âge. [30]

2.3.2. Examen échographique du chiot :

- Dans l'étude de Boroffka [10], les différentes structures oculaires sont distinguables dès 37 jours de gestation.
 - A ce stade, la capsule antérieure apparaît comme une ligne hyperéchogène, convexe vers l'avant, et légèrement irrégulière.
 - La capsule postérieure quant à elle est convexe vers l'arrière, échogène en portion ventrale et de forme triangulaire.
 - La forme du cristallin change au cours de la gestation. En effet, le cristallin est tout d'abord sphérique puis prend sa forme définitive avec un aplatissement antéro-postérieur. De plus, la capsule postérieure perd sa forme triangulaire pour être régulière et échogène de manière homogène.

- A la naissance, le cristallin a sa forme caractéristique, son noyau est anéchogène et ses capsules fines et échogènes. Des résidus de l'artère hyaloïde sont présents mais ont disparu les jours suivants.

- Chez le jeune, le cristallin est placé plus en avant que chez l'adulte ([30], chez le Samoyède). La position "normale" est cependant rapidement atteinte, suite à l'augmentation d'épaisseur du cristallin et à la croissance globale du globe.

- La taille de l'œil et du cristallin augmentent graduellement au fur et à mesure que l'âge de l'animal avance. Cela se fait de manière harmonieuse avec le développement général de l'animal. Ainsi, l'augmentation en épaisseur du cristallin est rapide pendant le jeune âge. [30, 54]

Âge de l'animal	Epaisseur du cristallin (en mm)	
	Œil gauche	Œil droit
10 à 15 jours	2,38 +/- 0,421	2,44 +/- 0,305
20 jours	3,14 +/- 0,627	3,08 +/- 0,746
2 à 4 mois	3,23 +/- 0,632	3,13 +/- 0,892
Adulte	5,84 +/- 0,606	5,54 +/- 0,807

Tableau 4 : épaisseur du cristallin en fonction de l'âge de l'animal (d'après Paunksnis *et al* [54])

IV) PRINCIPALES IMAGES PATHOLOGIQUES :

- L'examen échographique doit être réalisé de manière méthodique. Ainsi, on s'attachera à rechercher dans chaque cas: [71]
 - Des modifications de l'échogénicité: structure plus (hyper) ou moins (hypo) échogène que la normale.
 - La présence de structures "surajoutées" qui seront qualifiées de "solide" ou "kystique" en fonction de leur aspect échographique.
 - Des modifications de position, nécessitant de bonnes bases anatomiques pour être détectées.
 - Des modifications de taille, d'où la nécessité de disposer de "bases de données" de référence en la matière.

1] Anomalies congénitales :

1.1. Aphakie :

- L'aphakie est l'absence de cristallin. Elle peut être congénitale (très rare) ou bien secondaire à une extraction chirurgicale (cataracte par méthode intra-capsulaire, luxation du cristallin).
- L'aphakie congénitale est associée à des microphthalmies, des dysplasies rétiniennes. Elle peut induire une opacité cornéenne suite à une mauvaise induction tissulaire de l'ectoderme cornéen. Cette opacité est une indication à l'examen échographique oculaire. [13]
- Lors de l'examen échographique, la visualisation des capsules antérieures et postérieures du cristallin, normalement échogènes, est impossible. Il faudra donc bien faire le diagnostic différentiel avec les luxations congénitales du cristallin, en recherchant d'éventuelles modifications de position.

1.2. Microphakie :

- C'est une anomalie congénitale de la taille du cristallin. Ce dernier est plus petit que la normale. [71]
- Cette anomalie est observée préférentiellement dans différentes races: Berger Allemand, Berger Australien, Border Collie, Bobtail, Cavalier King Charles, Doberman, Epagneul Breton, Yorkshire Terrier. [22, 49]
- La détection de cette anomalie à l'échographie passe donc par une mesure de la taille et de l'épaisseur du cristallin en mode A ou en mode B et par comparaison à l'œil adelphe. [26]
- Il y a parfois association à d'autres anomalies oculaires telles que la persistance du vitré primitif. [11, 71]
- Une étude de Gelatt *et al* [34] a montré que lors de cataracte congénitale chez le Schnauzer nain il y avait une association à la microphthalmie et la microphakie (réduction de taille du globe et réduction associée de la taille du cristallin de 10 à 20% par rapport à un œil sain mesurée par échographie en mode A).

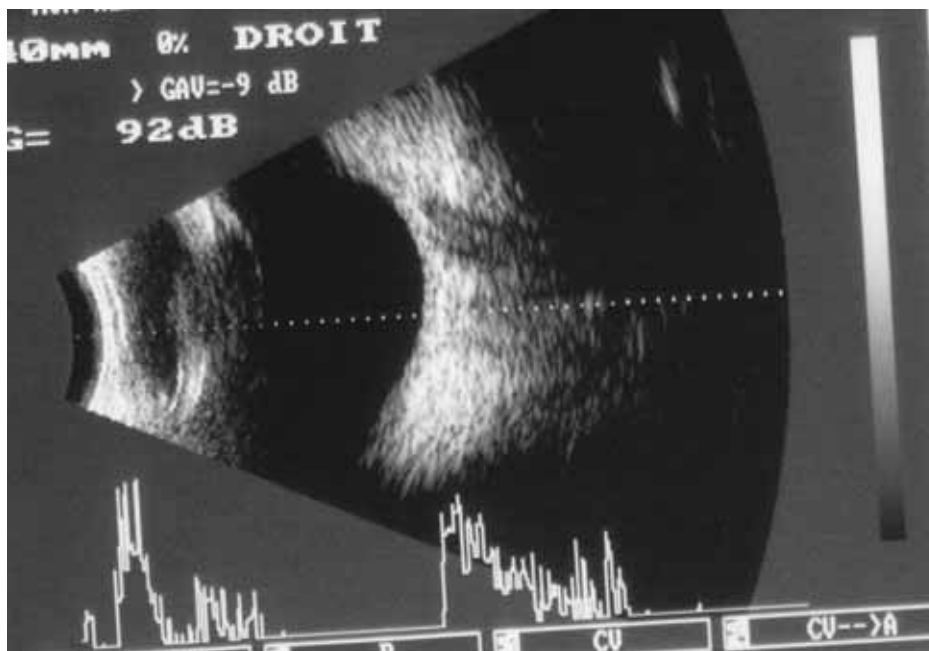


Figure 5: microphakie associée à une cataracte congénitale nucléocorticale mûre

1.3. Lenticône postérieur :

1.3.1. Définition et aspects cliniques :

- Le lenticône postérieur est une anomalie congénitale rare de la forme du cristallin. Elle se caractérise par une protusion de la capsule postérieure du cristallin dans le vitré. Cette protusion est conique dans le cas du lenticône, et plutôt globuleuse dans le cas du lentiglobe. [1, 43, 53]
- Cette anomalie survient tardivement dans le développement embryonnaire, après la formation du noyau du cristallin [53]. Elle a été décrite dans différentes races canines: Bobtail [3], Cavalier King Charles ([51], avec démonstration d'une prédisposition héréditaire), Doberman ([16], en association avec les stades 4, 5 et 6 de la persistance du vitré primitif), Golden Retriever [43], Schnauzer nain ([35], lenticône observé dans 19% des cataractes congénitales de cette étude), Shih Tzu [53], ...

1.3.2. Aspect échographique :

- Le lenticône peut parfaitement être diagnostiqué en utilisant une sonde de 7,5MHz. [53]
- Il s'agit d'une ligne hyperéchogène, de forme conique sortant au niveau de la capsule postérieure du cristallin. Ce cône fait protusion dans le vitré. Le cortex est également hyperéchogène.

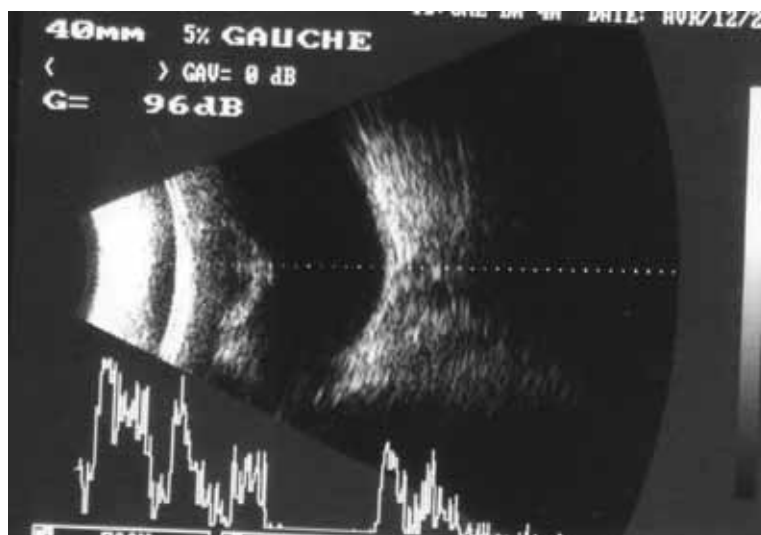


Figure 6 : Lenticône postérieur

1.3.3. Lésions associées :

- Le lenticône postérieur est très souvent associé à la présence d'une cataracte. [1, 3, 33, 35, 51, 53]
 - L'opacité liée à la cataracte est une indication de la réalisation de l'échographie oculaire, les observations en lampe à fente n'étant pas possibles.
 - La présence du lenticône conditionne de plus le type d'intervention lors d'opération de la cataracte [58]. Les complications telles que les hémorragies du vitré, les tractions sur la rétine ou encore l'issue de vitré sont en effet fréquentes.
 - Des cas de rupture de la capsule postérieure ont été associés à la présence du lenticône [51]. Ces cas sont décrits comme une conséquence du lenticône.

- Une association à d'autres anomalies congénitales est possible: microphthalmie, décollements de rétine, persistance et hyperplasie du vitré primitif.

1.4. Persistance du vitré primitif :

1.4.1. Définition, rappels d'embryologie et aspects cliniques :

- La persistance du vitré primitif est une anomalie congénitale rare (1/30 000 chez l'homme [61]). Elle résulte d'une mauvaise ou d'une non régression de la vascularisation embryonnaire primitive.
- Lors de persistance et d'hyperplasie du vitré primaire, le vitré tertiaire continue sa croissance au lieu de régresser. [61]
- Contrairement à ce qui est observé en médecine humaine [5], la persistance du vitré primitif peut avoir un caractère héréditaire dans certaines races canines. [7, 11]
- Cliniquement, cette anomalie se caractérise par :
 - Une leucocorie présente à la naissance et liée à l'existence d'une plaque fibrovasculaire rétro-lenticulaire. Celle-ci est parfois pigmentée par de la mélanine. [56]
 - Une membrane allant de la papille vers la face postérieure du cristallin. Il y a parfois une vascularisation lors de persistance de l'artère hyaloïde.
 - Une microphthalmie est généralement associée. [11, 69]
 - Le cristallin présente parfois également un lenticône postérieur, plus ou moins marqué. [68]
 - Si chez l'homme cette anomalie est presque toujours unilatérale, elle peut être bilatérale chez le chien. [68]
- D'autres lésions peuvent être associées telles que la cataracte (assez fréquente, mais à des degrés variables), ou encore diverses anomalies telles que les luxations du cristallin, les décollements de rétine, les hémorragies du vitré, le glaucome secondaire, la présence de la papille de Bergmeister, les lésions de dysplasie rétinienne (en rosette)... [4, 7, 11, 45, 56, 68]

1.4.2. Aspect échographique :

- L'échographie est indispensable lorsque le diagnostic clinique n'est pas clair ou pour préciser l'importance de l'anomalie.
 - Cela est notamment le cas lorsque l'animal présente une opacification des milieux oculaires (cataracte, hémorragie du vitré). [5, 11, 45, 68...]
 - Ainsi, l'examen échographique permet d'établir un pronostic, fonction de l'étendue de l'anomalie et de son aspect clinique. [56]
 - L'examen tomодensitométrique pourrait être réalisé (résultats similaires) mais c'est un examen beaucoup plus coûteux, qui expose l'animal à des radiations et nécessite une anesthésie générale. [5]

- Cependant, l'échographie ne permet pas toujours la mise en évidence du reliquat hyaloïdien selon l'étude réalisée par Roussat *et al* [61] chez 34 enfants.

- Le diagnostic échographique de la persistance du vitré primitif est ainsi plus ou moins aisé:
 - Le signe pathognomonique est la présence d'un cordon hyperéchogène tendu de la capsule postérieure du cristallin jusqu'au pôle postérieure de l'œil. Ce trajet peut être complet ou partiel (antérieur, postérieur –rare chez le chien [17]-ou antéro-postérieur). [11, 69]
 - Le doppler couleur peut être utilisé pour mettre en évidence la présence d'un flux sanguin résiduel. Ce dernier n'est pas forcément présent sur toute la longueur du cordon. Enfin, un flux présent peut régresser dans un deuxième temps. [4, 11, 69]
 - L'association des examens biomicroscopique et échographique permet donc de classer le grade de la persistance du vitré primitif selon la classification de Stades et donc d'émettre un pronostic et d'envisager un traitement adapté.

- Différentes anomalies associées peuvent être observées à l'examen échographique:
 - Le cristallin peut être plus ou moins hyperéchogène, cela étant lié à la présence d'une cataracte associée. Cette dernière peut être totale ou localisée au seul pôle postérieur. [11, 52]
 - Une microphakie peut être présente. Par exemple, dans le cas décrit par Boroffka *et al* [11], le cristallin du chien Basset Hound mesurait 4mm x 7mm au lieu des valeurs usuelles de 7mm x 12mm. [21]
 - Un lenticône postérieur est parfois associé. [11, 52]

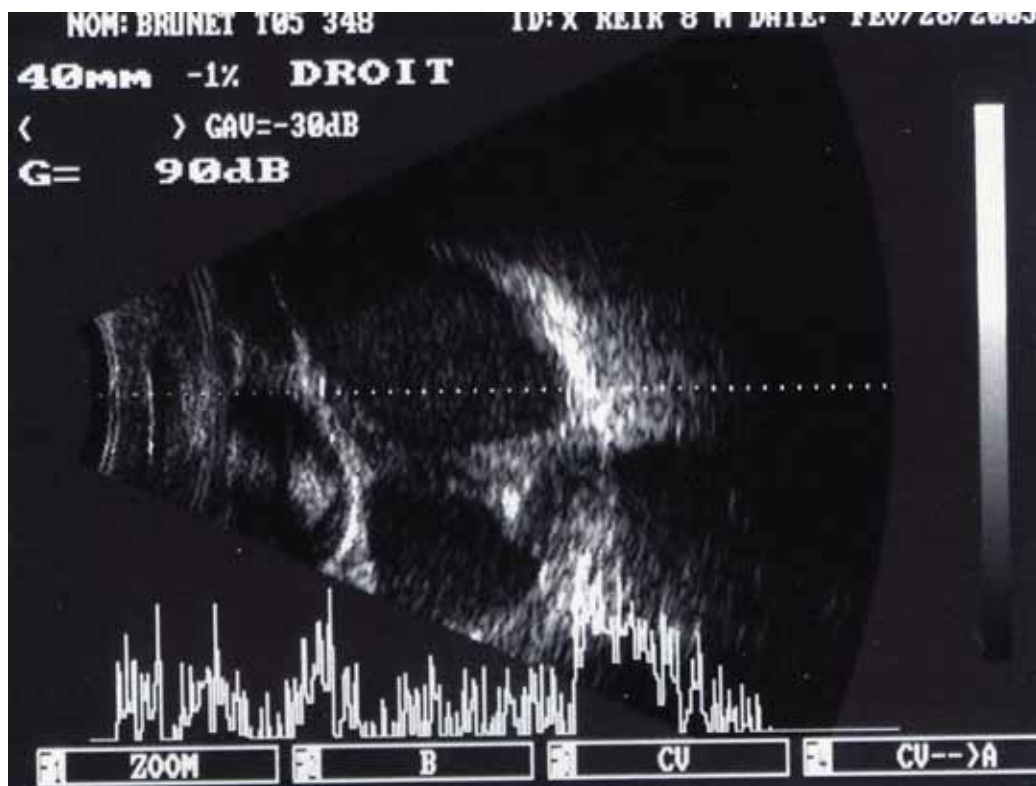


Figure 7: PHPV et cataracte mûre

2] Le cristallin cataracté :

2.1. Physiopathologie :

- La cataracte présente différentes origines: traumatique, congénitale (+/- héréditaire), diabétique, sénile...
- Selon leur stade d'évolution et leur localisation, les cataractes sont classées différemment:
 - Selon la localisation:
 - Capsulaire, sous capsulaire, corticale, nucléaire
 - Polaire (axe central), équatoriale (périphérie externe)
 - Selon le stade d'évolution: débutante, immature, mûre, hyper-mûre.
- L'examen échographique lors de cataracte est intéressant car il permet de mieux estimer le stade de la cataracte mais aussi d'évaluer le segment postérieur avant de décider d'une éventuelle intervention. Différentes lésions du segment postérieur sont en effet régulièrement associées à une cataracte. [58]

2.2. Aspect échographique :

2.2.1. Modifications de l'échogénicité :

- Lorsqu'il est atteint de cataracte, le cristallin est hyperéchogène. En effet, les capsules et/ou le noyau (en fonction de la localisation de la cataracte) sont plus marqués tant en épaisseur qu'en échogénicité. [46, 50, 57]
- L'échogénicité peut être augmentée de façon homogène pour l'ensemble du cristallin ou de manière plus irrégulière, en fonction de du type de cataracte et de sa localisation. [57]
- Des échos au sein du stroma sont parfois visibles lors de cataracte plus avancée. Ces derniers forment des échos concentriques. Ces échos sont plus internes si la cataracte est nucléaire, plus externes si elle est corticale (antérieure ou postérieure), mais

peuvent également remplir tout le cristallin si elle est totale. [50, 62, 67]

- Le coefficient d'absorption du cristallin avec une cataracte est toujours supérieur à celui d'un cristallin normal [62, 67]. La vitesse des ultrasons diminue en effet lors de cataracte, par atténuation [66]. L'absorption des ultrasons est ainsi directement corrélée à l'importance de la perte de transparence du cristallin. L'augmentation de l'atténuation est liée à une augmentation de l'agrégation des protéines dans le cristallin. L'atténuation est également plus marquée lors de cataracte sénile chez l'homme. [59]
- Ainsi, lors de cataracte avancée, un cône d'ombre dû à la forte absorption des ultrasons peut être visible. [17]
- Lorsqu'il y a un implant, le plan de l'iris est échogène, on ne voit pas la lentille. Il y a en règle générale un artéfact de réverbération à travers le vitré, derrière le plan de l'iris [50]. Il faut alors effectuer un abord latéral pour éviter ces artéfacts liés à la présence de l'implant. [26]

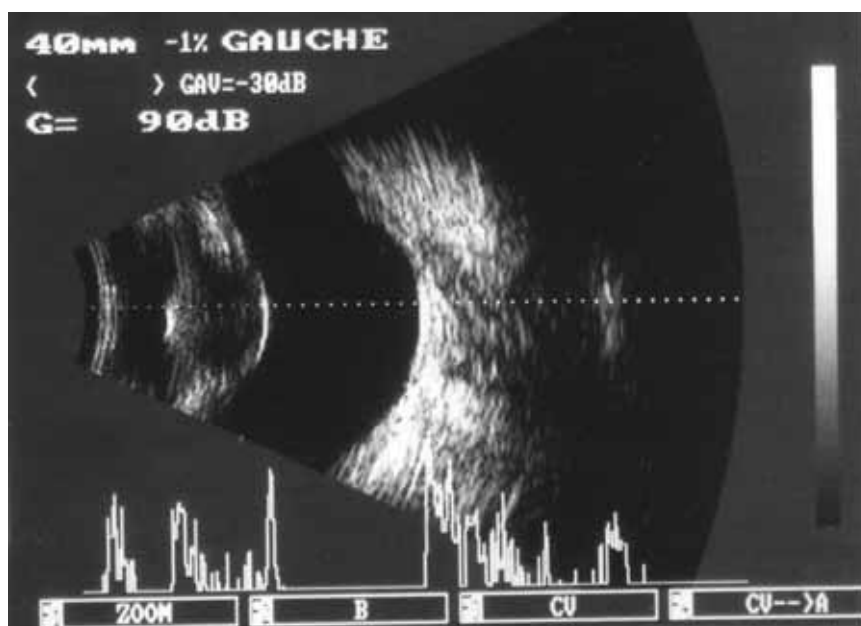


Figure 8: Cataracte corticale. L'augmentation d'échogénicité touche principalement les capsules

2.2.2. Modifications de taille :

- La taille du cristallin peut être modifiée lors de cataracte. Sa taille normale est de 6,7 +/- 1mm selon Williams. [70]

- Celle-ci est en effet augmentée lors de : [57]
 - Cataracte immature
 - Cataracte intumescence [62, 70] : cela est lié à une imbibition par des fluides dans ce dernier cas [71]. A titre d'exemple, dans le cas rapporté par Donalson [25], le cristallin est mesuré à 13,5 mm (Valeur usuelle de 7 mm).
 - L'épaisseur du cristallin est augmentée lors de cataracte diabétique par imbibition du cristallin (8,4 +/- 0,9 mm) [25, 70]. Les changements sont cependant plus marqués chez le jeune que chez le patient âgé, la taille du cristallin augmentant de manière physiologique au cours de la vie. [59]

- La taille est en revanche diminuée lors de cataracte hypermûre car il y a une résorption du matériel cristallinien. [57, 62, 71]

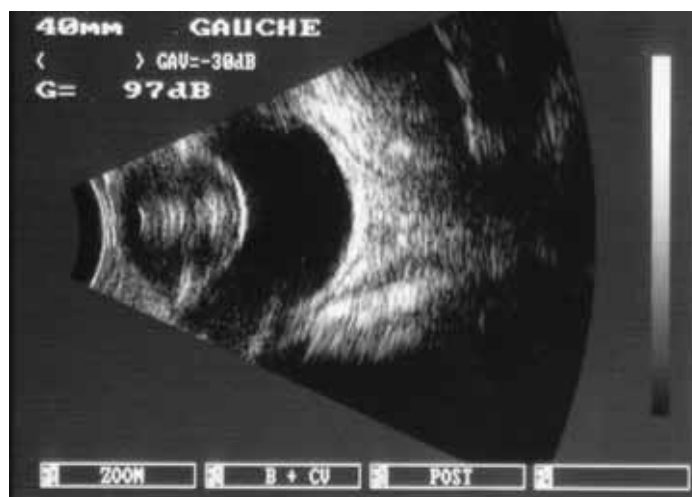


Figure 9: Cataracte hypermûre, augmentation de la taille du cristallin

- Il n'y a en revanche pas de changement dans la taille du globe, ce dernier est uniquement trouvé plus petit lors de cataractes congénitales, ceci étant lié au jeune âge des animaux concernés.

- La profondeur de la chambre antérieure est diminuée lors de cataracte diabétique et pour les cataractes mûres.

- La forme du cristallin peut également être modifiée: il perd parfois sa forme ovoïde pour prendre une forme irrégulière [62, 66]. La capsule postérieure peut également être modifiée ce qui conduit à une extension du cristallin dans le vitré. [25]

2.2.3. Lésions associées :

- Ces lésions doivent être recherchées car elles constituent des contre-indications à la chirurgie de la cataracte ou demanderont une technique chirurgicale aménagée. Ce type de précautions permet d'améliorer le taux de réussite de l'intervention. [58]
- Certaines sont observables cliniquement: glaucome, uvéite, kératite...
- D'autres nécessitent de recourir à des examens complémentaires. Ce sont les affections du segment postérieur, ce dernier n'étant pas observable à l'examen clinique à cause de l'opacité liée à la cataracte.
 - L'échographie oculaire permet une évaluation macroscopique du vitré et de la position de la rétine. Cette précaution est indispensable. En effet, Ponchet *et al* [58] ont rapporté 34,8 % d'images anormales dont 16,6 % de décollement de rétine, 16,6 % de dégénérescence du vitré, 2 cas de persistance du vitré et un cas de lenticône postérieur.

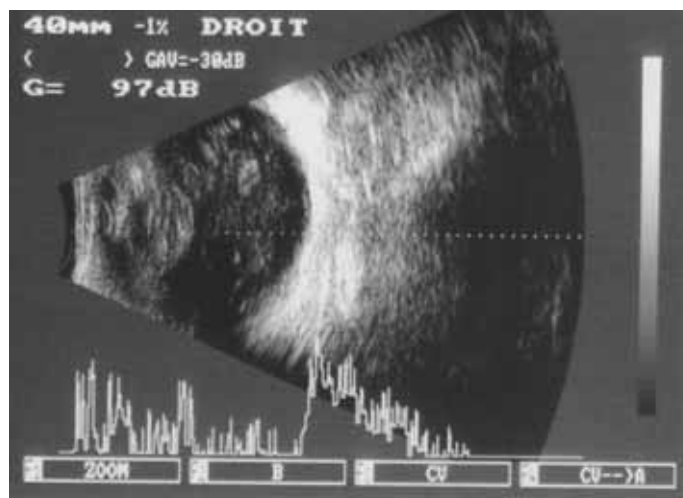


Figure 10: Dépôts de vitré, également visibles en mode A

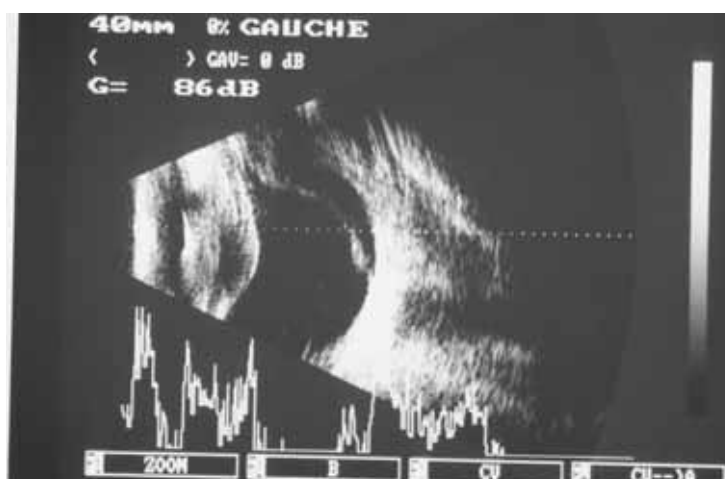


Figure 11: Cataracte associée à un décollement de rétine

2.2.4. Pouvoir des implants intraoculaires :

- Suite au retrait du cristallin, le chien devient hypermétrope car l'image se forme derrière la rétine. L'implant mis en place lors de l'intervention a donc pour but de rétablir une vision la plus correcte possible après la chirurgie de la cataracte.
- Chez l'homme, l'implant optimal est calculé pour chaque patient avant la chirurgie. Ce n'est pas le cas chez le chien, les implants utilisés ont une seule puissance, seule la taille est déterminée au début de l'intervention. Il est en effet considéré qu'une correction, même légèrement imprécise, est suffisante.
- L'implant utilisé doit être plus puissant que ceux utilisés chez l'homme (environ 18 Dioptries). En effet, l'axe optique est plus court, la chambre antérieure est plus profonde et la cornée plus plate chez le chien que chez l'homme. Ainsi, les mesures de biométrie effectuées en échographie mode A et l'emploi de la kératométrie ont permis de déterminer que l'implant idéal chez le chien est de 40 à 41 D. [32]

3] Luxations du cristallin :

3.1. Physiopathologie :

- C'est un déplacement du cristallin en dehors de sa position habituelle. Il peut s'agir d'une subluxation (déplacement léger du cristallin) ou d'une luxation totale.

- La luxation du cristallin est parfois primitive : [16]
 - Congénitale, elle est soit liée à une dysplasie zonulaire (Terrier du Tibet, Bull Terrier, Jack Russel Terrier) ou à un déficit zonulaire lié à une microphakie.
 - Plus tardivement dans la vie, elle est due à une rupture des fibres de la zonule (Terrier du Tibet, Border Collie).

- Les luxations peuvent également être secondaires à différentes affections intra-oculaires: [16, 37]
 - Traumatisme
 - Le glaucome chronique a pour conséquence une fragilisation de la zonule par étirement et dégénérescence. Le même type de manifestation peut survenir suite à une uvéite, une buphtalmie.
 - Une association à la cataracte est possible. La cataracte peut en effet fragiliser la zonule.
 - Les luxations du cristallin peuvent aussi faire suite à une dégénérescence de la rétine, à une uvéite ou encore au vieillissement.

- Les luxations peuvent être antérieures, le cristallin se situe alors en avant de sa localisation normale, ou bien postérieures où le cristallin vient se localiser dans le vitré.

3.2. Aspect échographique :

- L'échographie est un examen complémentaire de choix lors de luxation du cristallin. En effet, les œdèmes de cornée, les cataractes, les uvéites antérieures de forte intensité sont des phénomènes couramment associés à cette affection. Ces derniers rendent la chambre antérieure opaque et empêchent donc l'examen ophtalmoscopique. Les

observations cliniques considérées comme habituellement pathognomoniques (iridododésis, croissant aphake) ne sont alors pas correctement observables. [37, 62]

- Les modifications d'échogénicité sont variables. Le cristallin est toujours plus échogène [67], cette hyperéchogénicité touchant soit uniquement ses capsules soit également son centre. Cela est fonction de l'état d'altération du cristallin. Il y a en effet une corrélation à l'évolution d'une cataracte, si celle-ci existe. Il est ainsi beaucoup plus facile de repérer des cristallins luxés cataractés que des cristallins dépourvus de lésions de cataracte. Dans ce cas, l'absence d'image de la capsule postérieure du cristallin permet de suspecter une luxation [62]. L'image du cristallin cataracté et luxé dans le vitré peut être à l'origine d'une ombre projetée dans l'orbite. [17]

- Des modifications de tailles peuvent être liées:
 - A l'évolution d'une cataracte
 - A une microphakie primitive associée

- Les modifications de position sont caractéristiques de la luxation du cristallin.
 - Une luxation est facile à identifier, les cristalloïdes antérieure et postérieure ne sont plus à leur place habituelle. L'examen échographique permet de typer la luxation (antérieure ou postérieure) ainsi que d'effectuer le diagnostic différentiel entre aphakie (anomalie congénitale rare ou post-chirurgicale) et luxation postérieure du cristallin.
 - Il est en revanche plus compliqué d'identifier les subluxations, surtout lorsque celles-ci sont minimales. Plusieurs plans de coupes sont alors nécessaires (variation de l'axe du cristallin). [17, 57]
 - Pour différencier les luxations antérieures des luxations postérieures avec le mode A, on peut réaliser des mesures de biométries: on s'attache à mesurer la longueur du globe, et la distance entre la capsule postérieure du cristallin et la paroi postérieure du globe. Si cette distance est augmentée, il s'agit d'une luxation antérieure alors que si elle est diminuée c'est une luxation postérieure. [71]

Structure	Dolichocéphale	Mésocéphale
------------------	-----------------------	--------------------

Cristallin	7,6	7,6
Globe	21,0	19,6
Capsule postérieure du cristallin jusqu'à la rétine	9,6	8,8

Tableau 5 : Mesures normales (en mm) de l'œil (d'après [21])

- L'échographie cinétique, en donnant de légères impulsions de la sonde sur l'œil ou lorsque l'animal bouge son œil permet de mettre en évidence des mouvements du cristallin (phakodonésis). [67]
- Il est bien sur indispensable de rechercher d'éventuelles lésions associées lors de l'examen.

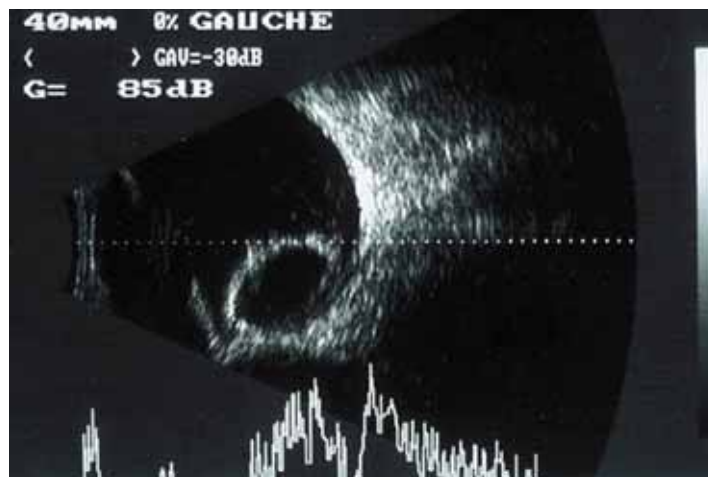


Figure 12: Luxation postérieure du cristallin

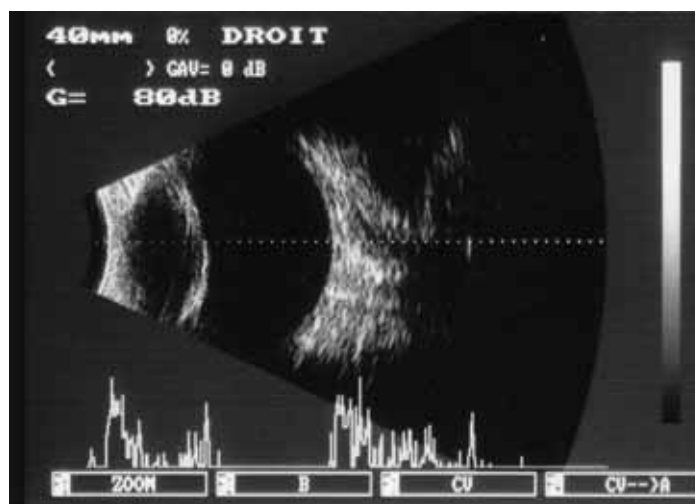


Figure 13: Luxation antérieure du cristallin

4] Traumatismes :

4.1. Bilan lésionnel lors de plaies du globe :

- L'échographie est particulièrement utile pour effectuer un bilan lésionnel lors de traumatisme oculaire et ainsi envisager une thérapeutique adaptée et donner un pronostic (à court, moyen et long terme). Cet examen présente également un intérêt dans le suivi des yeux traumatisés.

- Des précautions particulières doivent être prises:
 - En effet, l'œil traumatisé étant un œil douloureux, l'examen peut induire une réaction de défense de l'animal. Il faut donc réaliser une bonne anesthésie locale voire effectuer une tranquillisation de l'animal.
 - De plus, lors de traumatisme perforant de la cornée, il faut être particulièrement vigilant et ce afin d'éviter que le matériel d'échographie ne contamine l'intérieur de l'œil. Pour cela, on peut utiliser du gel stérile, une sonde stérilisée ou éventuellement entourée d'un gant stérile. [26, 67]

- Concernant le cristallin, les principales anomalies lors de traumatismes sont les luxations et cataractes traumatiques, déjà envisagées plus haut. Une hémorragie vitréenne ou encore un décollement de rétine peuvent être associés à ces lésions [41, 46]. En effet, près de 50% des cataractes traumatiques sont accompagnées par d'autres lésions et en particulier à des lésions du segment postérieur [41]. Ces anomalies justifient la nécessité de réaliser un examen échographique de l'œil en présence de tout hyphema. [71]

- Lors traumatisme du cristallin, une fragmentation est possible. Les fragments sont alors parfois visibles au sein du vitré. [46, 50]

- L'inflammation péri-cristallinienne peut accompagner les uvéites antérieures (liées ou non à un contexte de traumatisme). Cela se traduit échographiquement par une bordure hyper-échogène en périphérie de la capsule avec parfois présence de matériel inflammatoire (structures échogènes) dans la chambre antérieure. [71]

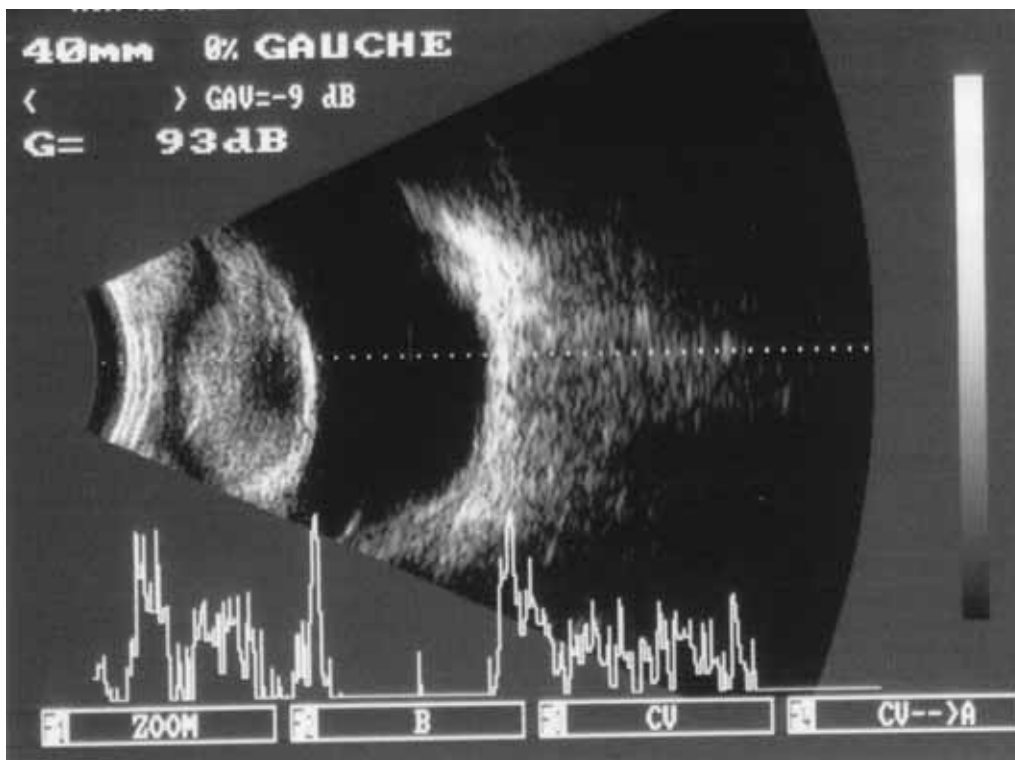


Figure 14: Cataracte traumatique

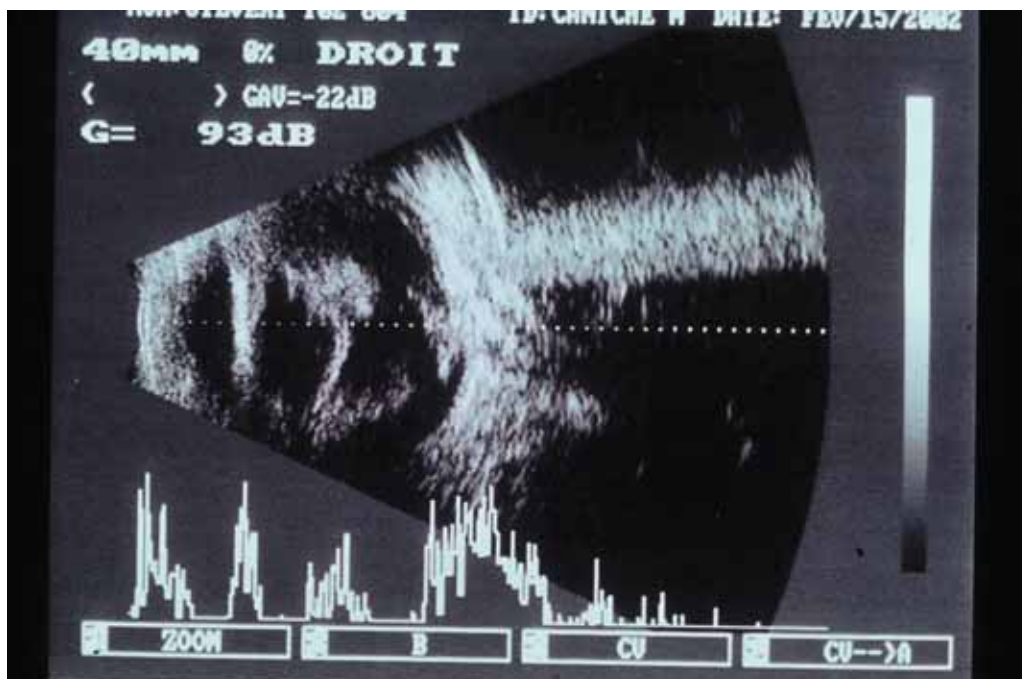


Figure 15: Exemple de corps étranger métallique dans le segment postérieur de l'œil, créant une image en queue de comète. Le cristallin a subi une fragmentation suite au passage de l'élément.

4.2. Recherche de corps étrangers:

- Selon Roman [60], 20 à 40% des plaies oculaires sont liées à la présence d'un corps étranger chez l'homme. Il est donc nécessaire de systématiquement rechercher un corps étranger lors de contexte de traumatisme. [26]
- La localisation cristallinienne est assez rare. En revanche, il n'est pas rare que le cristallin soit touché lorsque le corps étranger traverse le globe. [14]
- Si l'examen radiologique permet la détection des corps étrangers métalliques, la localisation précise est en revanche assez difficile à appréhender. [26]
- L'examen échographique permet de mettre en évidence les corps étrangers avec une bonne précision [26, 67]. Il permet en effet de visualiser les corps étrangers de petite taille et leur localisation précise. C'est un examen complémentaire de choix, qui permet la détection de lésions non suspectées cliniquement. De plus, les résultats de l'examen échographique sont bien corrélés aux découvertes chirurgicales. [47]
- L'échographie permet en outre la visualisation de corps étrangers non radio-opaques. Par exemple, les épines de porc-épic sont une cause fréquente de blessure intra-oculaire chez le chien en Amérique du Nord. Différentes localisations sont possibles, notamment le cristallin. Ces épines se présentent sous la forme de deux lignes hyperéchogènes parallèles qui finissent par se rejoindre. Si la localisation est facile à l'échographie, ces corps étrangers ne sont pas visibles à la radiologie. [28, 38]
- La sensibilité est de 95% pour la détection des corps étrangers métalliques et de 98% pour tout type de corps étranger [67]. L'ophtalmologiste vétérinaire est cependant limité en ce qui concerne les corps étrangers de petite taille. En effet, le matériel employé est bien loin des échographes haute-fréquence (50 MHz et plus) utilisés en médecine humaine. En revanche, les plombs de chasse sont facilement visualisables par une sonde de 10 MHz.
- L'échographie oculaire est l'examen de choix pour la recherche des corps étrangers. En effet, la radiologie ne permet que la détection des corps étrangers radio-opaques, l'examen tomodensitométrique manque de précision [18] pour la localisation précise du corps étranger.

Scanner	Echographie
Pas de contact avec l'œil	Contact nécessaire avec l'œil
Meilleure détection des corps étrangers métalliques	Détection moins bonne des corps étrangers métalliques
Mauvaise détection des corps étrangers en bois, verre, plastique	Meilleure détection des corps étrangers non métalliques mais parfois confusion avec de l'air
Meilleure détection lors d'importants remaniements vitréens	Mauvaise mise en évidence des corps étrangers lors d'hémorragies du vitré
Anesthésie générale nécessaire	Anesthésie locale seule
Analyse moins précise que l'échographie des lésions intra-oculaires associées	Analyse des structures et lésions intra-oculaires associées
Détection difficile quand le corps étranger est près de la sclère	Meilleure localisation et détection d'éléments de plus petite taille
Surestime la taille du corps étranger	
Phénomène de diffraction à l'origine d'artéfacts lors de corps étrangers multiples	Bonne mise en évidence de corps étrangers multiples

Tableau 6: comparaison de l'examen échographique et de l'examen tomodensitométrique pour la détection des corps étrangers (d'après [47] et [60])

- L'exploration doit être méthodique afin de localiser avec le plus de précision possible le ou les corps étrangers. Il convient également de préciser son (leur) éventuelle mobilité. [67]
- L'examen est plus difficile lors d'hémorragie du vitré. De même, il y aura un important cône d'ombre lors de corps étranger volumineux ce qui empêche l'exploration précise des segments situés en arrière [26]. Il est en de même en arrière des corps étrangers métalliques, puisqu'une image caractéristique en queue de comète sera observée.
- On s'attachera enfin à rechercher les lésions associées: anomalies de profondeur de la chambre antérieure, hémorragies vitréennes, décollements de rétine, décollement de choroïde et épaissement de la paroi du globe, ruptures de la sclère. Un corps étranger qui rentre en relation avec le cristallin (traversée, contact...) est à l'origine du développement d'une cataracte traumatique plus ou moins focale. [26]

CONCLUSION

Bien que nécessitant un matériel coûteux, l'échographie oculaire se démocratise de plus en plus de nos jours.

Cependant, elle reste complexe. En effet, elle nécessite bon nombre de connaissances théoriques ainsi que l'apprentissage de la manipulation de la sonde.

La pathologie du cristallin se prête tout particulièrement à cet examen complémentaire.

En effet, l'échographie oculaire est utilisée en routine dans la prise de décision de l'opération de la cataracte, fréquente de nos jours.

Cet examen permet également de poser un diagnostic lors d'affections diverses du cristallin, ainsi que d'affiner le pronostic, notamment par la découverte de lésions associées.

Cet examen va devenir de plus en plus performant grâce à des innovations technologiques dans l'échographie (utilisation de sondes de haute fréquence, échographie en trois dimensions...).

De nouvelles technologies, disponibles plus aisément actuellement en médecine vétérinaire (Tomodensitométrie, Imagerie par Résonance Magnétique), permettront également des avancées dans l'imagerie en ophtalmologie.

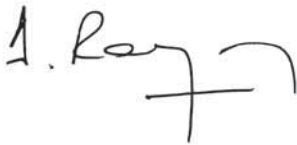
AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que
Melle BOUBALS Pauline, Olivia, Christiane
a été admis(e) sur concours en : 2002
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 13 Septembre 2007
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Alain REGNIER, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
autorise la soutenance de la thèse de :
Melle BOUBALS Pauline, Olivia, Christiane
intitulée :
« Echographie du cristallin du chien : Etude bibliographique »

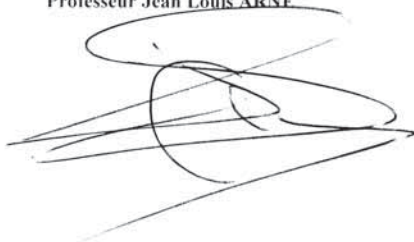
Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain REGNIER



Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON



Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Jean Louis ARNE



Vu le : 5 - DEC. 2007
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Jean-François SALTEREAU



BIBLIOGRAPHIE

1. AGUIRRE G., BISTNER S. I., Posterior lenticonus in the dog. *Cornell Vet* 1973, 63 : 455-461
2. ALLOUCH C., TOUZEAU O., KOPITO R., BORDERIE V., LAROCHE L. Etude biométrique du cristallin par échographie A et Orbscan. *J Fr Ophtalmol* 2005, 28 : 925-932
3. BARRIE K., PEIFFET R., GELATT K., WILLIAMS L. Posterior lenticonus, microphthalmia, congenital cataracts, and retinal folds in an Old English Sheepdog. *J Am An Hosp Ass* 1979, 15 : 715-717
4. BAYON A., TOVAR M.C., FERNANDEZ Del PALACIO M.J., AGUT A. Ocular complications of persistent hyperplastic primary vitreous in three dogs. *Vet Ophthalmol* 2001, 4 : 35-40
5. BENCHERIFA F., BOULANOUAR A., EL BAKKALI M., BENZEKRI Y., LAMDOUAR-BELLAKHAR N. Intérêt de l'échographie dans la persistance et l'hyperplasie du vitré primitive: à propos de 4 cas. *J Fr Ophtalmol* 1993, 16 : 220-224
6. BENTLEY E., MILLER P.E., DIEHL K.A. Use of high-resolution ultrasound as a diagnostic tool in veterinary ophthalmology. *J Am Vet Med Assoc* 2003, 223 : 1617-1622
7. BENTLEY E., MILLER P.E., DIEHL K.A. Evaluation of intra- and interobserver reliability and image reproducibility to assess usefulness of high-resolution ultrasonography for measurement of anterior segment structures of canine eyes. *Am J Vet Res* 2005, 66 : 1775-1779
8. BERGES O., KOSKAS P., LAFITTE F., PIEKARSKI J-D. Echographie de l'œil et de l'orbite avec un échographe polyvalent. *J Radiol* 2006, 87 : 345-353
9. BERGES O., KOSKAS P., MORET J. Imagerie de l'œil et de l'orbite: radiologie, échographie, scanner et résonance magnétique. *Encycl Méd Chir (Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris) Radiodiagnostic-squelette normal* 30-821-A-10 2000

10. BOROFFKA S. A.E.B., Ultrasonographic evaluation of pre- and postnatal development of the eyes in beagles. *Vet Radiol & Ultrasound* 2005, 46 : 72-79
11. BOROFFKA S. A.E.B., VERBRUGGEN A-M. J., BOEVE M.H., STADES F.C. Ultrasonographic diagnosis of persistent hyperplastic tunica vasculosa lentis/ persistent hyperplastic vitreous in two dogs. *Vet Radiol & Ultrasound* 1998, 39 : 440-444
12. BOROFFKA S.A.E.B., VOORHOUT G., VERBRUGGEN A.M., TESKE E. Intra- and interobserver repeatability of ocular biometric data obtained with B-mode ultrasonography in six beagles. EAVDI 12th Annual Conference (european association of veterinary diagnostic imaging) Naples 2005
13. BOTTET C. Echographie par abord trans-temporal chez le chien: étude de la faisabilité. Thèse de doctorat vétérinaire, 2002, Toulouse, 65p
14. BURILLON C. Corps étrangers du segment antérieur. *J Fr Ophtalmol* 2001 24: 751-757
15. CANTALOUBE B., REGNIER A. Sémiologie du cristallin âgé et orientation thérapeutique chez le chien. *Nouveau Prat Vét* 2002, (10) 557-560
16. CHAUDIEU G., MOLON-NOBLOT S. Le cristallin. *Prat Med Chir Anim Comp* 1997, 32 (supplément) : 169-191
17. CHETBOUL V. et al échographie et Doppler du chien et du chat: thorax, abdomen, œil, système nerveux. Atlas en couleur. Masson Paris 2005
18. CHOBEAUX N., MAUX R., SMOLIK I., COLIN J., KOROBELNIK J-F. Corps étranger intra-oculaire métallique de découverte tardive: enjeux diagnostiques et thérapeutiques. *J Fr Ophtalmol* 2003, 26 : 730-733
19. COLEMAN D.J., SILVERMAN R.H., DALY S.M., RONDEAU M.J. Advances in ophthalmic ultrasound. *Radiol Clin of North Am* 1998, 36 : 1073-1082
20. COLEMAN D.J., WOODS S., RONDEAU M.J., SILVERMAN R.H. Ophthalmic

- ultrasonography. *Radiol Clin North Am* 1992, 30 : 1005-1114
21. COTTRILL N.B., BANKS W.J., PECHMAN R.D. Ultrasonographic and biometric evaluation of the eye and orbit of dogs. *Am J Vet Res* 1989, 50 : 898-903
 22. CURTIS R. Lens luxation in the dog and cat. *J Small Anim Pract* 1990, 20 : 755-772
 23. DEAN E., DUPIN L. Nouveautés en échographie oculaire. *Point Vét* 2006, 37 : 12-13
 24. DECK. Contribution de l'échographie à l'étude des lésions oculaires congénitales et/ou héréditaires chez le chien. Thèse de doctorat vétérinaire, Maison Alfort, 2002, 116p
 25. DONALDSON D. What is your diagnosis ? *J Small Anim Pract* 2005, 46 : 101-103
 26. DUCASSE A., BONNET-GAUSSERAND F., MENANTEAU B., MARCUS C., REYNAL C. Imagerie du globe oculaire éditions techniques. *Encycl Méd Chir (Paris-France), radiodiagnostic-neuroradiologie-appareil locomoteur* 31-680-A-10 1994 10p
 27. DZIEZYC J., HAGER D.A., MILLICHAMP N.J. Two-dimensional real time ocular ultrasonography in the diagnosis of ocular lesions in dogs. *J Am An Hosp Ass* 1987, 23 : 501-508
 28. EISENBERG M.E. Ultrasonography of the eye and orbit. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1985, 15 : 1263-1274
 29. EKESTEN B. Biological variability and measurement error variability in ocular biometry in Samoyed dogs. *Acta Vet Scand* 1994, 35 : 427-433
 30. EKESTEN B. Age-related changes in ocular distances in normal eyes of Samoyeds. *Am J Vet Res* 1995, 56 : 127-133
 31. EL FOURGI L., BALLEREAU L. L'échographie oculaire chez le chien et le chat. *Prat Med Chir Anim Comp* 1985, 20 : 51-55
 32. GAIDDON J., ROSOLEN S.G., STERU L., COOK C.S., PEIFFER R. Use of biometry and keratometry for determining optimal power for intraocular lens implants in dogs. *Am*

33. GELATT K.N. Essentials of Veterinary Ophthalmology. Balckwell Puplishing 2000, 450p
34. GELATT K.N., Mc GILL L.D. Clinical characteristics of microphthalmia with colobomas in the Australian Shepherd Dog. J Am Vet Med Assoc 1973, 162 : 393-396
35. GELATT K.N., SAMUELSON D.A., BARRIE K.P., DAS N.D., WOLF E.D., BAUER J.E., ANDRESEN T.L. Biometry and clinical characteristics of congenital cataracts and microphthalmia in the Miniature Schnauzer. J Am Vet Med Assoc 1983, 183 : 99-102
36. GORIG C, VARGHESE T, STILES T, VAN DEN BROEK J, ZAGZEBSKI JA, MURPHY CJ. Evaluation of acoustic wave propagation velocities in the ocular lens and vitreous tissues of pigs, dogs, and rabbits. Am J Vet Res 2006, 67 : 288-95
37. GRAHN B.H., STOREY E., CULLEN C.L. Diagnostic ophthalmology. Can Vet J 2003, 44 : 427-429
38. GRAHN B.H., SZENTIMREY D., PHARR J.W., FOWLER D., Ocular and orbital porcupine quills in the dog: a review and cases series. Can Vet J 1995, 36 : 488-493
39. HAGEN N., GAYRARD V. TOUTAIN P.L. L'échographie de l'appareil génital de la vache. Polycopié d'enseignement deuxième cycle première année module sémiologie (2003~2004)
40. HAGER D.A., DZIEZYC J., MILLCHAMP N.J. Two-dimensional real-time ocular ultrasonography in the dog technique and normal anatomy. Vet Radiol 1987, 28 : 60-65
41. HAMIDZADA W.A., OSUOBENI E.P. Agreement between A-mode and B-mode ultrasonography in the measurement of ocular distances. Vet Radiol & Ultrasonography 1999, 40 : 502-507
42. KASKALOGLU M. Echographic findings in eyes with traumatic cataracts. Am J Ophthalmol 1985, 4 : 496
43. LAVACH J.D, SEVERIN G.A. Posterior lenticonus and lenticonus internum in a dog. J

Am Anim Hosp Ass 1977, 13 : 685-687

44. LORIOT N., MARTINOT S., FRANCK M Notions de base. In LORIOT N. ,
MARTINOT S., FRANCK M Echographie abdominale du chien et du chat 1995, Ed.
Masson Paris 3-17
45. MAC KEEN L.D., NISCHAL K.K., CHING LAM W., LEVIN A.V. High-frequency
ultrasonography findings in persistent hyperplastic primary vitreous. J AAPOS 2000, 4 :
217-223
46. Mc NICHOLAS M.J., BROPHY D.P., POWER W.J., GRIFFIN J.F. Ocular sonography.
Am J Roentgenol 1994, 163 : 921-926
47. Mc NICHOLAS M.J., BROPHY D.P., POWER W.J., GRIFFIN J.F Ocular trauma:
evaluation with US. Radiology 1995, 195 : 423-427
48. MAI W. L'image échographique: formation et qualité. Point Vét 1999, 30 : 499-504
49. MARTIN CL. Zonular defects in the dog, clinical and scanning electron microscopic
study. J Am Anim Hosp Assn 1978, 14 : 571-579
50. MUNK L., VELLETT A.D., LEVIN M., LIN D.T.C., COLLYER R.T. Sonography of the
eye. Am J Roentgenol 1991, 157 : 1079-1086
51. NARFTRÖM K., DUBIELZIG R. Posterior lenticonus, cataracts and microphthalmia;
congenital ocular defects in the Cavalier King Charles Spaniel. J Small Anim Pract 1984,
25 : 669-677
52. ORY J-I, YOSHIKAI T., YOSHIMURA S., TAKASE K. Persistent hyperplastic primary
vitreous (PHPV) in two Siberian Husky dogs. J Vet Med Sci 1998, 60 : 263-265
53. ORY J-I, YOSHIKAI T., YOSHIMURA S., UJINO H., TAKASE K. Posterior lenticonus
with congenital cataract in a Shih Tzu dog. J Vet Med Sci 2000, 62 : 1201-1203
54. PAUNKSNIS A., SVALDENIENE E., PAUNKSNIENE M., BABRAUSKIENE V.
Ultrasonographic evaluation of the eye parameters in dogs of different age. Ultragarasas

55. PAVLIN C.J., FOSTER F.S. Ultrasound biomicroscopy: high-frequency ultrasound imaging of the eye and microscopic resolution. *Radio. Clin. North Am* 1998, 36 : 1047-1058
56. PEIFFER R.L., GELATT K.N., GWIN R.M. Persistent primary vitreous and a pigmented cataract in a dog. *J Am Anim Hosp Ass* 1977, 13 : 478-480
57. POINCELOT L. L'échographie de l'œil chez le cheval. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon, 2005, 140p
58. PONCHET A., CANTALOUBE B. CAZALOT G., REGNIER A. Lésions du segment postérieur de l'œil associées à la cataracte: étude échographique chez 106 chiens (1999-2003). *Revue Med Vet* 2005, 156 : 386-390
59. RAITELAITIENE R., PAUNKSNIS A., IVANOV L., KURAPKIENE S. Ultrasonic and biochemical evaluation of human diabetic lens. *Medicina (Kaunas)* 2005, 41 : 641-648
60. ROMAN S. Corps étrangers intra-oculaires (CEIO) du segment postérieur de l'œil: prise en charge initiale. *J Fr Ophtalmol* 2001, 24 : 769-777
61. ROUSSAT B., BARBAT V., CANTALOUBE C., BAZ P., IBA-ZIZEN M.T., H. HAMARD Syndrome de persistance et d'hyperplasie du vitré primaire. Aspects cliniques et thérapeutiques. *J Fr Ophtalmol* 1998, 21 :501-507
62. SCOTTY N.C. Ocular ultrasonography in horses. *Clin Tech Equine Pract* 2005; 4 : 106-113
63. SCHIFFER S.P., RANTANEN N.W., LEARY G.A., BRYAN G.M. Biometric study of the canine eye, using A-mode ultrasonography. *Am J Vet Res* 1982, 43 : 826-830
64. SCHWOBTHALER F. Contribution à l'étude de l'échographie en ophtalmologie vétérinaire chez les carnivores domestiques. Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 1984 67p

65. SINDAK M., ÖZTÜK A., BIRICIK H.S. Color Doppler Imaging of the internal ophthalmic and long posterior ciliary arteries in the dog. *Turk J Vet Anim Sci* 2003, 27 : 1219-1224
66. TABANDEH H., WILKINS M., THOMPSON G., NASSIRI D., KARIM A. Hardness and ultrasonic characteristics of the human crystalline lens. *J Cataract Refract Surg* 2000, 26 : 838-841
67. THOMAZO F. Contribution à l'étude de l'échographie bidimensionnelle du globe oculaire chez les carnivores domestiques. Thèse de doctorat vétérinaire, Maison Alfort, 1996, 73p
68. VAN DER LINDE-SPIMAN J.S., STADES F.C., De WOLF-ROUENDAAL D, Persistent hyperplastic tunica vasculosa lentis and persistent hyperplastic primary vitreous in the Doberman Pinscher: pathological aspects. *J Am Vet Med Assoc* 1983, 19 : 791-802
69. VERBRUGGEN A-M.J., BOROFFKA S.A.E.B., BOEVE M.H., STADES F.C. Persistent hyperplastic tunica vasculosa lentis and persistent hyaloid artery in a 2-year-old Basset Hound. *Vet Quart* 1999, 21:63-65
70. WILLIAMS D.L. Lens morphometry determined by B-mode ultrasonography of normal and cataractous canine lens. *Vet Ophthalmol* 2004, 7 : 91-5
71. WILLIAMS J., WILKIE D.A. Ultrasonography of the eye. *Compend Cont Educ Pract Vet* 1996, 18 : 667-676

Toulouse, 2008

NOM : Boubals

Prénom : Pauline Olivia Christiane

TITRE : Echographie du cristallin du chien : étude bibliographique

RESUME :

L'échographie oculaire est une technique de plus en plus utilisée en médecine vétérinaire.

Après de brefs rappels sur la technique de l'échographie, l'examen échographique du globe oculaire est envisagé.

L'anatomie échographique normale du cristallin est par la suite décrite, ainsi que les principales variations physiologiques.

Ce sont ensuite les différentes anomalies pathologiques qui sont envisagées, les indications de l'examen échographique dans ce contexte pathologique et enfin l'aspect des images.

Ainsi sont tour à tour décrites les anomalies congénitales (aphakie, microphakie, lenticône postérieur, persistance du vitré primitif), les cataractes, les luxations du cristallin et enfin les traumatismes du globe oculaire.

MOTS-CLES : échographie, cristallin, oeil, chien

ENGLISH TITLE : Dog's lens ultrasonography : a review

ABSTRACT :

Ocular ultrasonography is a technique more and more used in veterinary medicine.

After brief reminders on the technique of the ultrasonography, the ultrasonographic examination of the globe eyepiece is considered.

The normal ultrasonographic anatomy of the crystalline lens normal is afterward described, as well as the principal physiological variations.

This are next the different pathological abnormalities that are envisioned, the indications of the ultrasonographic examination in this pathological context and at last the aspect of the pictures.

Are thus turn to described turns the congenital abnormalities (aphakia, microphakia, posterior lenticônus, persistence of the primary vitreous), the cataracts, the dislocations of the crystalline lens and lastly the traumatismes of the eyeball.

KEYWORDS : ultrasonography, lens, eye, dog