



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

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25619

To cite this version:

Puechberty, Anne . *Apports de l'échographie oculaire pour le diagnostic et la prise en charge thérapeutique des maladies oculaires chez les ruminants*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 97 p.

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

APPORTS DE L'ECHOGRAPHIE OCULAIRE POUR LE DIAGNOSTIC ET LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE DES MALADIES OCULAIRES CHEZ LES RUMINANTS

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

PUECHBERTY Anne

Née, le 25 septembre 1994 à Rouen (76)

Directeur de thèse : Mr Renaud MAILLARD

JURY

PRESIDENT :

Mme Isabelle BERRY

Professeure à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mr Renaud MAILLARD

Mr Giovanni MOGICATO

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Remerciements

Je tenais à adresser mes plus sincères remerciements :

A Madame Isabelle BERRY,
Professeure des Universités
Praticien Hospitalier
Imagerie médicale

Qui me fait l'honneur d'avoir accepté de présider le jury de ma thèse d'exercice vétérinaire.

A Monsieur Renaud MAILLARD
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie des Ruminants

Qui a accepté d'encadrer ce travail, mais aussi pour sa disponibilité et la sympathie dont il a toujours su faire preuve durant cette préparation.

A Monsieur Giovanni MOGICATO
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Anatomie – Imagerie

Pour avoir bien voulu accepter de prendre part à mon jury de thèse mais également pour tout ce qu'il nous a apporté en tant que parrain de notre promotion.

Et aussi

A Monsieur Jean-Yves DOUET
Maitre de conférences de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Physiopathologie oculaire

Pour son aide dans la réalisation de ce travail.

Remerciements personnels

Je tenais à remercier toutes les personnes qui partagent ma vie, qui m'ont aidé à me construire et à devenir aujourd'hui Docteur Vétérinaire.

A mes parents, à qui je dois énormément. Merci du fond du cœur pour m'avoir toujours soutenu, aimé et poussé à aller au-delà de mes capacités. Si je suis aujourd'hui Docteur Vétérinaire, c'est grâce à vous, à tous les efforts que vous avez consenti à faire et pour cela je ne vous remercierais jamais assez.

A ma sœur, qui doit me supporter depuis maintenant 25 ans. Merci d'avoir été là pour nos moments de fou-rires, de bagarres (devrais-je dire morsures ...), de tristesse mais surtout d'avoir été juste une fabuleuse sœur. Je ne te le dis pas assez souvent sinon tu t'y habituerais, je suis fier d'être ta petite sœur.

A mes grands-parents, Tata et Tonton, qui se sont tellement occupés de nous et nous ont évité de nombreuses heures en garderie. Merci d'avoir été toujours présents pour Aude et moi, de nous avoir préparé tant de goûters (eh oui il ne fallait pas que l'on meure de faim) et passé tant d'heures à jouer avec nous, hyperactives que nous sommes.

A ma marraine, un chaleureux merci pour tous ces moments de joie, ces repas d'anniversaire ensemble à me faire apprécier au plus haut point la gastronomie française. Que de souvenirs avec toi, je te revois avec Jojo en train de chercher désespérément ce qu'il fallait faire lors des cérémonies religieuses.

A Gerrit, qui a accepté de me prendre en stage dès mon plus jeune âge et qui a renforcé ce rêve d'enfant. Même si le premier jour avait mal commencé avec ma perte de connaissance sur une exérèse de tumeur mammaire, tous ces séjours chez Monique et toi furent un vrai bonheur. Merci pour tout.

Aux amis de la famille, pour toutes ces nombreuses années passées ensemble et tous ces moments partagés, un grand merci.

A ma meilleure amie Charlotte, tu as toujours été là pour moi dans les moments de joie et de tristesse. Ta gentillesse (même parfois ton monde de bisounours), ta bonne humeur et tes talents de cuisinière sont toujours autant appréciables. Je te remercie pour toutes ces années à tes côtés.

Aux amis du cheval, Claire, Sylvie, les Sophie au carré, Carine, Sami, Sandrine, Mélanie, Marion, Mathilde, Régine et Philippe. Que de bons moments passés avec vous à l'écurie et lors de nos soirées. Que de potins racontés en bord de piste à faire brouter nos chevaux ou de galopades dans la carrière à faire fuir les moins téméraires. Mention spéciale à Mathilde et Régine pour leur patience légendaire de nounou avec panpan.

A mes meilleurs amis rouennais, Joséphine, Julie, Pauline, Alix, Barnabé, Jean, Gaëtan et Alexis, je ne saurais par où commencer. Qu'on se connaisse depuis la maternelle, le primaire, le collège ou le lycée, j'aurais passé que de supers moments à vos côtés, sans parler de toutes les soirées. Les années passent, mais c'est toujours autant un bonheur de vous revoir.

A mes amis pilotes, Rémi et Léo. Tellement de souvenirs en 5 ans, je pense que le nouvel an à la coloc restera dans le top. Rémi j'attends toujours le tour en planeur que tu m'as promis, à défaut de nos matchs épiques de tennis !

A mes amis de l'école, Élise, Laurie S et R, Hélène, Aline, Alexi, Anaïs, Chloé, Justine, Elodie, Christine, Manon, Claire. Tout d'abord à mon groupe de TD : Élise, Laurie R, Hélène et Charlotte avec qui j'ai partagé tant de choses. On nous appelait les tiques molles mais qu'est-ce qu'on a rigolé : le sérieux de Laurie, la rigueur d'Élise, la timidité d'Hélène et la décontraction totale de Charlotte je pense qu'on ne pouvait pas trouver un groupe plus équilibré que le nôtre ! Laurie S pour ta gentillesse et ta bonne humeur permanente, Alexi pour tes blagues à toute épreuve et toujours prêt à rendre service, Chloé et Justine pour votre joie permanente (t'inquiète pas Chloé je continuerais à te dépanner par téléphone pour tes consult de canassons). Anaïs, ma passe-partout préférée, toujours à dire ce que tu penses, tu me faisais rire au quotidien ! Aline pour ton stress de ne pas réussir alors que tu gères à chaque fois, ne change rien ! Christine, ma partenaire de gigogigotage, garde ta joie de vivre et ne t'en fais pas je t'enverrai les serpents dès que des clients m'en ramèneront ! Elodie, toujours un plaisir à te croiser, à discuter avec toi entre 2 consult ou à déconner en soirée. Manon et Claire, de très bons souvenirs en TD à rigoler à vos côtés, restez comme vous êtes ! Un énorme merci à vous tous pour ces superbes années passées à vos côtés à l'ENVT. On se revoit bientôt !

A mes poulottes, Lucile, Mayliss, Valentine et Anne-Laure. Après un bon weekend d'inté à profiter à vos côtés et à vous découvrir, c'est toujours avec la même joie que je passe des soirées avec vous, que ce soit lors des anniversaires ou juste pour des petits repas à l'occasion ; même s'il est vrai que ce n'est pas facile de se voir souvent avec toutes nos activités extérieures. Je suis fière de vous avoir bizuté et de vous avoir comme petites poulottes.

Aux vétos de Montbazens, Valérie, Bernard et Loïc, un énorme merci pour tout ce que vous m'avez apporté durant ces dernières années, pour votre gentillesse, votre patience et votre partage de savoir-faire. Ainsi qu'à vos conjoints, Franck, Valérie et Marie pour m'avoir accueilli durant toutes ces soirées de garde qui furent pour certaines assez mémorables, on doit le dire. Il y a encore beaucoup de boulot en ce qui concerne l'apprentissage de la patience mais il ne faut pas désespérer cela viendra peut-être un jour !

Aux ASV de la clinique, Gaëlle, Régine et Alexandra, merci pour votre aide au quotidien, malgré les nombreuses griffures et morsures de ces derniers temps. Une bonne ambiance d'équipe qui est agréable à vivre au quotidien.

A Anne, ma jumelle pendant la première année de prépa. Tu te souviens, ils nous appelaient les Anne au carré et ils avaient bien raison car on a vécu tant de moments ensemble. Une année d'enfer compte tenu de la pression mais je ne garde que les meilleurs souvenirs avec toi, notamment nos fou-rires en colle, notre poisse légendaire à faillir louper notre train dès la première semaine entre incendie dans le métro, défilé place de l'Etoile et aucun taxi disponible.

A Claire, ma petite pile de prépa. On s'est connu il y a déjà 7 ans, j'ai toujours apprécié ton énergie débordante ainsi que ton franc parler. Je me souviens des soirées au Trocadéro, de toutes les marches qu'il fallait gravir pour arriver à ton appart, toi qui te plaignais de pas faire

de sport, au final tu en faisais un peu quand même. Merci d'avoir été là pendant ces 2 années d'enfer en prépa. J'attends ta thèse avec impatience à Alfort !

A Alicia et Sarah, mes amis d'enfance, que de souvenirs en 25 ans, tous les étés à profiter de la piscine, à manger des viennoiseries que Cathy nous donnait. Entre les marchés de nuit, le cheval, les randonnées, le tennis on n'a jamais eu le temps de s'ennuyer et surtout le principal on ne s'est jamais perdu de vue, c'est toujours un bonheur de vous revoir. Cathy je ne te remercierais jamais assez pour tout ce que tu as fait pour moi, pour ta gentillesse et ta générosité sans pareil. C'est un vrai plaisir de passer des moments par ci par là à te voir.

A tous les autres que je n'ai pas cités, mais que je n'oublie pas, merci à vous.

A ceux qui nous ont quitté, mais qui laissent en nous une trace indélébile. J'espère que vous êtes fiers de moi, de l'endroit où vous êtes.

SOMMAIRE

Introduction.....	11
I- Le principe de l'échographie.....	12
1. Le fonctionnement d'une onde ultrasonore.....	12
2. La propagation de cette onde à travers les tissus.....	12
3. Les différents types d'échographie.....	13
3.1. Mode A.....	13
3.2. Mode B.....	14
3.3. Mode Temps Mouvement (TM).....	14
3.4. Mode Doppler Couleur.....	14
4. Les différentes sondes disponibles.....	16
5. Les artefacts de l'échographie.....	17
II- Description anatomique et échographique de l'œil.....	21
1. Les paupières.....	21
2. Le segment antérieur.....	22
2.1. La cornée.....	22
2.2. L'angle irido-cornéen.....	22
2.3. La chambre antérieure.....	23
2.4. L'iris et pupille.....	24
2.5. Le corps ciliaire.....	25
2.6. La chambre postérieure.....	26
3. Le cristallin.....	26
4. Le segment postérieur.....	27
4.1. La chambre vitrée.....	27
4.2. La rétine.....	28
4.3. La choroïde.....	29
4.4. La sclère.....	29
4.5. La papille optique.....	30
III- L'examen échographique.....	32
1. Caractéristiques de l'œil chez les ruminants.....	32
2. Les voies d'abord.....	33
2.1. La technique transcornéenne.....	33
2.2. La technique transpalpébrale.....	33
3. La contention.....	34
4. La sédation.....	35
5. Intérêt chez les autres espèces.....	36
IV- Le diagnostic des différentes affections de l'œil par échographie.....	38

1.	Les affections du globe et de l'orbite.....	38
1.1.	Les affections congénitales.....	38
1.2.	Les lésions orbitaires occupant l'espace rétrobulbaire.....	39
1.3.	Les autres affections du globe	41
1.4.	Les apports de l'échographie dans le diagnostic	41
2.	Les affections des paupières.....	43
2.1.	Les enroulements palpébraux	43
2.2.	Les affections néoplasiques	43
2.3.	Les affections inflammatoires.....	46
2.4.	Les apports de l'échographie dans le diagnostic	47
3.	Les affections des conjonctives et de la cornée.....	47
3.1.	Les affections congénitales.....	47
3.2.	Les affections parasitaires	50
3.3.	Les affections bactériennes.....	50
3.4.	Les affections virales.....	55
3.5.	Les affections néoplasiques	58
3.6.	Les affections traumatiques	58
3.7.	Les apports de l'échographie dans le diagnostic	59
4.	Les affections de l'uvée antérieure.....	61
4.1.	Les affections congénitales.....	61
4.2.	Les affections parasitaires	62
4.3.	Les affections bactériennes.....	63
4.4.	Les affections virales.....	64
4.5.	Les affections tumorales.....	66
4.6.	Les apports de l'échographie dans le diagnostic	67
5.	Les affections du cristallin	68
5.1.	Les différentes cataractes et les anomalies associées.....	68
5.2.	Les apports de l'échographie dans le diagnostic	71
6.	Le glaucome	74
7.	Les affections du segment postérieur de l'œil.....	75
7.1.	Les affections du fond d'œil.....	75
7.2.	Les affections du nerf optique	79
7.3.	Les apports de l'échographie dans le diagnostic	80
V-	Les intérêts et les limites de l'échographie dans le diagnostic et la prise en charge thérapeutique ou chirurgicale des maladies oculaires chez les ruminants.....	82
1.	Des difficultés induites par l'espèce à examiner	82
2.	Des difficultés liées aux performances de l'appareil ainsi qu'à la technicité du manipulateur.....	82

3. L'échographie : une technique d'imagerie de choix pour le diagnostic de certaines pathologies oculaires	83
4. L'intérêt pratique de l'examen échographique.....	85
Conclusion	87
Table des figures	88
Table des photographies	89
Table des tableaux.....	90
Liste des abréviations	91
Références bibliographiques.....	92

Introduction

L'échographie est une technique ancienne mise au point à des buts de non à finalité médicale puisque les premières applications étaient de permettre de cartographier les fonds marins. Ensuite cette technique a été développée en vue d'applications militaires et ce n'est que plus récemment que les travaux sont entrés dans le domaine médical, technique qui a considérablement évoluée ensuite avec l'amélioration de l'électronique pour arriver à une utilisation courante en médecine humaine et en particulier en gynécologie.

Plus récemment, l'échographie en médecine vétérinaire a connu une expansion certaine et elle est devenue une technique complémentaire pour l'établissement de diagnostics d'abord et surtout en gynécologie puis dans le cadre de pathologie locomotrice équine. Maintenant grâce à la miniaturisation des sondes, la portabilité des systèmes et l'amélioration de leurs performances, ces systèmes peuvent être employés par les vétérinaires pour affiner leurs diagnostics liés à des pathologies oculaires chez les ruminants.

Dans ce mémoire, après avoir rappelé le principe de fonctionnement de l'échographie en général, la formation du faisceau ultrasonore et du système de détection ainsi que les artefacts qui peuvent apparaître lors des examens échographiques. Dans un second chapitre, les descriptions anatomique et échographique de l'œil seront rappelées. Dans la partie suivante, compte tenu des spécificités de l'œil, les différentes méthodes d'examen seront précisées ainsi que les précautions à mettre en œuvre pour être en mesure de réaliser une exploration de qualité. Dans un quatrième chapitre, on présentera un rappel non exhaustif des différentes pathologies et affections de l'œil et l'apport éventuel de l'examen échographique pour établir ou infirmer des conclusions médicales. La dernière partie sera consacrée à une discussion sur l'intérêt et les limites de l'échographie dans le diagnostic et la prise en charge thérapeutique ou chirurgicale des maladies oculaires chez les ruminants.

I- Le principe de l'échographie

1. Le fonctionnement d'une onde ultrasonore

L'échographie fait partie des techniques d'imagerie médicale et est fondée sur la production et la propagation des ultrasons. En effet, les cristaux piézoélectriques qui composent la sonde échographique produisent des ultrasons qui vont être ainsi propagés aux tissus sous-jacents de proche en proche en réponse à l'alternance de polarité du courant électrique (cycle de compression et de décompression des cristaux se propageant sous la forme d'une onde sinusoïdale). Lorsque ce faisceau d'ondes sonores arrive à une interface entre deux tissus d'impédance acoustique différente, une partie de ce faisceau est réfléchi et est ensuite captée par la sonde échographique qui déforme les cristaux piézoélectriques. Cela s'explique par des séries d'impulsion électrique des cristaux créant ainsi de courtes salves dont l'intervalle de temps entre chacune permet la réception des échos. L'énergie mécanique est alors convertie en signal électrique avec une intensité proportionnelle à la distance parcourue et à l'origine d'une image échographique en noir et blanc (Buczinsky et al., 2009 ; Gayrard et al., 2016).

2. La propagation de cette onde à travers les tissus

La propagation des ultrasons (ondes ultrasonores) dans un milieu dépend de la vitesse de propagation de ces ondes et de la masse volumique du milieu traversé dont le produit de ces deux paramètres forme l'impédance acoustique. Les ondes suivent un trajet rectiligne dans un même milieu mais sont déviées à chaque interface. La réflexion des ondes (définie comme le retour d'une partie des ultrasons sous la forme d'un écho) n'est possible que si l'interface du changement de milieu possède une certaine épaisseur.

Lorsque les ultrasons rencontrent un milieu liquidien (par exemple l'eau), aucune onde du faisceau ne sera réfléchi donc le récepteur de la sonde échographique ne recevra aucune information et l'image obtenue sera alors noire (anéchoïque).

Lorsqu'un grand nombre d'ondes du faisceau sont réfléchies, la nuance de gris se rapprochera du blanc (par exemple pour les tendons) on parlera d'image hyperéchogène. La

partie du faisceau qui ne sera pas réfléchi, sera donc réfractée et diffusera dans les couches plus profondes jusqu'à ce qu'elle trouve une nouvelle interface entre deux tissus d'impédance acoustique différente. La réfraction ne peut avoir lieu que si l'onde n'est pas perpendiculaire à l'interface.

Si l'impédance acoustique diffère de trop entre ces deux milieux (par exemple entre l'os et les tissus mous), la réflexion du faisceau d'ondes sera complète et par conséquent, aucune onde ne sera réfractée.

Hormis la réflexion et la réfraction, une partie du faisceau d'ondes est absorbée par le tissu traversé et est dissipée dans ce dernier. Cette dissipation des ultrasons contribue au phénomène d'atténuation et par conséquent, les ultrasons auront une profondeur maximale de pénétration plus réduite (Buczinsky et al., 2009 ; Gayrard et al., 2016).

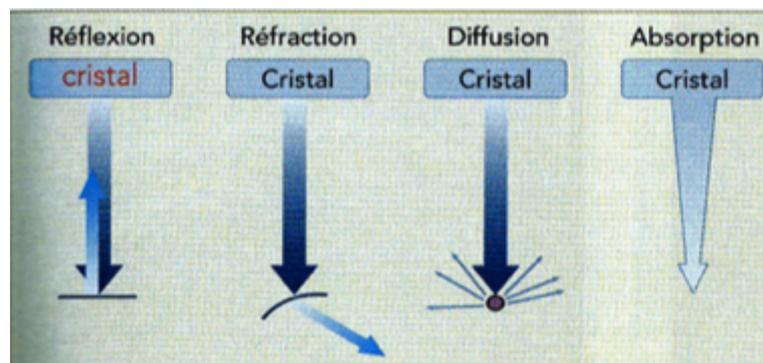


Figure 1 (Gayrard et al., 2016) : Interactions des ultrasons avec les différents milieux

Après avoir vu comment fonctionne une onde ultrasonore et comment elle se propage à travers les tissus, on va s'intéresser aux différents types d'échographie existantes, aux multiples sondes disponibles et aux artefacts que l'on peut être amené à rencontrer.

3. Les différents types d'échographie

3.1. Mode A

Le mode A (Amplitude) permet d'analyser l'amplitude de l'écho (proportionnelle à son intensité) et la distance parcourue (proportionnelle à la profondeur à laquelle se situe l'interface). Ce mode représente ainsi une image unidimensionnelle (Poincelot, 2005).

En ophtalmologie par exemple, ce mode permet de mesurer les dimensions du globe oculaire.

3.2. Mode B

Le mode B (Brillance) représente une image bidimensionnelle. C'est le mode le plus fréquemment utilisé. L'image est obtenue par balayage d'une zone d'intérêt par un faisceau d'ultrasons qui réfléchit sur des interfaces d'impédance acoustique différentes. La nuance de gris varie selon l'intensité (plus l'intensité de l'écho est forte, plus l'image est hyperéchogène) et la position sur l'image varie selon le temps (Buczinsky et al., 2009 ; Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

La qualité de l'image obtenue dépendra de sa résolution, c'est à dire la capacité qu'aura la sonde à distinguer deux points très rapprochés. Il existe deux types de résolution : la résolution axiale (capacité de la sonde à différencier deux points situés dans l'axe parallèle au faisceau d'ondes) et la résolution latérale (capacité de la sonde à différencier deux points situés dans un axe différent de celui de propagation du faisceau d'ondes). Ainsi, plus la fréquence de la sonde est élevée, meilleure est la résolution axiale et la distance entre deux points courte. Et plus la fréquence de la sonde est élevée, meilleure sera la résolution latérale et la distance de focalisation courte car les ondes divergent via le phénomène de réfraction au fur et à mesure de leur pénétration dans le milieu (Buczinsky et al., 2009 ; Nautrup et al., 2005).

3.3. Mode Temps Mouvement (TM)

Le mode TM représente une structure en temps réel. Elle permet d'objectiver les variations d'une zone d'intérêt choisie au préalable. L'image obtenue est bidimensionnelle. La différence par rapport au mode B est liée au fait que les images en temps réel sont balayées automatiquement et pas manuellement (Buczinsky et al., 2009 ; Nautrup et al., 2005).

3.4. Mode Doppler Couleur

Le mode Doppler Couleur permet de détecter via un faisceau d'ultrason les particules en mouvement qui se rapprochent ou s'éloignent de la sonde échographique. Ces variations de

sens et de vitesse de déplacement sont codées sur l'image échographique par des couleurs : des nuances de bleu pour un flux laminaire rétrograde et des nuances de rouge pour un flux laminaire antérograde. Si les particules sont en flux turbulent, l'image échographique perd sa couleur homogène et on est en présence d'une mosaïque de couleur. Ce mode a pour principal avantage d'avoir des images simultanées du flux sanguin et d'une image bidimensionnelle en temps réel. Par conséquent, ce mode Doppler Couleur est très utilisé pour l'examen échographique cardiaque mais peut être aussi utile pour caractériser les vaisseaux sanguins situés derrière le globe oculaire (Buczinsky et al., 2009 ; Nautrup et al., 2005).

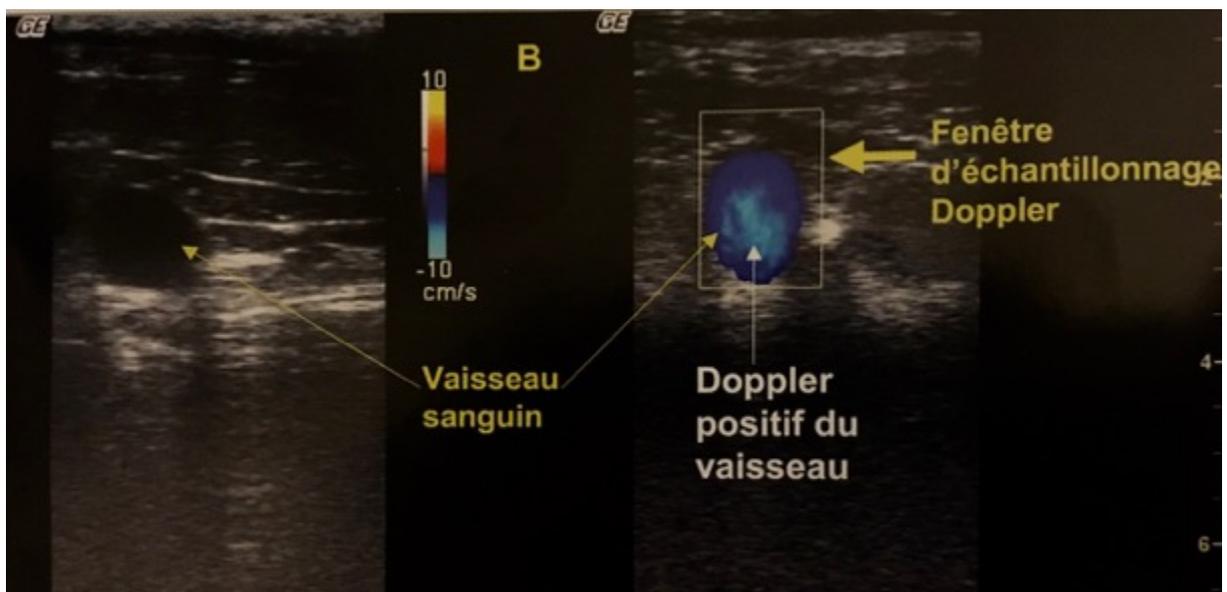


Figure 2 (Buczinsky et al., 2009) : Flux laminaire rétrograde en échographie Doppler couleur



Figure 3 (Buczinsky et al., 2009) : Flux turbulent en échographie Doppler couleur

4. Les différentes sondes disponibles

Selon l'échographe choisi, plusieurs sondes sont disponibles et chacune d'entre elles émet des fréquences d'ultrasons variables. Comme explicité précédemment, plus la fréquence d'une sonde est élevée (> 5 MHz), meilleure est la résolution de l'image obtenue mais plus la profondeur des structures à examiner est restreinte.

Tout d'abord, on a des sondes linéaires qui donnent des images rectangulaires. Elles sont utilisées pour le suivi de reproduction néanmoins leur manque de maniabilité dans certaines zones telles que l'espace intercostal limite leur utilisation.

Ensuite, on retrouve des sondes sectorielles qui émettent un faisceau d'ultrasons divergeant de la sonde. Ces sondes sont très maniables et utilisées pour le diagnostic de gestation trans-abdominal des petits ruminants et pour l'échographie abdominale bovine.

Pour finir, les sondes en forme de crayon permettent d'examiner les espaces restreints tels que les espaces intercostaux. Tout comme la sonde sectorielle, le faisceau d'ultrasons diverge de la sonde et on obtient une image sectorielle. Leur principale utilisation est l'échographie cardiaque (Buczinsky et al., 2009).

Organes	Fréquence de la sonde	Forme de la sonde
Cœur	2-3,5 MHz	Crayon ou sectorielle
Nœuds lymphatiques mésentériques, foie d'une vache grasse, vessie transabdominale et utérus en fin de gestation trans-abdominal	2-3,5 MHz	Sectorielle et/ou linéaire
Membres partie proximale, foie, pancréas, intestin, caillette, réseau, rumen et feuillet	≤ 5 MHz	Sectorielle et/ou linéaire
Rate	4-7,5 MHz	Sectorielle et/ou linéaire

Membres partie distale, colonne vertébrale, mamelle/trayon, nœuds lymphatiques iliaques, vaisseaux sanguins, plèvre et poumon	≥ 5 MHz	Sectorielle et/ou linéaire
Œil	≥ 7 MHz	Sectorielle et/ou linéaire
Urètre, pénis, testicules, vessie transrectale, rein gauche transrectal et appareil reproducteur transrectal	≥ 5 MHz	Linéaire

Tableau 1 (adapté de Buczinsky et al., 2009) : Caractéristiques des sondes pour l'examen échographique des organes

5. Les artefacts de l'échographie

Les images échographiques peuvent être modifiées par rapport aux coupes anatomiques existantes, dues à une réflexion inadaptée du faisceau d'ultrasons ou à une absorption différente de ce faisceau par les tissus, créant ainsi des artefacts échographiques.

Le premier artefact pouvant être rencontré est celui de réverbération. Lorsque le faisceau d'ultrasons est piégé entre deux surfaces réfléchissantes, il y a un phénomène de rebondissement (réflexions multiples) qui se produit. Un léger écho est alors réceptionné par la sonde qui forme une image à l'écran et la positionne à une profondeur de plus en plus grande créant de multiples échos contigus (Mrani Zentar, 2015).

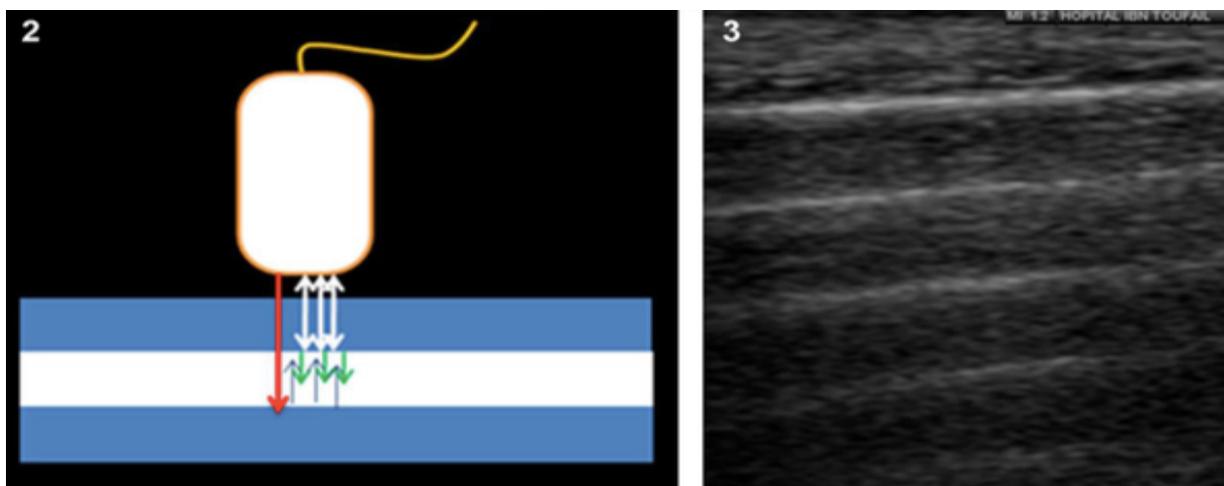


Figure 4 (Mrani Zentar, 2015) : Principe de l'artefact de réverbération

Le second artefact est celui de l'image en miroir qui apparaît quand une partie du faisceau d'ultrasons se réfléchit sur une surface hyperéchogène et les ondes incidentes se réfléchissent de nouveau avant d'atteindre un autre tissu vers la sonde. A leur retour vers la sonde les échos reprennent le même chemin qu'auparavant et vont se réfléchir de nouveau contre la surface hyperéchogène avant d'atteindre la sonde. La sonde interprète cette différence de temps comme un déplacement rectiligne des ultrasons donnant une seconde image qui est le sosie de la première située juste au-dessus. Cet artefact est le plus fréquemment rencontré lors de l'examen du diaphragme. Pour éviter cet artefact, il faut réduire le gain général et le gain temps-compensation (Buczinsky et al., 2009 ; Mrani Zentar, 2015).

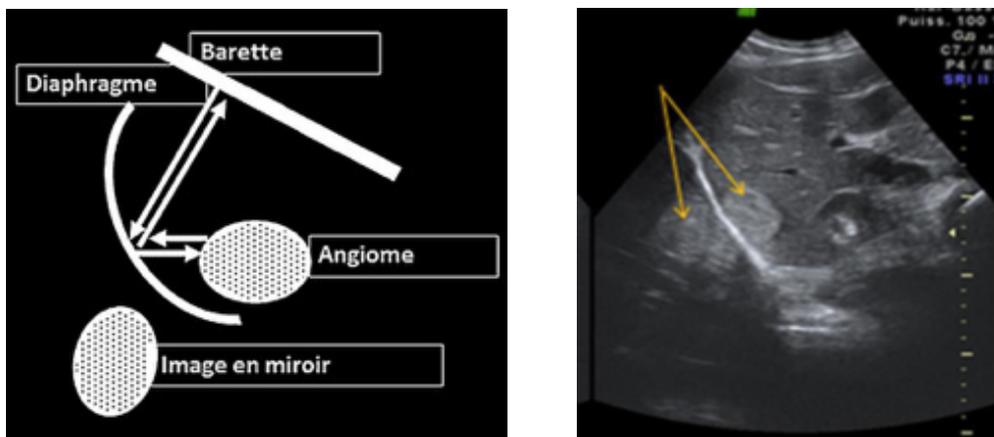


Figure 5 (Mrani Zentar, 2015) : Principe de l'artefact d'image en miroir

Ensuite, on peut rencontrer l'artefact de cône d'ombre qui correspond à l'absence de propagation du faisceau d'ultrasons après un certain point. Cela se produit lorsque les ultrasons sont en contact d'une structure très absorbante ou d'une interface très réfléchissante. Cela arrive aussi lorsque le faisceau d'ultrasons est réfracté en périphérie de structures rondes et donc moins d'échos parviennent jusqu'à la sonde (Buczinsky et al., 2009 ; Mrani Zentar, 2015).

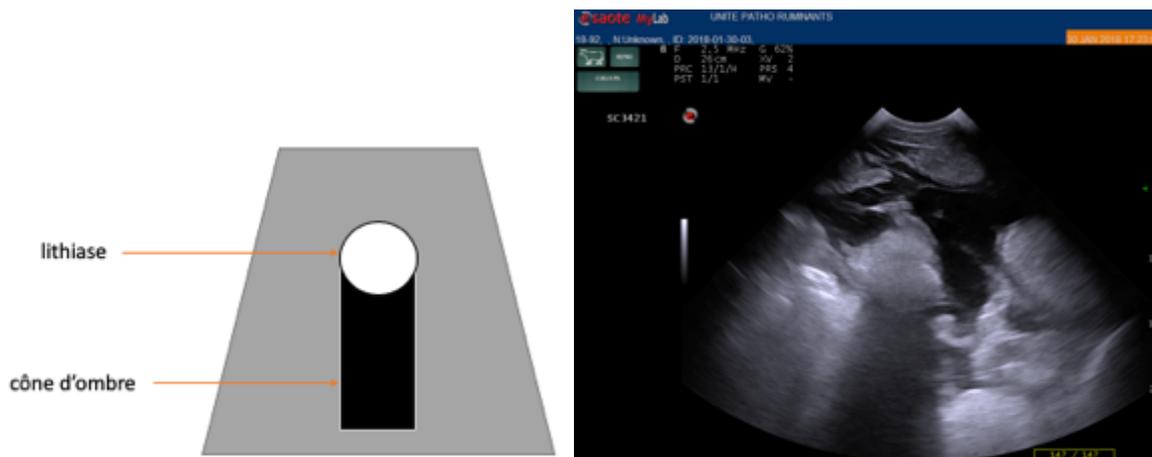


Figure 6 (pathologie des ruminants ENVT) : Principe de l'artefact du cône d'ombre

Il peut aussi se produire un artefact de renforcement postérieur quand le faisceau d'ultrasons rencontre une structure anéchogène (kyste, vaisseaux sanguins) et la traverse sans atténuation par rapport aux structures avoisinantes. Par conséquent, l'image échographique apparaît plus brillante (Buczinsky et al., 2009 ; Mrani Zentar, 2015).

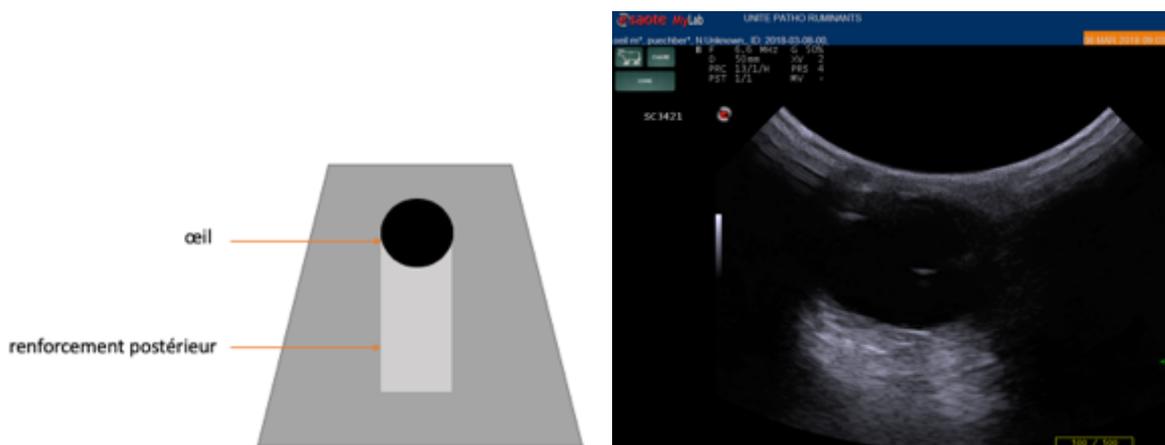


Figure 7 (pathologie des ruminants ENVT) : Principe de l'artefact de renforcement postérieur

Un autre phénomène observé lors de lésions pleurales ou de l'examen du tractus respiratoire est l'artefact en queue de comètes. Comme pour le renforcement postérieur, on voit une trainée hyperéchogène sous un point hyperéchogène mais est cette fois la conséquence de petites lignes équidistantes très proches telles qu'un objet métallique ou des minuscules bulles de gaz (Buczinsky et al., 2009).

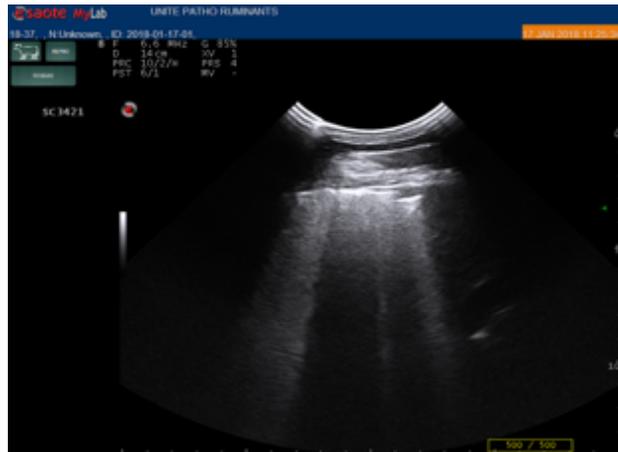
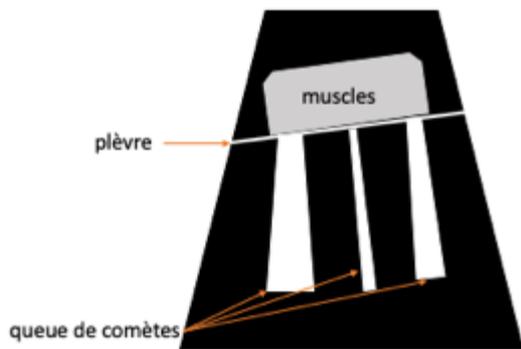


Figure 8 (pathologie des ruminants ENVT) : Principe de l'artefact en queue de comètes

Quand l'orientation du faisceau d'ultrasons détermine l'échogénicité de la structure concernée, on est en présence d'un artefact d'anisotropie. En effet, lorsque le faisceau est perpendiculaire à la structure, l'échogénicité est maximale et lorsque le faisceau est oblique à la structure, l'échogénicité est minimale (Buczinsky et al., 2009 ; Mrani Zentar, 2015).

Enfin, il ne faut pas oublier les artefacts liés au dysfonctionnement de l'appareil (mauvaise émission ou de réception des ultrasons par exemple lors de cristaux cassés dans la sonde).

II- Description anatomique et échographique de l'œil

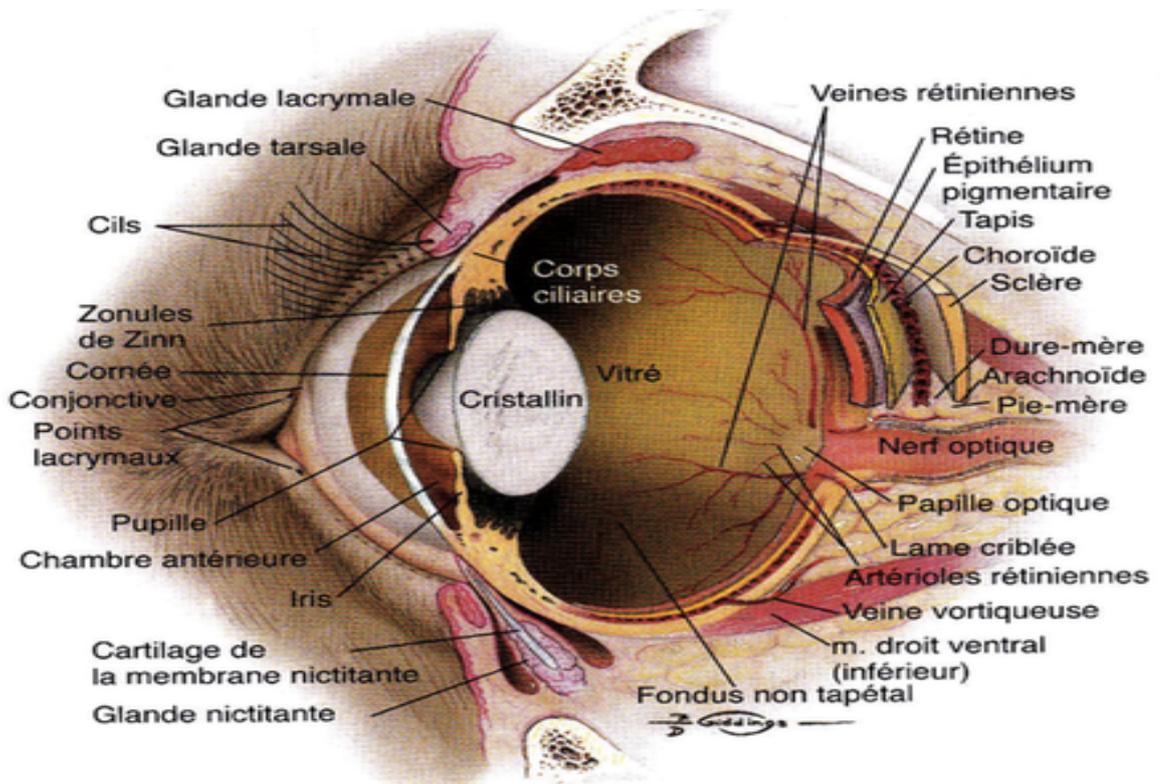


Figure 9 (Maggs et al., 2015) : Les différents composants de l'œil

Le schéma échographique concernant les différents composants de l'œil sera fourni à la fin de ce chapitre.

1. Les paupières

Les paupières sont composées de différents muscles, d'une plaque tarsale fibreuse procurant de la rigidité et d'annexes telles que les cils et les glandes. La peau recouvre la face externe, la face interne est au contact de la conjonctive palpébrale. Les cils sont situés sur la face externe du bord palpébral de la paupière supérieure et quelques-uns se retrouvent aussi sur la face externe de la paupière inférieure (Maggs et al., 2015).

Les paupières sont des structures échogènes qui vont être situées dans la partie la plus antérieure de l'image échographique. Compte tenu de leur facilité d'accès, l'échographie reste très peu utilisée pour les examiner.

2. Le segment antérieur

2.1. La cornée

La cornée forme une partie de l'enveloppe fibreuse externe de l'œil et elle est composée de différentes couches. De l'extérieur vers l'intérieur, on trouve : l'épithélium stratifié avec sa membrane basale (en continuité avec l'épithélium de la conjonctive), le stroma (fibres de collagène baignant dans une substance fondamentale et participant à la rigidité du globe oculaire), la membrane de Descemet (sécrétée continuellement, elle s'épaissit au fil des années, peut s'amincir voire se déchirer lors d'étirement du globe oculaire) et l'endothélium (protège la chambre antérieure et assure le transfert d'éléments du stroma vers l'humeur aqueuse).

La transparence de la cornée est maintenue grâce à plusieurs spécificités anatomiques : une surface optique lisse, une absence de kératinisation, de vaisseaux sanguins et de pigments, un état de déshydratation relatif, une densité cellulaire basse et une disposition régulière des fibres collagéniques du stroma.

La partie antérieure cornéenne est nourrie grâce au film lacrymal et à l'oxygène atmosphérique alors que la partie postérieure cornéenne est entretenue via l'humeur aqueuse (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, la cornée est représentée par deux lignes échogènes parallèles entre elles et séparées par un espace anéchogène : le stroma est moins échogène que l'épithélium et l'endothélium (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

2.2. L'angle irido-cornéen

L'angle irido-cornéen correspond à la jonction entre l'iris et la cornée, de forme triangulaire. Sa paroi postéro-interne correspond à l'insertion de l'iris sur le corps ciliaire. Sa

paroi antéro-externe correspond à la jonction cornéo-sclérale. L'angle irido-cornéen est tapissé sur toute sa surface par le trabéculum (tissu conjonctif lacunaire, prolongeant la membrane de Descemet cornéenne et qui permet la résorption de l'humeur aqueuse) (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, l'angle irido-cornéen sera de forme triangulaire, on pourra le visualiser à la jonction entre l'iris et la cornée. L'intérêt principal de l'échographie sera d'évaluer l'angle d'ouverture ou de fermeture irido-cornéen (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

2.3. La chambre antérieure

La chambre antérieure correspond à l'espace compris entre la cornée et l'iris et entre en contact avec la chambre postérieure au niveau de la pupille. Cet espace contient l'humeur aqueuse (liquide clair transparent acellulaire produit par le corps ciliaire). L'humeur aqueuse s'écoule de l'œil en passant de la chambre postérieure à la chambre antérieure via la pupille. Puis, elle quitte la chambre antérieure en circulant au travers des fibres du ligament pectiné pour rejoindre la fente ciliaire où se trouve le trabéculum. Elle est ensuite collectée par le plexus aqueux de l'angle irido-cornéen puis rejoint le plexus veineux scléral pour s'éliminer soit par l'avant via les veines conjonctivales et épisclérales soit par l'arrière via les veines vortiqueuses et la circulation veineuse systémique. Elle est aussi drainée par la voie non conventionnelle appelée uvéo-sclérale (Maggs et al., 2015).

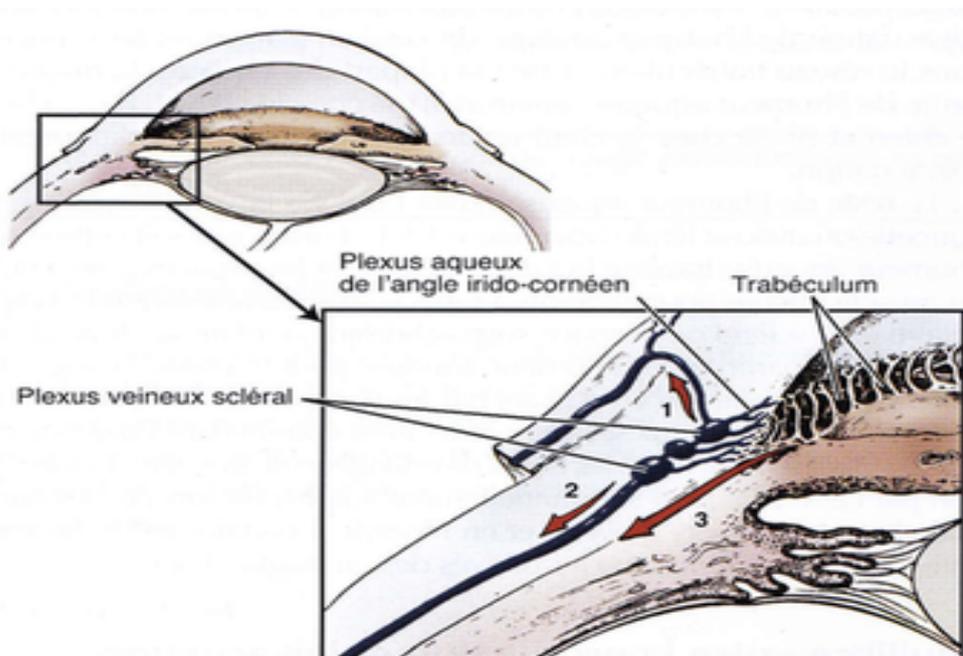


Figure 10 (Maggs et al., 2015) : Evacuation de l'humeur aqueuse

L'humeur aqueuse permet ainsi d'apporter les nutriments aux tissus oculaires non vascularisés et d'éliminer leurs déchets biologiques. Elle permet aussi le maintien de la transparence oculaire. La pression intraoculaire est le résultat d'un équilibre dynamique et délicat entre la production et l'évacuation de l'humeur aqueuse (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, la chambre antérieure est représentée par une structure anéchogène, courbée, qui s'étend de la cornée jusqu'à l'iris avec en périphérie l'angle irido-cornéen (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

2.4. L'iris et pupille

L'iris est formé de la zone pupillaire et de la zone ciliaire, et entre ces deux zones se situe la collerette irienne. Il est constitué majoritairement par du stroma (assemblage de fibres de collagène, de cellules pigmentées ou non et des vaisseaux sanguins). La largeur de l'iris varie grâce aux fibres du muscle constricteur de l'iris qui diminue le diamètre de la pupille et aux fibres du muscle dilatateur de l'iris qui augmente le diamètre de la pupille. Par conséquent, l'iris contrôle la lumière entrant dans l'œil et responsable du myosis ou de la mydriase observés (Maggs et al., 2015).

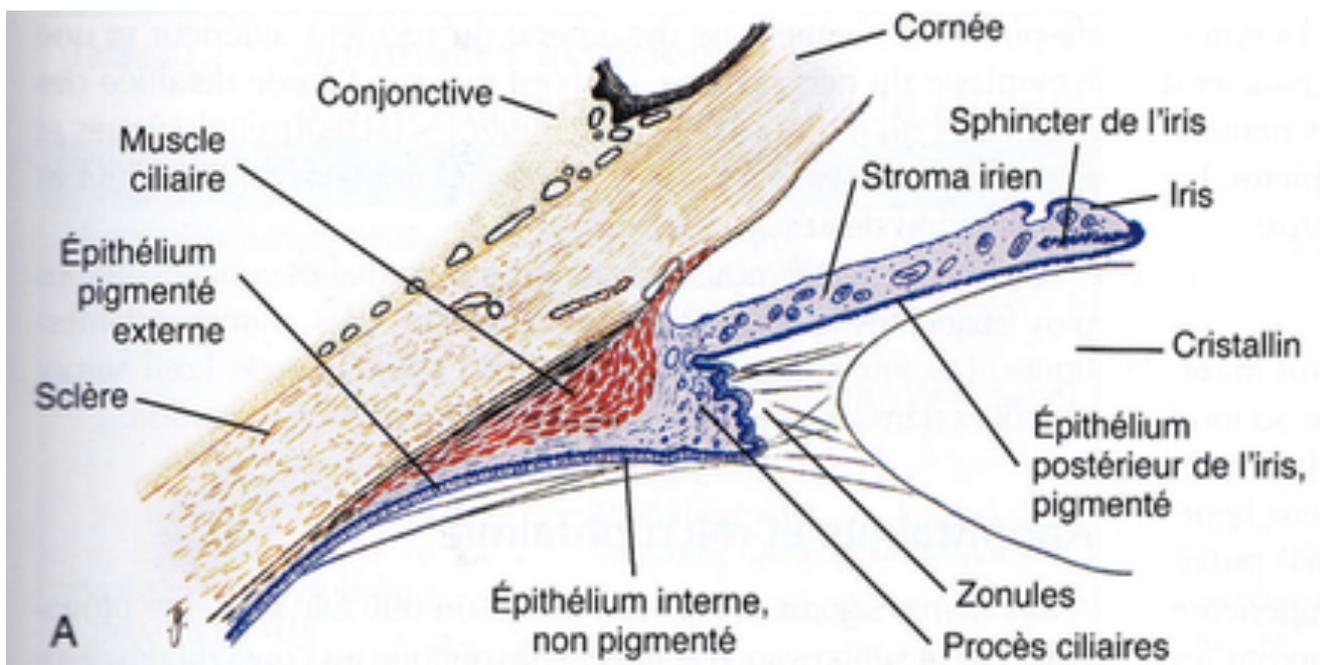


Figure 11 (Maggs et al., 2015) : Les différents composants périphériques du segment antérieur

La pupille quant à elle, est de forme horizontale elliptique. Il est possible de noter des masses noires solides principalement sur le bord supérieur et par moment sur le bord inférieur de la pupille, celles-ci s'appellent les grains de suie ou *granula iridica* chez les ruminants. Ces masses noires ne doivent pas être prises pour des tumeurs ou des kystes car elles participent au contrôle de la quantité de lumière entrant dans la pupille. La pupille permet aussi le passage de l'humeur aqueuse de la chambre postérieure vers la chambre antérieure (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, l'iris est une structure hyperéchogène prolongeant le corps ciliaire aux deux pôles du cristallin avec une forme de V. La distinction entre l'iris et le corps ciliaire à ces deux pôles n'est pas toujours aisée. Les grains de suie sont placés devant le cristallin et sont visibles par des petites masses hyperéchogènes elles aussi sur la face antérieure de l'iris au bord de la pupille. L'iris n'est cependant pas visible sur une coupe transsclérale (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

2.5. Le corps ciliaire

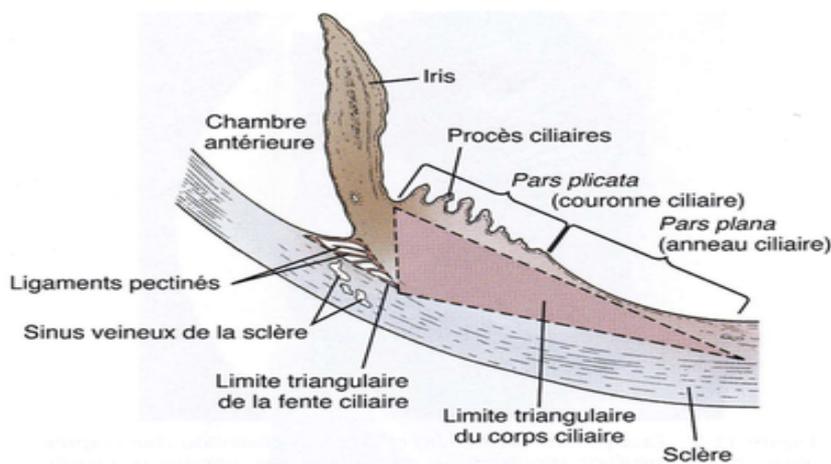


Figure 12 (Maggs et al., 2015) : Les éléments du corps ciliaire

Le corps ciliaire se situe juste derrière l'iris et se compose du muscle ciliaire (formé de fibres longitudinales et de fibres circulaires) et des procès ciliaires. Ces procès ciliaires se divisent en deux parties : la *pars plicata* qui fusionne à l'arrière avec la *pars plana* rejoignant la rétine. Les fibres du muscle ciliaire s'insèrent dans la fente ciliaire et dans les espaces du réseau trabéculaire de l'angle irido-cornéen.

Les contractions du muscle ciliaire permettent ainsi le relâchement des zonules de Zinn (partant de la *pars plana* et de zones situées entre les procès ciliaires) et la modification de la forme et de la position du cristallin et parallèlement favorisent l'élimination de l'humeur aqueuse à travers le réseau trabéculaire (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, le corps ciliaire est représenté par une masse hyperéchogène homogène de forme irrégulière, postérieure à l'iris et en contact avec le sommet et la base du cristallin (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

2.6. La chambre postérieure

La chambre postérieure se situe entre l'iris et le cristallin et communique à la chambre antérieure au travers de la pupille. Elle correspond à la deuxième chambre du segment antérieur où circule l'humeur aqueuse (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, la chambre postérieure est caractérisée par un espace anéchogène de petite taille délimitée par la face postérieure de l'iris et la face antérieure du cristallin (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

3. Le cristallin

Le cristallin est une lentille transparente biconvexe non vascularisée, situé entre l'iris (pour sa face antérieure) et le corps vitré (pour sa face postérieure). Il est composé d'une enveloppe élastique subdivisée en capsules antérieure et postérieure (avec un amincissement progressif de l'avant vers l'arrière), d'un épithélium tapissant la capsule antérieure et de fibres cristalliniennes formant le stroma (Maggs et al., 2015).

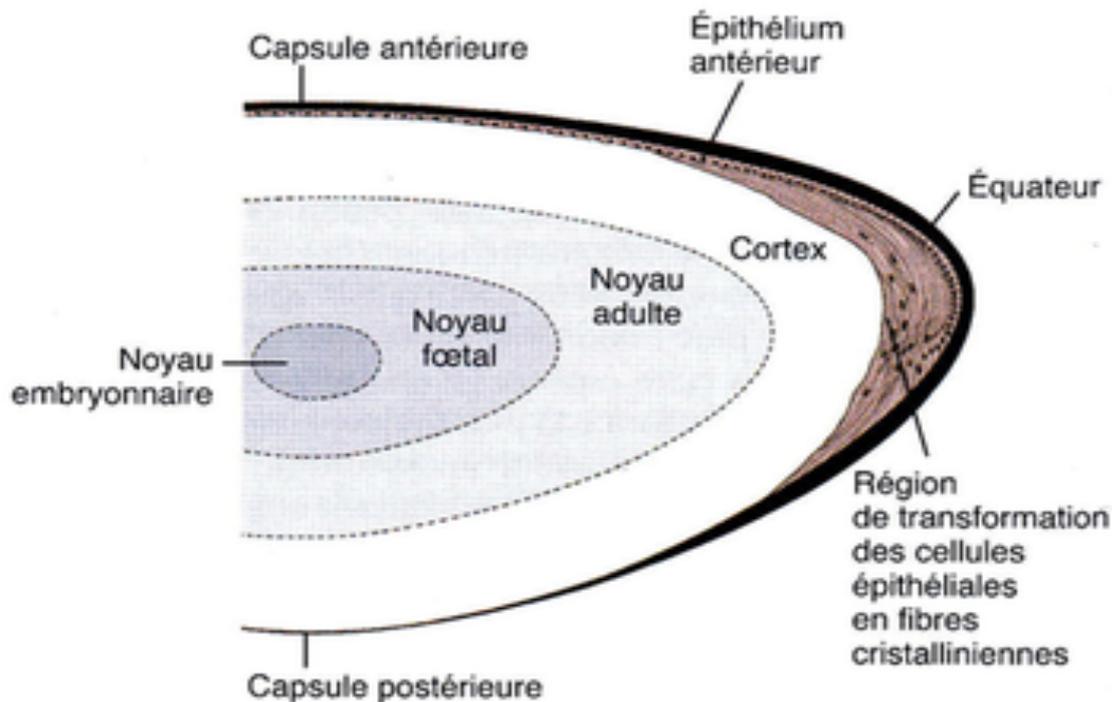


Figure 13 (Maggs et al., 2015) : Les différentes parties du cristallin adulte

La capsule permet l'insertion des fibres zonulaires qui maintiennent le cristallin suspendu sur tout son pourtour. L'épithélium cristallinien assure la croissance du cristallin en région équatoriale par différenciation des cellules épithéliales en fibres cristalliniennes. Comme de nouvelles fibres sont synthétisées au fur et à mesure de la vie de l'animal, les plus anciennes se retrouvent dans le noyau cristallin central (plus dense et moins transparent) alors que les fibres les plus récentes se développent dans le cortex (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, le cristallin n'est visible qu'en coupe sagittale (pas en coupe transscélérale). Le stroma est caractérisé par une structure anéchogène entourée de bandes échogènes représentant les capsules antérieure et postérieure. La capsule antérieure est convexe et plus échogène que la capsule postérieure qui est concave. Comme la structure est curviligne, il faut repositionner la sonde au fur et à mesure pour visualiser l'ensemble du cristallin (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

4. Le segment postérieur

4.1. La chambre vitrée

La chambre vitrée contient le corps vitré (gel hydrique élastique et transparent) et s'étend de la face postérieure de la capsule du cristallin à la face antérieure de la rétine. Le vitré se divise en trois parties : le vitré central (extension du ligament capsulo-hyaloïde qui va de la face postérieure de la capsule du cristallin jusqu'au disque optique), le vitré intermédiaire (partie acellulaire la plus importante) et le vitré cortical (membrane vitrénne formée par des fibres de collagène, sa face interne est fortement adhérente à la face postérieure de la capsule du cristallin alors que sa face externe est au contact de la membrane interne de la rétine). Le vitré facilite ainsi le maintien des structures oculaires telles que le cristallin et la rétine (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, comme la chambre vitrée est essentiellement composée de liquide, elle est anéchogène et donc apparaît noire sur l'écran (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

4.2. La rétine

La rétine, tout comme la choroïde et la sclère, fait partie de la paroi postérieure du globe oculaire aussi nommée fond d'œil. Elle constitue la seule tunique nerveuse et se situe entre le vitré et la choroïde. Différents types de structures la composent : des photorécepteurs via des cônes (responsables de la discrimination des différentes couleurs) et des bâtonnets, et des neurones centraux et périphériques. La rétine est divisée en 2 parties avec au milieu l'ora serrata et s'amincit du centre vers la périphérie.

A l'avant on a la rétine aveugle qui va de la face postérieure de l'iris et du corps ciliaire jusqu'à l'ora serrata. Cette partie de rétine est formée d'une couche pigmentaire indissociable de la tunique vasculaire. Les grains de suie observés sur le bord supérieur de la pupille sont les prolongements de la rétine irienne devant la fente pupillaire.

Au milieu, on retrouve l'ora serrata dont la disposition asymétrique chez les vaches avec leurs yeux latéraux permet un élargissement du champ de vision temporal (330-360°).

Derrière se trouve la rétine optique s'étendant de l'ora serrata jusqu'à la papille optique. Cette partie de rétine est formée d'une couche nerveuse interne (épaisse et transparente, contenant les photorécepteurs) et d'une couche pigmentaire externe (mince et sombre, non pigmentée dans la zone du tapis mais pigmentée dans la zone sans tapis) (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, la paroi postérieure du globe donc rétine-choroïde-sclère apparaît comme une ligne hyperéchogène épaisse et courbe. Elle est de taille plus importante que celle caractérisant le cristallin (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

4.3. La choroïde

La choroïde est un tissu extrêmement vascularisé. Elle forme l'uvée postérieure rejoignant vers l'avant les corps ciliaires et est confinée entre la rétine et la sclère. Ses capillaires répartis en une seule couche au niveau de sa face interne permettent d'apporter les nutriments nécessaires à la rétine. De nombreux mélanocytes se situent dans le stroma choroïdien formant un fond optiquement noir qui permet de réduire la dispersion de la lumière.

La choroïde se divise en plusieurs couches. De l'extérieur vers l'intérieur, on retrouve : la couche supra-choroïdienne (tissu conjonctif non vascularisé pigmenté adjacent à la sclère via la lamina fusca), la couche de gros vaisseaux (avec de nombreux mélanocytes), la couche des vaisseaux intermédiaires (contenant le tapis fibreux) et la couche des chorio-capillaires (adjacente à la membrane de Buch et à la rétine) (Maggs et al., 2015).

4.4. La sclère

La sclère forme la plus grande partie de l'enveloppe fibreuse et est constituée de trois couches. De l'extérieur vers l'intérieur, on retrouve : l'épiscière, le stroma scléral et la lamina fusca. L'épiscière est formée d'une couche fibreuse fortement vascularisée qui s'épaissit vers l'avant. Le stroma scléral tout comme le stroma cornéen, est constitué de fibres collagéniques mais qui sont de taille et de forme différentes avec des directions désorganisées (c'est pourquoi la sclère n'est pas transparente contrairement à la cornée). La lamina fusca est une zone de transition entre la sclère et la couche externe du corps ciliaire et de la choroïde.

Au pôle postérieur de la sclère, une perforation (lame criblée) permet le passage du nerf optique. Les nombreux canaux présents dans la sclère laissent passer les nerfs et les vaisseaux

et par conséquent, sont le siège de processus infectieux, inflammatoires et néoplasiques se déroulant dans l'œil.

Dans la sclère, les artères ciliaires postérieures courtes et les nerfs associés cheminent autour du nerf optique pour nourrir et innover la choroïde. Les artères ciliaires postérieures longues et les nerfs associés se dirigent jusqu'au corps ciliaire alors que les artères ciliaires antérieures quittant la sclère, recouvrent le corps ciliaire. Dans la partie antérieure de la sclère, le plexus veineux scléral récupère l'humeur aqueuse provenant de l'angle irido-cornéen (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, la sclère peut être légèrement différenciée de la rétine et de la choroïde car elle est un peu plus échogène que la bande formée par la rétine et la choroïde (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

4.5. La papille optique

La papille optique représente le disque du nerf optique : elle est de forme ovale, de surface granulaire et de couleur rose-orangé. De nombreux petits vaisseaux partent en son centre pour rejoindre la périphérie du disque (Maggs et al., 2015).

A l'échographie, la papille optique apparaît comme une structure hyperéchogène vers le fond du globe oculaire et est distinguable du complexe rétine-choroïde-sclère qui est moins échogène. Juste en arrière de cette papille, on peut observer le nerf optique (Nautrup et al., 2005 ; Poincelot, 2005).

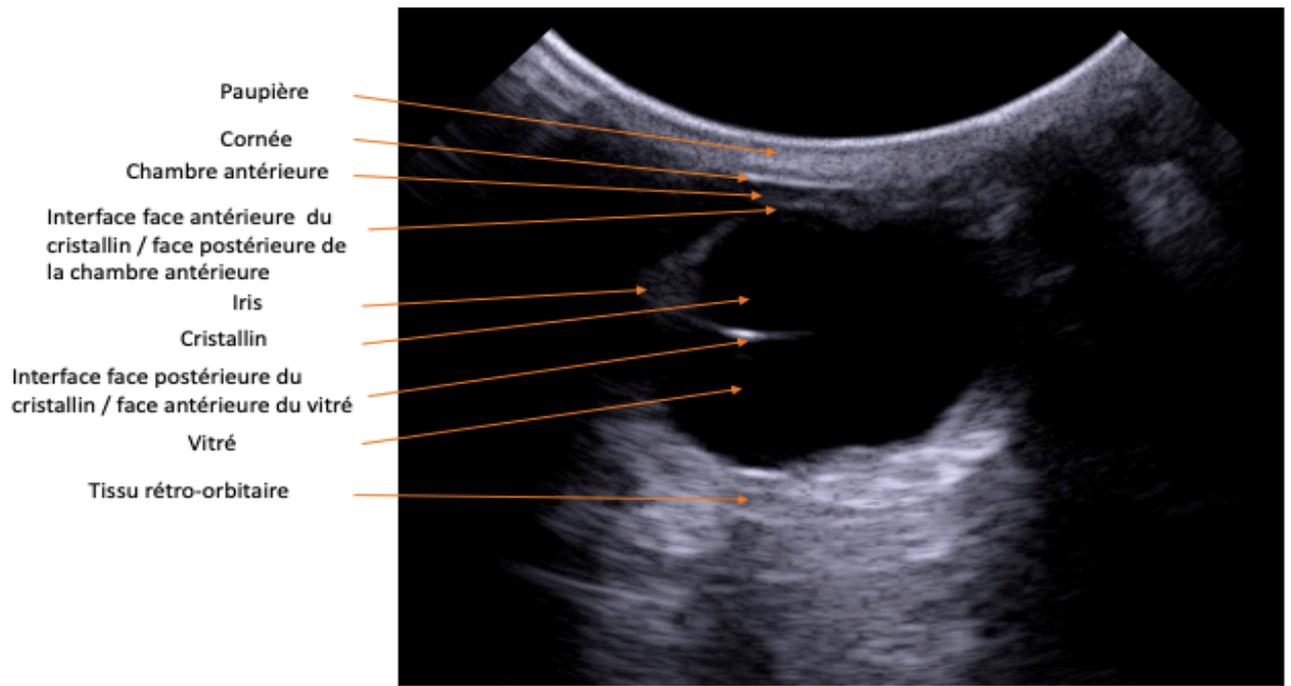


Figure 14 : Schéma obtenu par échographie des différents composants de l'œil

III- L'examen échographique

1. Caractéristiques de l'œil chez les ruminants

L'œil, du fait de sa position superficielle, de sa sensibilité, de sa faible profondeur et de ses structures de taille réduite, impose des contraintes particulières pour la réalisation d'un examen échographique.

La taille du globe oculaire est dépendante de l'espèce animale, de sa race et est globalement proportionnelle à la taille des animaux. Cependant, elle ne varie pas selon les genres. La précision de la mesure dépend surtout du matériel utilisé (plus la fréquence de la sonde est élevée, meilleure est la précision). Il est important de répéter plusieurs fois la mesure pour obtenir une meilleure précision. Cette mesure est aussi opérateur-dépendant : pour diminuer le risque d'erreurs, il est nécessaire qu'une même personne effectue plusieurs fois la manipulation.

Espèce	Bovine		Ovine		Caprine
Détermination anatomique	Echographie	Ex vivo	Echographie	Ex vivo	Echographie
Axe bulbaire	31,3 mm	33,2 mm	23 mm	24,2 mm	23,4 mm
Cornée	1,4 mm	1,1 mm	0,75 mm	0,9 mm	
Chambre aqueuse	6,2 mm	5,8 mm	4,3 mm	3,5 mm	3,4 mm
Cristallin	11,3 mm	12,4 mm	8,2 mm	9,4 mm	8,6 mm
Chambre vitrée	13,7 mm	15,6 mm	10 mm	11,5 mm	11,3 mm

Tableau 2 (données extraites de El-Maghraby et al., 1995 ; Ribeiro et al., 2010) : Valeurs biométriques du globe oculaire chez les ruminants

La biométrie de l'œil peut être utile pour l'évaluation de certaines pathologies telles que la microphthalmie, l'exophthalmie ou bien le glaucome congénital (El-Maghraby et al., 1995).

2. Les voies d'abord

2.1. La technique transcornéenne

La première technique pour réaliser un examen échographique oculaire consiste à positionner directement la sonde sur la cornée (souvent après l'utilisation de gouttes anesthésiques oculaires). Elle constitue la méthode de choix en partie due à l'obtention d'images de meilleure qualité en minimisant les artefacts et en améliorant la résolution pour les structures situées en profondeur. Cependant, elle présente un inconvénient : elle est moins bien tolérée par l'animal. Pour procéder à l'examen, on écarte les paupières, on met du gel sur la sonde et on l'applique délicatement sur la cornée. Pour éviter une possible irritation de la cornée par le gel employé, il faut penser à bien nettoyer l'œil avec du sérum physiologique à la fin de l'échographie. Par ailleurs, l'utilisation de cette technique est déconseillée dans le cas d'un ulcère perforant cornéen (Ali et al., 2014 ; Hallowell et al., 2010).

2.2. La technique transpalpébrale

Une deuxième technique possible permettant de réaliser un examen échographique oculaire consiste à positionner la sonde directement sur la paupière en mettant assez de gel. Cette technique, plus facile à mettre en œuvre, crée néanmoins plus d'artefacts qui sont dus à l'interface entre la cornée et la paupière. En général, la qualité de l'image obtenue par cette technique est inférieure à celle obtenue par la technique transcornéenne mais l'animal tolère beaucoup mieux l'examen en utilisant cette technique (Ali et al., 2014 ; Hallowell et al., 2010).



Photo 1 (pathologie des ruminants ENVT) : Les deux voies d'abord pour un examen échographique oculaire. A : technique transcornéenne. B : technique transpalpébrale

Dans les deux cas, les structures oculaires sont examinées systématiquement dans l'ordre suivant : la cornée, la chambre antérieure, l'iris et le corps ciliaire, le cristallin, le vitré, la rétine, la choroïde, la sclère et les tissus extra-oculaires. Pour cela, durant chaque examen, une exploration permettant la réalisation d'images des coupes horizontales transverses et longitudinales de l'œil est à réaliser (Ali et al., 2014 ; Hallowell et al., 2010).

Un coussinet peut être utilisé pour éloigner la sonde vis-à-vis des structures antérieures de l'œil et permettre ainsi une meilleure visualisation de la cornée, de la chambre antérieure, du corps ciliaire ou encore de la capsule antérieure du cristallin. Différents types de coussinet sont utilisables : celui issu du commerce, ou un petit ballon voire un gant d'examen remplis de gel (Ali et al., 2014).

3. La contention

La contention de l'animal est primordiale pour réaliser un examen échographique oculaire et permettre ensuite de proposer un diagnostic le plus juste possible. Premièrement, l'animal est placé soit dans un cornadis soit dans un travail pour le maintenir dans son ensemble.

Deuxièmement, pour limiter les mouvements de tête de l'animal et par conséquent faciliter l'examen échographique, le ruminant est attaché à l'aide d'un licol, le cou en flexion latérale et l'éleveur tient fermement la longe qui est reliée au licol. La contention doit être réalisée dans le calme pour diminuer les risques pour les manipulateurs.

4. La sédation

L'intérêt de la sédation sera de tranquilliser un animal réticent à l'examen échographique oculaire malgré une bonne contention. Elle permettra d'assurer la sécurité du vétérinaire, le confort et la protection de l'animal. Comme sédatifs, trois molécules ont encore une AMM chez les bovins : ce sont la xylazine (Sedaxylan ® ou Rompun 2% ® contenant du chlorhydrate de xylazine à 20mg/ml), la détomidine (Demosedan ® ou Hipnoton ® contenant du chlorhydrate de détomidine à 10mg/ml) et la kétamine (Anaestamine ® ou Imalgene 1000 ® contenant du chlorhydrate de kétamine à 100mg/ml). Par contre, chez les petits ruminants, seule la kétamine possède une AMM. Selon la dose administrée et l'état d'anxiété de l'animal, l'effet de la molécule peut aller d'une simple sédation lors de petites interventions mais jusqu'à une analgésie lors de douleurs intenses pendant des interventions chirurgicales.

Spécialités	Sedaxylan ® / Rompun 2% ® (ml/100kg)		Demosedan ® / Hipnoton ® (ml/100kg)	
	IV	IM	IV	IM
Bovin docile	0,05 – 0,1	0,1 – 0,2	0,02 – 0,05	0,06 – 0,1
Bovin anxieux	0,1 – 0,15	0,2 – 0,3	0,05 – 0,075	0,1 – 0,15
Bovin anxieux ou très agité	0,125 – 0,25	0,25 – 0,5	0,1 – 0,15	0,15 – 0,2

Tableau 3 (adapté de Cassard et al., 2018) : Doses de xylazine et de détomidine engendrant une sédation avec un faible risque de décubitus chez les bovins selon leur état d'anxiété

En ce qui concerne la kétamine, elle est utilisée chez les ovins à des doses allant de 0,75 à 2,2mL/10kg en IV et chez les caprins à des doses allant de 1,1 à 2,2mL/10kg en IM. Néanmoins, chez les bovins, elle doit être utilisée en association avec de la xylazine : 0,25 à

0,5mL/100kg de xylazine + 2mL/100kg de kétamine en IV ou 0,5 à 1mL/100kg de xylazine + 4 à 6mL/100kg de kétamine en IM (Cassard et al., 2018).

Par ailleurs, une anesthésie locale (quel que soit la voie d'abord choisie) du bloc auriculo palpébral (rameaux auriculaires rostraux et zygomatique du nerf facial) et du bloc frontal (nerf frontal émergeant au niveau du foramen supra-orbitaire) permet une akinésie et une insensibilité de la paupière supérieure ce qui rend l'échographie oculaire plus facile. Pour ce faire, 5mL de Procamidor® (chlorhydrate de procaïne à 20mg/ml) sont injectés en sous-cutanée d'une part vers l'extrémité caudale de l'arcade zygomatique, d'autre part au niveau du foramen supra-orbitaire (Hallowell et al., 2010). L'effet anesthésique est obtenu 5 à 10 min post-injection et dure 30 à 60 min (Cassard et al., 2018).



Photo 2 : Sites d'injection pour l'administration d'anesthésique local pour le bloc auriculo palpébral (carré rouge) et le bloc frontal (carré bleu)

5. Intérêt chez les autres espèces

L'échographie oculaire est une méthode non-invasive qui peut être utilisée comme examen complémentaire aux autres méthodes de diagnostic de pathologies oculaires en particulier lors de gonflement sévère des paupières, de kératite, de cataracte ou d'hémorragie intraoculaire qui gênent les méthodes traditionnelles. Cette technique, de plus en plus pratiquée

en médecine vétérinaire, ne requiert pas forcément un équipement échographique de spécialiste ce qui le rend plus accessible sur le terrain.

Elle permet également de renseigner le vétérinaire sur d'éventuelles pathologies oculaires qui ne sont pas détectables par un examen clinique de routine. Elle permet notamment d'évaluer les détails intraoculaires cachés par d'autres opacités oculaires, d'évaluer les lésions choroïdo-rétiniennes (en particulier les phénomènes tumoraux), de différencier les masses (homogènes / hétérogènes), d'identifier, de localiser voire de mesurer d'éventuels corps étrangers mais aussi d'examiner les tissus rétrobulbaires. L'échographie peut aider à la prise de décision d'une intervention chirurgicale notamment lors de cataracte (vérifier l'absence de décollement de la rétine ou de dégénérescence du vitré) ou de masses tumorales (énucléation ou non). Elle permet aussi d'assurer un suivi lors de traitements oculaires : c'est le cas, en particulier, pour les chiens atteints d'inflammation de la sclère (maladie à médiation-immune, Braga et al., 2014). De plus, chez le cheval, l'échographie est d'autant plus utilisée que les yeux sont des organes indispensables pour une pratique en compétition, mais aussi pour évaluer l'étendue que la sévérité des lésions, le pronostic et les traitements éventuels. Elle permet aux propriétaires (qu'ils soient professionnels ou non) d'adapter la prise en charge et l'utilisation ultérieure de l'animal.

IV- Le diagnostic des différentes affections de l'œil par échographie

1. Les affections du globe et de l'orbite

1.1. Les affections congénitales

L'anophtalmie est l'absence de globe oculaire qui résulte d'un non développement de la vésicule optique primaire. Même si elle est possible, cette anomalie reste relativement rare (prévalence de 0,39%) et la plupart du temps un vestige du tissu oculaire est retrouvé (Piteux – Longuet, 2010). En outre, il s'agit d'une microphthalmie extrême.



Photo 3 (pathologie des ruminants ENVT) : Anophtalmie bilatérale chez un veau Prim'Holstein de 2 jours

La microphthalmie, quant à elle, est une diminution du globe oculaire qui est due soit à une involution de certains éléments constitutifs de l'œil soit à une taille réduite d'un œil bien conformé. La microphthalmie est généralement associée à d'autres pathologies oculaires telles qu'une opacité de la cornée, un dermoïde cornéen, une aphakie, une absence de structures iridiennes avec une dysplasie rétinienne et une hypoplasie du nerf optique (Bukar et al., 2008 ; Piteux – Longuet, 2010).

Ces deux affections peuvent être soit d'origine génétique, soit le résultat d'une infection de la mère par le virus du BVD (diarrhée virale bovine) pendant la gestation (Williams, 2010) ou enfin d'une carence en vitamine A toujours pendant la gestation (Milleman et al., 2007).

Le syndrome d'anophtalmie – microophtalmie peut être associé à des malformations vertébrales caudales (on rencontre cela sur 21% des animaux atteints d'anophtalmie congénitale) et ce syndrome a été rapporté principalement pour des vaches japonaises (Uchida et al., 2006). Chez les ovins, la microophtalmie a d'abord été signalé en Nouvelle-Zélande, et des études réalisées (Williams, 2010) ont démontré le caractère autosomal récessif d'une mutation sur le chromosome 23 à l'origine de cette affection.

1.2. Les lésions orbitaires occupant l'espace rétrobulbaire

L'espace rétrobulbaire (espace situé en arrière du globe oculaire) peut être le siège de lésions inflammatoires ou néoplasiques qui entraînent une exophtalmie ou un strabisme unilatéral. Un cas d'exophtalmie avec une fistule artério-veineuse orbitaire a été décrit chez un veau de race Ayrshire de 16 mois (Lamb et al., 1985) dont l'œil faisait protrusion avec au-dessus l'orbite une tuméfaction fluctuante. Par ailleurs, des injections quotidiennes de Dexaméthasone développent chez les bovins une exophtalmie, due à l'augmentation de tissu adipeux en position rétrobulbaire (Townsend et al., 2003).

Chez les bovins, les affections néoplasiques sont très fréquentes. Il peut s'agir soit de tumeur primitive telle que le lymphosarcome oculaire, soit de métastases dues à des tumeurs localisées la plupart du temps au niveau des cavités nasales et du pharynx. Dans les deux cas, un syndrome de Claude Bernard Horner peut être observé. Les métastases peuvent aussi provenir de carcinomes squameux qui diffusent par voie hématogène (Guard et al., 1984 ; Malatestinic, 2003).

Les lymphosarcomes peuvent provoquer une exophtalmie unilatérale (9% des bovins atteints de leucose bovine enzootique) ou bilatérale (13% des bovins atteints de leucose bovine enzootique) qui évolue souvent en kératite d'exposition. Même si ces tumeurs peuvent survenir dès l'âge de 3 ans, le pic de prévalence est atteint entre 5 et 8 ans d'âge (Malatestinic, 2003 ; Gelatt, 2016).

Un cas d'exophtalmie associée à une conjonctivite bilatérale a été rapporté (Valentine et al., 2011) chez un bouc castré nubien de 6 ans, causé par un lymphome B multicentrique qui envahissait l'espace rétrobulbaire bien que les tests sérologiques pour le virus de la leucose

bovine se soient révélés négatifs. La forme multicentrique reste la plus fréquente des lymphomes caprins, touchant des animaux âgés de 2 à 18 ans, sans prédisposition de race ou de sexe.



Photo 4 (Valentine et al., 2011) : Exophtalmie bilatérale chez un bouc Nubien de 6 ans due à un lymphome B multicentrique

Les inflammations des tissus orbitaires et périorbitaires sont également très répandues chez les ruminants et sont causées soit par un traumatisme, soit par la présence de corps étrangers remontant de la cavité buccale vers l'espace rétrobulbaire ou enfin par une panophtalmie. Des signes généraux tels que l'hyperthermie, l'anorexie, une douleur temporo-mandibulaire et une leucocytose accompagnent l'inflammation oculaire. (Gelatt, 2008 ; Piteux – Longuet, 2010).

L'inflammation oculaire et l'exophtalmie peuvent être aussi les séquelles d'une sinusite chronique frontale. Sur un échantillon de 12 bovins, une étude (Ward et al., 1992) a montré que la sinusite se complique au niveau oculaire dans 67% des cas avec comme agents bactériens isolés *Actinomyces pyogenes* et *Pasteurella multocida*.

Le pronostic de l'exophtalmie dépend donc l'étiologie.



Photo 5 (pathologie des ruminants ENVT) : Exophtalmie sévère due à un abcès rétrobulbaire chez une brebis croisée Lacaune de 2 ans

1.3. Les autres affections du globe

Un cas de prolapsus épiscléral bilatéral de la graisse orbitaire a été décrit chez un taureau de 10 mois. Les masses étaient localisés dans l'espace épiscléral dorso-médial, lobulées en apparence et facilement mobilisables sous la conjonctive bulbaire (Gelatt, 2008 ; Piteux-Longuet, 2010).



Photo 6 (Piteux-Longuet, 2010) : Prolapsus épiscléral de la graisse orbitaire chez un taureau

1.4. Les apports de l'échographie dans le diagnostic

Lors de variation de taille du globe oculaire, l'échographie va nous permettre dans certains cas de nous renseigner sur l'origine du problème. S'il s'agit d'une exophtalmie, est-ce

que la cause est d'ordre tumoral (par exemple un lymphome), d'ordre traumatique ou inflammatoire. Dans le premier cas, une masse hyperéchogène d'évolution variable sera présente, et dans le deuxième cas, des corps étrangers de forme et de taille variables hyperéchogènes (surtout en ce qui concerne les débris métalliques) apparaîtront sur l'échographe. Il faut néanmoins prendre en compte que l'échographie pourra se révéler faussement négative pour des débris végétaux ou lorsque les corps étrangers sont de taille trop réduite. Et dans le troisième cas, lorsque l'origine est plutôt inflammatoire, l'échographie ne pourra être concluante et il faudra alors trouver d'autres moyens diagnostiques.

A contrario, s'il s'agit d'une anophtalmie ou d'une microphtalmie, l'échographie va nous permettre de confirmer l'absence totale de globe oculaire ou simplement sa diminution. Elle sera aussi intéressante pour savoir si cette réduction du globe oculaire est associée à d'autres pathologies telles qu'une aphakie ou une absence de structures iridiennes. Cependant, il sera impossible de connaître la cause de cette pathologie : génétique ou infectieuse.

Nos impressions de variation de taille du globe oculaire, qu'elles soient en faveur d'une diminution ou bien d'une augmentation seront à corrélérer avec les valeurs de biométries oculaires présentées dans le tableau 2 partie III.

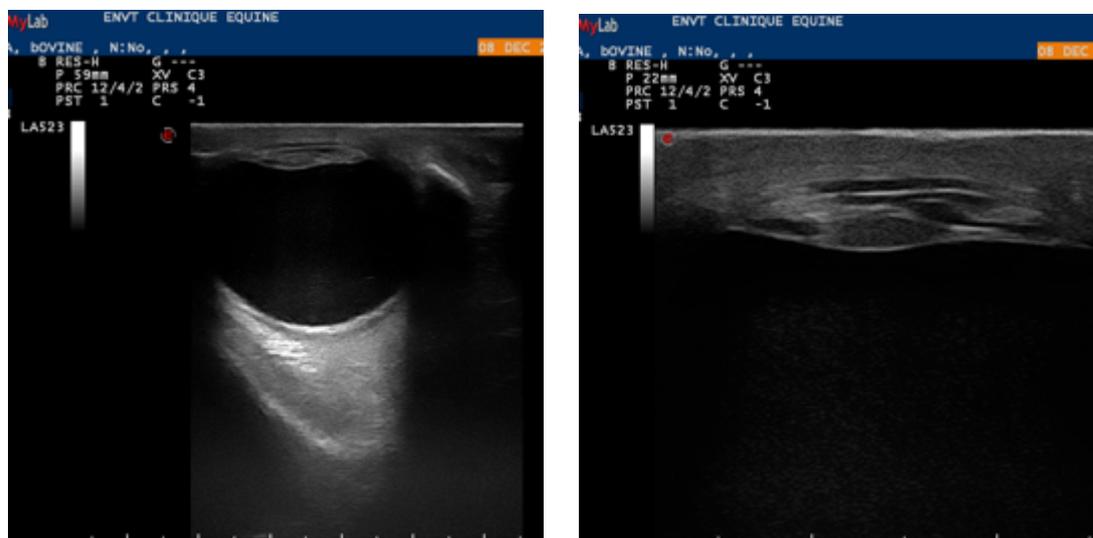


Figure 15 (Douet, service d'ophtalmologie ENVY) : Echographie d'un veau présentant une microphtalmie bilatérale avec un cristallin résorbé

2. Les affections des paupières

2.1. Les enroulements palpébraux

Bien que les bovins soient rarement touchés par des malformations palpébrales (entropion ou ectropion), les ovins et caprins y sont, quant à eux, très sensibles (Gelatt, 2008).

En effet, les entropions spastiques et cicatriciels sont plus fréquents que les entropions congénitaux. Seule la race Simmental a été rapportée chez les bovins comme facteur prédisposant aux entropions (Gelatt, 2008 ; Maggs et al., 2015). Par opposition, les agneaux nouveau-nés sont fortement touchés avec une forte prévalence pour les races Border et Bluefaced Leicester ainsi que Suffolk et Hampshire. Cet entropion congénital est à l'origine d'une kératite traumatique par frottement de la paupière inférieure et des cils sur la cornée (Dun, 2009).



Photo 7 (pathologie des ruminants) : Entropion marqué chez un veau limousin de 4 jours

L'ectropion est moins dangereux pour l'œil mais peut causer un épiphora, une kératite chronique ou bien une conjonctivite. Il est souvent consécutif à une cicatrisation post-chirurgicale ou à un traumatisme (Gelatt, 2008).

2.2. Les affections néoplasiques

Le carcinome épidermoïde oculaire est le néoplasme le plus fréquemment rencontré dans les espèces bovine, ovine et caprine et constitue un des principaux motifs d'appel en

pratique rurale. Il est responsable aux Etats-Unis d'environ 82% des motifs d'abattage pour néoplasme chez les bovins (Heeney et al., 1985).

D'après les études actuelles, le carcinome épidermoïde proviendrait d'une étiologie multifactorielle incluant la génétique, l'âge, le sexe, l'alimentation, la luminosité et les virus.

En effet, les moutons de race Najdi semblent prédisposés, les caprins de race Angora ainsi que les bovins de race Hereford, Normande, Ayrshire, Holstein, Guernsey, Brahmane, Charolaise, Simmental, German spotted et Shorthorn. La moyenne d'âge des cas recensés est de 3 à 6 ans chez les ovins et caprins et entre 7 et 9 ans chez les bovins (peu rencontré avant 5 ans). Le fait que les femelles soient plus couramment touchées par les phénomènes néoplasiques provient de l'abattage plus tardif de ces dernières par rapport à celui des mâles (Ahmed et al., 2012 ; Heeney et al., 1985).

En ce qui concerne l'alimentation, il semblerait que plus cette dernière est riche, plus les lésions sont importantes et à un stade d'évolution plus avancé que la moyenne. Par ailleurs, une alimentation carencée notamment en vitamine A rendrait plus sensible les animaux (Milleman et al., 2007).

Il faut noter que le taux d'ensoleillement moyen augmenterait la fréquence d'apparition des carcinomes de même que les radiations ultraviolettes qui jouent un rôle initiateur dans le développement des carcinomes dans les zones faiblement pigmentées (caractère héréditaire) (Heeney et al., 1985).

Enfin, plusieurs hypothèses existent quant au rôle des herpes virus et/ou papillomavirus dans le développement de précurseurs bénins et leur progression dans le carcinome épidermoïde (Heeney et al., 1985).

Les lésions se situent préférentiellement sur la conjonctive bulbaire et la cornée (dans 75% des cas) et pour les 25% restant, les lésions se répartissent entre la conjonctive palpébrale, la membrane nictitante et les paupières. Les lésions palpébrales sont trois fois moins nombreuses que celles touchant le globe oculaire (Maggs et al., 2015).



Photo 8 (pathologie des ruminants ENVT) : Carcinome épidermoïde de la paupière inférieure et de la membrane nictitante chez une vache croisée Montbéliarde de 10 ans



Photo 9 (Ahmed et al., 2012) : Carcinome épidermoïde de la membrane nictitante chez un mouton Najdi

Le carcinome épidermoïde oculaire évolue au travers de différents stades bénins avant d'acquérir son caractère malin. La lésion précancéreuse au niveau des paupières se nomme le kératome, structure brune de nature croûteuse. Ensuite, vient le carcinome in situ qui constitue le stade juste avant l'entrée des cellules néoplasiques dans la membrane basale de l'épithélium puis dans le tissu conjonctif sous-épithélial, stade final du carcinome épidermoïde (Maggs et al., 2015).



Photo 10 (pathologie des ruminants ENVT) : Carcinome épidermoïde palpébral d'extension sévère chez une Montbéliarde de 11 ans

Les carcinomes sont, dans 79% des cas, envahissants et agressifs avec une vitesse d'évolution variable et les métastases restent relativement rares. Néanmoins, l'évolution se dirige toujours vers une aggravation des signes cliniques (Piteux – Longuet, 2010).

2.3. Les affections inflammatoires

Les blépharites sont observées fréquemment chez les ruminants. Elles peuvent être engendrées par de multiples causes : bactérienne, virale, fongique, parasitaire ou issues de la photosensibilisation (Gelatt, 2008).

L'agent bactérien est *Dermatophilus congolensis*, responsable de la dermatophilose.

Plusieurs virus sont impliqués chez les petits ruminants : poxvirus, orbivirus et papillomavirus. En effet, les capripoxvirus provoquent des macules hyperémiques sur les paupières, le Parapoxvirus engendre des papules, vésicules, pustules et des croûtes sur les paupières. Le Bluetongue virus causé par *Culicoides variipennis* peut causer des inflammations de la paupière et des conjonctives chez les moutons et parfois aussi chez les bovins. Et pour finir, le papillomavirus touche des animaux de plus de 5 ans mais reste bénin.

En ce qui concerne les champignons, *Trichophyton sp* affecte tous les animaux de production et *Microsporium sp* touche en plus les petits ruminants. Ils engendrent des zones

alopéciques et contagieuses pour l'homme. *Candida Albicans* est aussi impliqué dans l'eczéma oculaire chez la race Jersey.

Chez les parasites, on retrouve les sarcoptes (*Sarcoptes scabiei*) qui sont spécifiques à chaque hôte et qui provoquent des zones dénudées autour de la face et des paupières, mais aussi les demodex spécifiques également à chaque hôte, et qui après une infection bactérienne secondaire engendrent des pustules et du prurit sur les paupières. Il tend à se généraliser chez les bovins. Il en va de même pour les puces et les tiques chez les petits ruminants. La particularité des moutons est l'élaeophorose causée par *Elaeophora schneideri*, parasite intra-artériel transmis par les hôtes intermédiaires *Hybomitra* et *Tabanus spp*, qui provoque lors de sa migration des sévères inflammations pruriteuses, alopéciques voire ulcéraives.

Enfin, la photosensibilisation par ingestion de plantes telles que le Millepertuis, la Renouée et de substances telles que le Rose Bengale ou les phénothiazines engendrent elles aussi des blépharites sévères.

2.4. Les apports de l'échographie dans le diagnostic

Lors d'affections néoplasiques, l'échographie va permettre de visualiser dans certains cas le point de départ de la tumeur. Est-ce qu'il s'agit de la paupière inférieure ou supérieure, ou plutôt de la membrane nictitante ? Dans ce dernier cas de figure, une masse hyperéchogène apparaîtrait à l'écran en ventro-médial. Il sera intéressant, dans la mesure du possible, de déterminer la taille de la masse et de suivre son évolution : se stabilise-t-elle ou bien continue-t-elle de s'accroître ? Néanmoins, pour toutes autres affections palpébrales qu'elles soient bactérienne, virale, parasitaire, fongique ou dues à de la photosensibilisation, l'échographie ne sera d'aucune aide pour orienter le diagnostic.

3. Les affections des conjonctives et de la cornée

3.1. Les affections congénitales

Parmi les affections congénitales, les dermoïdes oculaires sont des choristomes congénitaux caractérisés par la présence de tissu cutané au niveau du centre de la cornée, de la 3^{ème} paupière et des canthus médiaux et latéraux. Leurs actions irritantes peuvent provoquer des inflammations chroniques de la cornée et des conjonctives et ainsi causer des déficiences visuelles (Barkyoumb et al., 1984 ; Yeruham et al., 2002).

Les dermoïdes concernent aussi bien les bovins que les moutons, avec une incidence de 2% chez les races Hereford et croisées Holstein, le caractère génétique a été prouvé selon un mode polygénique et autosomal récessif. Ces affections peuvent être unilatérales ou bilatérales et même si elles sont présentes à la naissance, elles ne sont souvent diagnostiquées qu'après plusieurs semaines d'âge. Chez les ovins, aucune déformation apparente n'a été rapportée contrairement aux bovins avec des cas d'hydrocéphalie. Les signes cliniques vont être une kératite, une conjonctivite, de l'épiphora et un blépharospasme. Des microphthalmies, ainsi qu'une dysplasie des structures internes et une hypoplasie des nerfs optiques peuvent être associées aux dermoïdes. Aucun facteur environnemental n'a par ailleurs été décrit (Alam et al., 2012 ; Barkyoumb et al., 1984 ; Bukar et al., 2008 ; Gelatt, 2008).



Photo 11 (Gelatt, 2008) : Dermoïde cornéen chez une vache

Parmi les affections congénitales, on retrouve aussi la porphyrie et la protoporphyrie, caractérisées par un dépôt excessif d'isomères de porphyrines et protoporphyrines dans les tissus et causées par la déficience d'activité de la ferrochelatase. Ces cas sont relativement rares et se transmettent selon un mode récessif autosomal, notamment pour les races Limousine et Blonde d'Aquitaine ainsi que les Shorthorn et ceci avec une incidence plus élevée chez les femelles que chez les mâles. La photosensibilisation engendrée par ces affections, provoque

une photophobie, des œdèmes, une inflammation et une nécrose des paupières et de la peau péri-oculaire (MacAloon et al., 2015).



Photo 12 (Mac Aloon et al., 2015) : Ulcération et nécrose des paupières chez un veau croisé Limousin atteint de protoporphyrine congénitale

Ensuite, il existe la maladie endothéliale primaire, très rare chez les animaux de rente, qui a été décrite chez les Holstein (transmission autosomale récessive) où un œdème cornéen souvent bilatéral apparaît peu de temps après la mise bas (Gelatt, 2008).

Enfin, un cas de staphylome antérieur congénital associé à l'anomalie de Peters (rare syndrome de malformation oculaire complexe) et d'une aphakie a été rapporté chez une Holstein. Le centre cornéen était épaissi et une malformation de l'endothélium et de la membrane de Descemet a été constatée sans aucun signe d'inflammation oculaire (Sato et al., 2017).



Photo 13 (Sato et al., 2017) : Staphylome antérieur congénital associé au syndrome de Peters chez une vache Holstein

3.2. Les affections parasitaires

Les deux principaux agents responsables de conjonctivites parasitaires sont *Æstrus ovis* et *Thelazia sp.*

Chez le mouton, les mouches déposent les œufs d'*Æstrus ovis* sur les muqueuses puis lorsque les œufs éclosent, les larves migrent généralement dans les cavités nasales mais peuvent aussi progresser dans les canaux naso-lacrymaux et atteindre les yeux. Ces larves de 2,5cm provoquent des irritations avec de l'épiphora, des conjonctivites et des infections secondaires (Gelatt, 2008).

Thelazia sp sont des nématodes blancs de plusieurs millimètres de long qui se logent dans les sacs conjonctivaux et les conduits naso-lacrymaux. *Thelazia californiensis* touche principalement les ovins alors que *T. rhodesi*, *T. gulosa*, *T. skrjabini* et *T. lacrymalis* affectent les bovins. Parfois, l'affection peut rester asymptomatique mais dans la plupart des cas, elle est unilatérale, chronique avec une conjonctivite folliculaire ou mucoïde. En Europe, l'affection est fréquemment associée à des signes cliniques plus sévères tels qu'un épiphora abondant, une photophobie et une kératite ulcéreuse (Baker, 2018 ; Gelatt, 2008).

Chez le mouton, l'élaeophorose évoquée plus haut, peut également provoquer des kérato-conjonctivites par migration des microfilaires (Gelatt, 2008).

D'autres parasites tels que *Trypanosoma sp* ont été rapportés chez les petits ruminants. Ils engendrent des conjonctivites et des kératites qui s'accompagnent d'un épiphora, d'une photophobie et d'un œdème des paupières (Gelatt, 2008).

3.3. Les affections bactériennes

La kératoconjonctivite infectieuse est l'affection oculaire la plus répandue et peut toucher toutes les races.

La kératoconjonctivite infectieuse bovine aussi appelée « pinkeye » est une affection ubiquitaire avec un fort impact économique. Selon les études, l'incidence est augmentée pour

les races aux couleurs plus claires telles que la race Hereford en premier lieu puis les races Simmental et Charolaise. Cette pathologie est associée à une absence ou une diminution de pigmentation de la paupière. L'âge est aussi un facteur à prendre en compte : les bovins âgés de moins de deux ans ont le taux de morbidité le plus élevé et les signes cliniques les plus graves. L'agent étiologique est *Moraxella bovis*, bactérie gram négatif, transmise majoritairement par les mouches (*Musca autumnalis*, *Musca domestica* et *Stomoxys calcitrans*), mais aussi par contact direct entre les animaux qui se souillent via les sécrétions oculaires et nasales des animaux malades. L'expression saisonnière de la maladie est fortement corrélée au cycle de vie de la mouche : après une hibernation, elle reprend son activité au printemps pour atteindre un pic durant l'été. Il a aussi été rapporté que les radiations solaires pouvaient prédisposer aux infections bactériennes par irritation de l'épithélium superficiel cornéen (Snowder et al., 2005). Néanmoins, d'autres pathogènes peuvent augmenter la sévérité de la kérato-conjonctivite infectieuse bovine, c'est le cas du virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR) et de *Mycoplasma sp* (interaction synergique). La pathogénicité de *Moraxella bovis* requiert l'expression d'un pili pour l'adhésion à la surface oculaire et une cytotoxine pour endommager les cellules de l'épithélium cornéen. Selon la littérature (Rogers et al., 1987 ; Schnee et al., 2015), le pouvoir pathogène de *Moraxella bovis* dépend étroitement de son pouvoir hémolytique. Les signes cliniques évoluent selon plusieurs stades. Tout d'abord, malgré des lésions qui peuvent demeurer extrêmement petites, un épiphora, un blépharospasme, une photophobie et une congestion de la conjonctive bulbaire apparaissent. Au second stade, une chassie s'installe, la congestion devient plus marquée, et 48h après le début de l'affection, une atteinte de l'épithélium cornéen apparaît sous la forme d'une tâche blanchâtre de 3 mm de diamètre. Au stade suivant, la congestion conjonctivale s'accroît encore et un granulome cornéen peut apparaître. Le 4ème stade est caractérisé par une kératite abcédative : ces abcès apparaissent près du centre de la cornée et engendrent une surélévation opaque de la cornée. Le 5ème stade est caractérisé par la kératite ulcéreuse, forme la plus connue de la kératoconjonctivite infectieuse bovine. L'abcès formé précédemment a provoqué la nécrose du stroma cornéen et de l'épithélium antérieur. La profondeur et le diamètre de l'ulcère varient selon la prise en charge de l'animal, pouvant aller jusqu'à la perforation dans les cas les plus sévères ce qui laisse la place à des complications telles que l'hypopion, des synéchies, une iridocyclite et même une panophtalmie. La kératite évolue en une semaine de temps. Dans 75% des cas, l'atteinte est unilatérale. Si l'animal est soigné avant que les complications ne surviennent, l'épithélium cornéen se régénère en 2-3 semaines et la cicatrisation totale est

obtenue au bout d'un à 2 mois, laissant une opacité cicatricielle blanchâtre couramment appelée taie (Alexander, 2010 ; Angelos, 2015 ; Gelatt, 2008 ; Maggs et al., 2015).



Photo 14 (pathologie des ruminants ENVT) : Abscès cornéen marqué chez une vache croisée Blanc Bleu Belge de 11 ans accompagné d'un début de carcinome de la membrane nictitante



Photo 15 (pathologie des ruminants ENVT) : Kératoconjonctivite diffuse marquée chez une vache Prim'Holstein de 7 ans



Photo 16 (pathologie des ruminants ENVT) : Ulcère central accompagné d'un œdème cornéen et d'un hypopion chez une Jersiaise de 5 mois



Photo 17 (pathologie des ruminants ENVT) : Ulcère perforant accompagné d'uvéite sévère et d'hémorragie de la chambre antérieure chez une Blonde d'Aquitaine de 5 ans

Ensuite, il existe des kératoconjunctivites infectieuses dues à *Mycoplasma sp* : *M. mycoides var capri* pour les caprins et *M. conjunctivae var ovis* pour les ovins. La présence de ces bactéries peut rester asymptomatique chez les jeunes. Elles sont la première cause de maladie oculaire chez les ovins et les caprins, et on les retrouve partout dans le monde. La présence d'*E. coli*, *Branhamella ovis* et *S. aureus* aggrave la sévérité des signes cliniques qui sont presque identiques entre les deux espèces. Au début de l'infection, on retrouve une hyperhémie palpébrale et conjonctivale, un épiphora et un blépharospasme sans oublier une kératite. Au fil des jours, une chassie s'installe, quelques follicules conjonctivaux, une inflammation de l'iris avec un hypopion, et des ulcérations de la cornée surviennent chez les moutons alors que chez les caprins c'est seulement une opacité de la cornée avec une cécité. Ces symptômes plus fréquemment unilatéraux durent généralement entre 1 à 4 semaines. Par

opposition aux bovins, les ovins les plus âgés sont affectés plus sévèrement (Dun, 2009 ; Gelatt, 2008 ; Fernandez-Aguilar et al., 2017 ; Nicholas, 2002).

La deuxième kératoconjonctivite infectieuse rencontrée chez les ovins est *Chlamydia sp.*. La pathogénèse est probablement multifactorielle, reposant sur le statut immunitaire de l'animal et des affections secondaires. Elle se produit lorsque les animaux sont confinés pendant la période d'agnelage en présence d'animaux porteurs. Les symptômes apparaissent dans les 4 jours suivant l'infection incluant un épiphora, un chémosis et une hyperhémie conjonctivale. Après 11 jours, les sécrétions lacrymales deviennent purulentes et un blépharospasme apparaît et après 23 jours, des follicules lymphoïdes se développent. 10% des animaux touchés développent une kératite interstitielle une semaine après l'apparition des premiers signes cliniques, elle est accompagnée d'un œdème de la cornée. Cette chlamydiose ovine est aussi appelée syndrome conjonctivite/polyarthrite car parallèlement aux symptômes oculaires, des problèmes de boiterie et d'articulations enflées sont présents (Dun, 2009 ; Gelatt, 2008).

Bien que les affections bactériennes soient dominées par *M. bovis*, *Mycoplasma sp* et *Chlamydia sp*, de 2 à 8% de ces affections sont dues à *Listeria monocytogenes*, bactérie gram positif ubiquitaire. La contamination se fait par l'ingestion d'ensilage majoritairement pendant la saison hivernale en stabulation et concerne aussi bien les bovins que les ovins. L'animal peut aussi se contaminer lors d'irritation oculaire avec de la paille, de la sciure ou d'un corps étranger qui laisse ensuite place à l'infection bactérienne. Même si la septicémie, la méningoencéphalite et l'avortement sont les formes les plus fréquentes de listériose, des signes oculaires peuvent être présents. Au départ, l'animal présente une hyperhémie conjonctivale, un épiphora, un blépharospasme, voire un chémosis. Puis, les vaisseaux conjonctivaux migrent vers la cornée qui devient alors opaque et un œdème stromal débute. La membrane de Descemet peut être endommagée et sous la pression intraoculaire, elle peut rompre provoquant alors une perforation de la cornée et un ulcère cornéen. Les lésions sont souvent unilatérales mais peuvent être bilatérales. La paralysie du nerf trochléaire engendre un strabisme dorso-médial très évocateur de la listériose. Par ailleurs, la paralysie du nerf facial entraîne une diminution du réflexe palpébral et de réponse à la menace ainsi qu'une kératite d'exposition accompagnée d'une diminution de la production lacrymale (kératite neuroparalytique). L'animal guérit en général après 1 semaine mais dans certains cas cela peut prendre jusqu'à 3 à 4 semaines. Dans

les cas sans complications, une pigmentation blanchâtre de la cornée demeure (Evans et al., 2004 ; Hof, 2017).



Photo 18 (pathologie des ruminants ENVT) : Kératite diffuse chez une brebis Lacaune de 5 ans atteinte de listériose

3.4. Les affections virales

Parmi les affections virales qui provoquent des problèmes de la cornée et des conjonctives, on retrouve la diarrhée virale bovine, la maladie d'Akabane, la fièvre catarrhale maligne, la rhinotrachéite infectieuse bovine et la Blue tongue.

La diarrhée virale bovine – maladie des muqueuses (BVD-MD) est une maladie contagieuse touchant les bovins, caprins et ovins. Même si elle est plus connue pour ses épidémies de diarrhée, d'avortements et de mortalité, elle est aussi incriminée dans les problèmes oculaires. Elle provoque notamment un œdème cornéen chez les bovins adultes et une conjonctivite sévère associée à une inflammation périoculaire a été rapportée chez une génisse Prim'Holstein de 21 jours. La transmission du virus BVD a lieu lors de la gestation par exposition du tissu fœtal mais aussi lors de contamination naturelle dans l'environnement (Bistner et al., 1970 ; Maggs et al., 2015).

Dans une étude japonaise (Ushigusa et al., 2000) basée sur l'autopsie de 822 bovins âgés d'un jour à 6 mois, la présence du virus Akabane a été reliée à des malformations congénitales oculaires telles qu'une kératite suppurative avec une infiltration neutrophilique

diffuse de la cornée ulcérée. Les lésions cornéennes étaient, pour la majorité, unilatérales mais des lésions bilatérales peuvent également être observées.

La maladie Blue tongue a été mise en évidence chez des veaux nouveau-nés, certifiés indemnes BVD, mais présentant une légère conjonctivite et une opacification bleu-blanchâtre cornéenne avec un œdème cornéen. Le centre de la cornée ayant été colonisé par les neutrophiles et envahit par les vaisseaux sanguins périphériques. Ces lésions sont causées par l'infection intra-utérine du fœtus puis d'une immunisation passive colostrale du veau pendant son premier jour de vie. Néanmoins, la faible incidence de ces anomalies oculaires associées au Blue tongue indique la faible transmission du virus pendant le développement embryonnaire (Holzhauer et al., 2009).



Photo 19 (Williams, 2010) : Œdème cornéen chez un veau atteint de la maladie Blue tongue

En ce qui concerne la rhinotrachéite infectieuse bovine due au BHV-1, les formes conjonctivale et respiratoire (plus fréquente) entraînent, au début, une conjonctivite aigüe érythémateuse accompagnée d'un épiphora, qui évolue par la suite en chassie. Un chémosis et des plaques blanchâtres peuvent également être présents. Contrairement à la kéraconjonctivite infectieuse bovine où la kératite débutante se situe au centrée de la cornée, lors d'IBR, un œdème cornéen périphérique se met en place, puis une kératite non ulcéralive avec vascularisation cornéenne, œdème et infiltration cellulaire se développent. Le virus de l'IBR a également été isolé chez des chèvres qui après l'apparition de la maladie respiratoire ont développé une conjonctivite et une kératite (Maggs et al., 2015).

Enfin, on peut noter que parmi les affections virales, des cas de fièvre catarrhale maligne ont été rapportés chez des bovins (Ricer, 2015 ; Whiteley et al., 1985 ; Zemljic et al., 2012). La

FCM est présente largement au niveau mondial et elle est causée par l'herpèsvirus 2 ovin (OvHV-2). Son impact économique en ce qui concerne la production de viande et de lait, est très important avec des pics de morbidité atteignant les 40% dans les troupeaux infectés. Cette maladie n'est donc pas à négliger. La transmission du virus se fait par contact direct avec des moutons porteurs de l'OvHV-2 ou par l'aérosol, notamment lorsque le fumier d'ovins est épandu sur les champs de foin destiné aux bovins ou lorsque le foin non voulu par les moutons est donné aux bovins. La période d'incubation dure entre 3 et 10 semaines. Les signes généraux sont caractérisés par de la fièvre, une inappétence, une dépression, des lésions dans la cavité buccale et sur le mufle ainsi que de la diarrhée. Les symptômes oculaires incluent de l'exophtalmie, une photophobie, une chassie, un blépharospasme, une conjonctivite, une kératite et une faible réponse à la menace. L'œdème cornéen persiste et est accompagné d'une hyperhémie épisclérale et conjonctivale. Ensuite, une ulcération de la cornée peut apparaître une semaine après le début des symptômes et une cécité persiste. Trois semaines plus tard, l'œdème cornéen évolue en tissu de granulation qui est situé au centre de l'œil avec une néovascularisation de la cornée et qui s'accompagne d'infiltration de cellules mononucléaires. En somme, le degré de l'œdème cornéen au moment du premier examen n'a pas de valeur pronostic concernant la progression de cet œdème avec l'évolution de la maladie.



Photo 20 (pathologie des ruminants ENVT) : Ulcères cornéens bilatéraux accompagnés d'une chassie chez une limousine d'un an provoquée par l'OvHV-2

3.5. Les affections néoplasiques

Si l'on se reporte à ce qui a été dit précédemment, les lésions du carcinome épidermoïde se situent préférentiellement sur le globe oculaire avec 90% des lésions siégeant au niveau du limbe et le reste sur la cornée. Néanmoins, elles restent toujours à proximité de la jonction cornéo-sclérale (Heeney et al., 1985 ; Maggs et al., 2015).

Au niveau des conjonctives, de la cornée et de la membrane nictitante, la lésion précancéreuse se nomme la plaque épidermique, épaisseur blanc-grisâtre de l'épithélium conjonctival ou scléral. Ensuite, vient le papillome, de nature rugueuse et souvent pédiculé qui constitue des excroissances épithéliales. A nouveau, on retrouve les stades de carcinomes in situ et carcinomes épidermoïdes (Maggs et al., 2015).

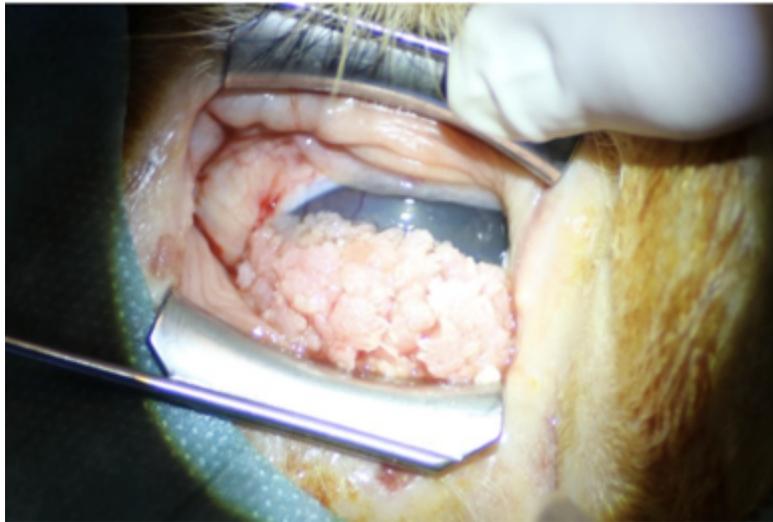


Photo 21 (Douet, service d'ophtalmologie ENVT) : Papillome squameux cornéen chez une Montbéliarde de 13 ans

3.6. Les affections traumatiques

Des lacérations de la cornée ont été rapportées, elles sont dues à des corps étrangers ou secondairement à l'infection d'un ver méningé dénommé *Parelaphostrongylus tenuis* (Gelatt, 2008).

3.7. Les apports de l'échographie dans le diagnostic

L'échographie est aussi utile dans le diagnostic de certaines affections cornéennes, telles que les ulcères cornéens, les kératites abcédatives et les œdèmes cornéens. Lors d'ulcères cornéens, la cornée apparaît piquetée au niveau des endroits ulcérés. Néanmoins, l'échographie peut se révéler douloureuse pour l'animal lors de perforation de la cornée et ne pourra être réalisée qu'avec la technique transpalébrale. Un abcès du stroma cornéen, sera visualisé comme une petite ligne hyperéchogène contenant souvent le corps étranger, entourée par du matériel hypoéchogène voire anéchogène.

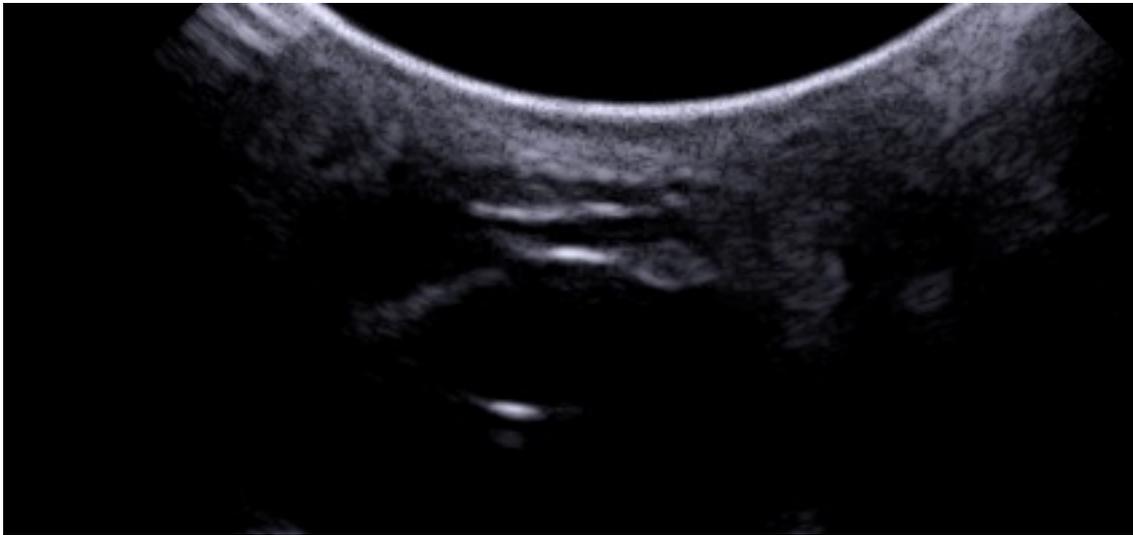


Figure 16 (pathologie des ruminants ENVT) : Echographie d'un abcès cornéen chez une vache

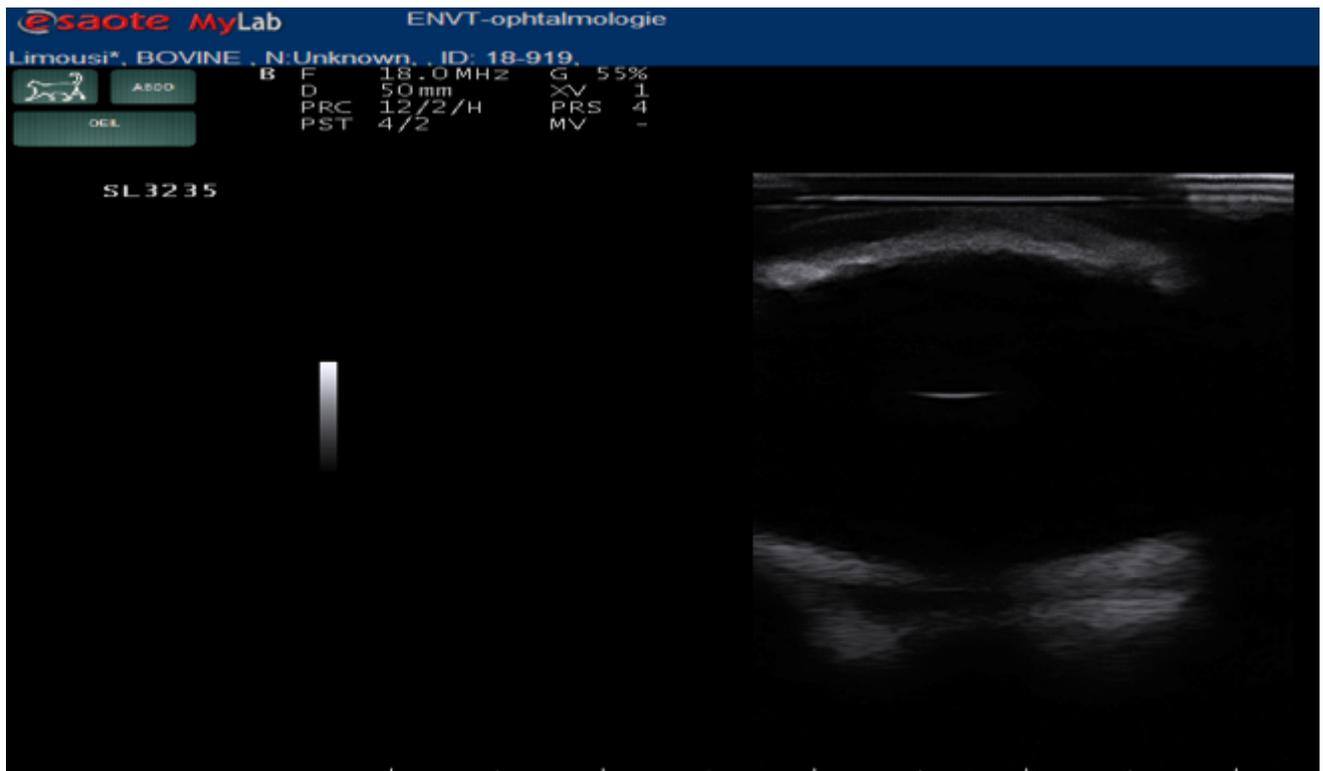


Figure 17 (Douet, service d'ophtalmologie ENVT) : Echographie d'un abcès cornéen évoluant en abcès intraoculaire chez une vache

Par ailleurs, si l'animal est touché par un œdème cornéen, signe majeur lors d'ulcère cornéen, de kératite ou de maladies systémiques, qu'il soit plus ou moins important, l'échographie rendra possible l'examen des structures adjacentes qui seront difficilement visualisables par des examens oculaires de routine et sera un indicateur de pronostic dans l'évolution de la maladie de l'animal (El-Tookhy et al., 2013).

Lors de dermoïdes cornéens, l'échographie permettra d'indiquer la profondeur et donc son extension en cas d'exérèse (zone hyperéchogène en continuité avec la cornée). Par ailleurs, elle renseignera sur la présence ou non de symptômes associés tels qu'une microphthalmie ou une dysplasie des structures internes et donc orientera sur la prise en charge thérapeutique.

4. Les affections de l'uvée antérieure

4.1. Les affections congénitales

Les affections congénitales que l'on peut être amené à rencontrer chez les animaux de production sont une persistance de la membrane pupillaire, une hétérochromie, une aniridie, une hypoplasie de l'iris et l'absence de chambre antérieure.

La persistance de la membrane pupillaire reste rare chez les animaux de rente. Elle est due à la non régression de la membrane mésodermique fermant l'iris chez l'embryon mais n'affecte pas la mobilité de l'iris et par conséquent n'altère pas la vision de l'animal. La plupart du temps, les attaches de l'iris à la cornée ou au cristallin sont dues à des réactions post-inflammatoires (Gelatt, 2008 ; Maggs et al., 2015).

Selon une étude, l'hétérochromie irienne représente environ 10% des anomalies congénitales oculaires. Elle est caractérisée par une différence de coloration de l'iris, différence qui peut être unilatérale ou bilatérale, complète ou partielle. Les races prédisposées concernent les Hereford, Ayrshire, Holstein, Angus, Brown Swiss, Guernsey. Dans la majorité des cas, la vision reste intacte cependant une photophobie et un nystagmus ont été rapportés. Chez les sujets pigmentés de races Ayrshire, Hostein, Brown Swiss et Guernsey, des cas d'iris tricolores (bleu, marron et gris) ont été décrits. Chez ceux atteints d'albinisme incomplet (races Guernsey, Shorthorn, Brown Swiss), des cas d'iris bicolore (bleu et blanc) ont été mentionnés. Enfin, chez les animaux albinos incomplet de race Hereford, l'hétérochromie irienne est accompagnée d'anomalies rétinienne qui engendrent des troubles de la vue (Ojo et al., 1982). Enfin, des affections iriennes décrites chez la race Jersey, selon un mode autosomal récessif, étaient caractérisées par une aniridie bilatérale ou une hypoplasie irienne associée à une microphakie et une cataracte pouvant entraîner une cécité totale. Ces anomalies congénitales touchent également les ovins, notamment ceux de la race Shropshire en Pennsylvanie pour laquelle une atrophie bilatérale de l'iris a été rapportée pour des sujets âgés d'un an à un an et demi et également pour des ovins de la race Suffolk (Gelatt, 2008 ; Gelatt, 2017 ; Maggs et al., 2015).



Photo 22 (Gelatt, 2008) : Hétérochromie irienne chez un taureau Hereford atteint d'albinisme incomplet

Pour conclure, on peut dire que le rôle de l'alimentation semble être prépondérant dans le développement de la chambre antérieure. En effet, une hypovitaminose A dans la ration pendant la gestation peut provoquer chez le fœtus l'absence de développement de la chambre antérieure en parallèle d'une cécité (Milleman et al., 2007).

4.2. Les affections parasitaires

L'uvéite est caractérisée par un processus inflammatoire oculaire qui peut être d'origine parasitaire, bactérienne ou virale. La nature vasculaire et la proximité de l'uvée antérieure avec les autres structures oculaires la rend vulnérable à diverses inflammations.

Même si les parasites sont, pour la plupart, présents dans la cavité abdominale chez les ongulés, leurs larves peuvent migrer et atteindre des zones erratiques telles que le système nerveux central ou bien l'œil. C'est le cas du nématode *Setaria spp*, transmis par l'intermédiaire de moustiques, qui est connu comme l'agent majeur de nématodose cérébrospinale épizootique chez les petits ruminants. Une étude coréenne (Shin et al., 2002) décrit également la migration de la larve de *Setaria digitata* dans la chambre antérieure de l'œil chez deux vaches âgées de 5 mois et 2 ans. L'affection était, dans les deux cas, unilatérale, et présentait un épiphora excessif associé à une opacité de la cornée.

Chez les petits ruminants, des uvéites dues à *Trypanosoma spp* (décrit un peu plus haut) et à *Toxoplasma gondii* ont également été rapportées (Gelatt, 2008).

4.3. Les affections bactériennes

Lors d'infection bactérienne, les signes cliniques d'uvéite incluent de l'épiphora, un érythème conjonctival, une diminution de la pression intraoculaire, un œdème de la cornée, un myosis et une douleur oculaire. Les maladies bactériennes les plus connues provoquant des uvéites sont les affections néonatales, une septicémie associée à une mammite sévère, la tuberculose, la listériose et l'anaplasmose.

Tout d'abord, l'anaplasmose est une maladie infectieuse causée par une rickettsie *Anaplasma marginale* chez les bovins et *Anaplasma ovis* chez les ovins. Elle est à l'origine d'un fort taux de mortalité qui engendre donc de lourdes pertes économiques. La transmission de cette maladie se fait par piqûres de taons, stomoxes, tiques mais aussi par des aiguilles contaminées et intra-utérine. Néanmoins, seulement 1% des cas cliniques recensés concernent les animaux âgés de moins de 6 mois. La période d'incubation dure un mois et ensuite apparaissent des signes cliniques généraux tels que la fièvre, l'anorexie et un ictère dans les cas les plus sévères. En ce qui concerne les symptômes oculaires chez un nouveau-né Holstein, une congestion conjonctivale bilatérale avec une hémorragie, un œdème de la cornée et une uvéite antérieure (hyphéma) ont été décrits (Laus et al., 2006).

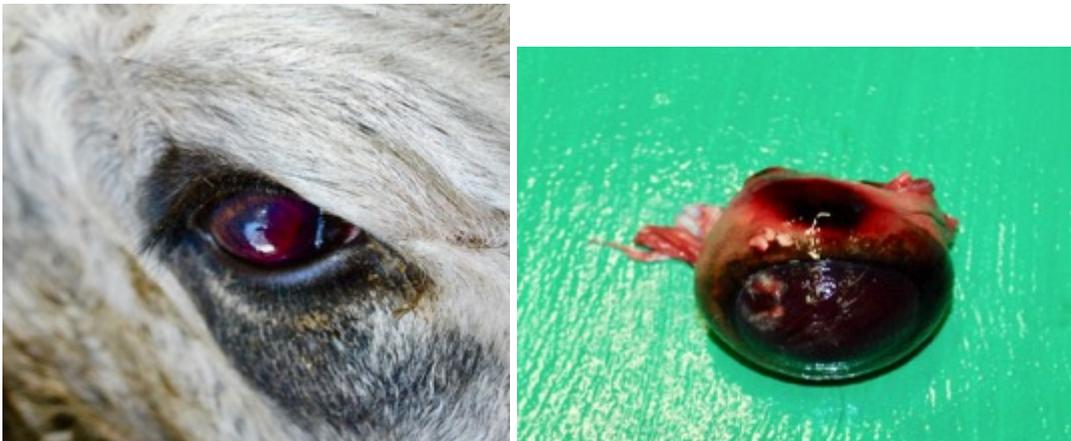


Photo 23 (pathologie des ruminants ENVT) : Hyphéma modéré sur une femelle Gasconne de 10 ans

Ensuite, revient la listériose évoquée précédemment comme cause de kératite (Staric et al., 2008). Une étude en Nouvelle-Zélande (Laven et al., 2006) a montré qu'un troupeau de vaches laitières nourrit avec de l'ensilage avait développé 7 jours plus tard des uvéites antérieures accompagnées de myosis. Après quelques jours, les cas les plus sévères ont même

eu un remaniement de l'iris et l'apparition d'une opacité bleuâtre de la cornée mais ceci sans conjonctivite associée. La morbidité pour cette maladie avoisine les 25% mais au Royaume-Uni lors de pics, elle frôle les 100%. Dans les cas les plus chroniques, un hypopion s'ajoute à l'uvéite antérieure.



Photo 24 (pathologie des ruminants ENVT) : Kératite associée à une uvéite antérieure (avec un hypopion) chez une Limousine de 5 ans

Enfin, une étude aux Etats-Unis (Ajithdoss et al., 2009) a décrit une septicémie néonatale chez un veau âgé de 7 jours, septicémie causée par un bacille gram négatif *Chromobacterium violaceum*. Ce pathogène opportuniste, pas très fréquemment rencontré, est à l'origine d'une forte mortalité aussi bien chez les bovins que chez les ovins. La présence d'une omphalophlébite dans ce cas est le point d'entrée du germe, germe qui provoque une septicémie et une méningoencéphalite mais aussi une uvéite antérieure unilatérale avec un hypopion.

4.4. Les affections virales

Parmi les affections virales responsables d'uvéite, on retrouve la fièvre catarrhale maligne, la maladie d'Akabane, la rhinotrachéite infectieuse ainsi que la fièvre de la Vallée du Rift.

Comme évoquée précédemment dans l'étude japonaise (Ushigusa et al., 2000), le virus Akabane responsable de kératite est aussi à l'origine d'uvéite, avec dans la chambre antérieure

la présence de matériau fibrineux et l'agrégation de neutrophiles. Elle est associée à un œdème diffus.

Même si la rhinotrachéite infectieuse bovine est plus fréquemment rapportée pour des problèmes de conjonctivite et de kératite, cette maladie peut aussi provoquer des uvéites secondaires accompagnées d'un œdème et d'une infiltration pouvant aller jusqu'à une cécité temporaire (Maggs et al., 2015).

Une autre cause virale à l'origine d'uvéite antérieure est le virus de la fièvre de la Vallée du Rift, phlébovirus transmis par l'intermédiaire de moustiques. Cette infection zoonotique peut être responsable d'une forte mortalité chez les ruminants en particulier chez les ovins. Elle cause des diarrhées hémorragiques, une insuffisance hépatique et des avortements. Des signes oculaires peuvent également être présents. Une étude expérimentale sur des moutons a montré que le virus de la fièvre de la Vallée du Rift pouvait provoquer un œdème voire une hypertrophie de l'endothélium cornéen et en ce qui concerne l'uvéite antérieure, une infiltration inflammatoire périvasculaire à diffuse des cellules plasmiques, lymphocytes et de quelques macrophages (Galindo-Cardiel et al., 2012).

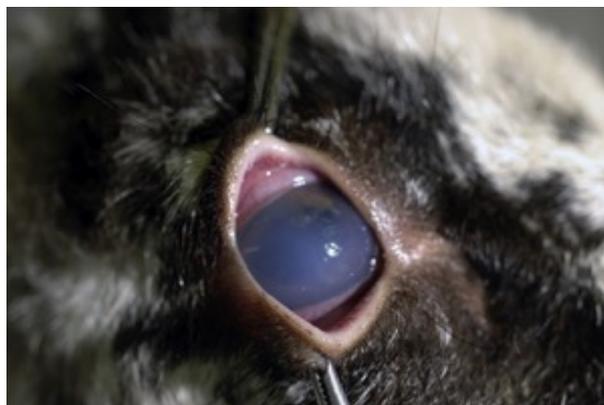


Photo 25 (Galindo-Cardiel et al., 2012) : Opacité cornéenne diffuse accompagnée d'une uvéite chez un agneau atteint du virus de la fièvre de la Vallée du Rift

Enfin, parmi les causes virales d'uvéite, il faut mentionner la fièvre catarrhale maligne citée précédemment comme cause de kératite. Les principaux symptômes sont une congestion des vaisseaux ciliaires, une hypotonie, un myosis et une congestion de l'iris. Elle apparaît aussi souvent par la présence de synéchies antérieures lors de lésions chroniques (Ricer, 2015 ; Whiteley et al., 1985 ; Zemljic et al., 2012).

4.5. Les affections tumorales

Plusieurs affections tumorales ayant pour origine l'uvéa antérieure ont été décrites chez les petits ruminants. Le premier cas rapporté concernait une brebis Rasa Aragonesa de 14 ans avec des antécédents de signes neurologiques. A l'examen clinique, l'œil droit présentait une sévère énoptalmie avec la paupière détachée du globe oculaire. A l'histologie, la tumeur était un mélanome ayant pour origine l'iris et le corps ciliaire associée à un adénocarcinome pituitaire (Ortin et al., 2006).

Le second cas de mélanome primaire malin de l'iris a été décrit chez un ovin Akkaraman âgé de 3 ans (Canpolat et al., 2007). Une tumeur unilatérale s'est étendue en un mois de temps et s'est compliquée de surinfections bactériennes. L'histologie a permis de confirmer un mélanome primaire malin de l'iris entourée d'infiltration de lymphocytes, de cellules plasmiques et de macrophages. Les mélanomes de l'uvéa doivent être distinguées en 3 catégories : les naevi mélanocytaires bénins de l'iris, les mélanomes malins de l'uvéa antérieure et les mélanomes de la choroïde. La catégorie la plus fréquente chez les animaux est celle de l'uvéa antérieure. Ce mélanome engendre souvent des complications d'uvéite antérieure par nécrose de la tumeur et dans les cas les plus sévères d'un glaucome par compression de l'angle ciliaire ou par une tumeur de taille trop importante (Gelatt, 2008).

Les mélanomes peuvent être occasionnellement observés chez les chèvres et les bovins. C'est le cas d'un veau croisé Charolais, qui dès sa naissance, avait un œil élargi, fermé avec une ulcération et une opacité de la cornée. A l'histologie, l'origine de la tumeur était le tractus uvéal et elle compressait sévèrement l'angle irido-cornéen. L'étiologie des tumeurs congénitales est néanmoins rarement établie (Schuh, 1989).

Enfin, le troisième cas de tumeur irienne a été rapporté chez une chèvre âgée de 10 ans. Elle présentait un blépharospasme et un léger œdème cornéen de l'œil gauche. L'examen post-mortem a révélé la présence de sang dans la chambre antérieure et un attachement anormal de l'iris à la surface postérieure de la cornée. L'histologie a mis en évidence des cellules métastatiques d'adénocarcinome dans l'iris sans que le foyer primaire n'ait pu être déterminé (Braun et al., 2008).

Les dégénérescences de l'uvée sont peu fréquentes, il s'agit soit des dégénérescences fibreuses soit hyalines. Elles peuvent être visualisées en fin d'évolution d'uvéites chroniques ou lors de sénilité (Gelatt, 2008).

4.6. Les apports de l'échographie dans le diagnostic

Lors d'uvéite, qu'elle soit d'origine bactérienne, virale ou parasitaire, les manifestations les couramment rencontrées sont un épaissement de l'iris et/ou du corps ciliaire qui se traduit par un épaissement hyperéchogène à l'échographie. Mais aussi la présence de matériel anormal dans la chambre antérieure tel qu'un hypopion qui apparaît comme une multitude de points plus ou moins épais, échogènes dans la chambre antérieure anéchogène.

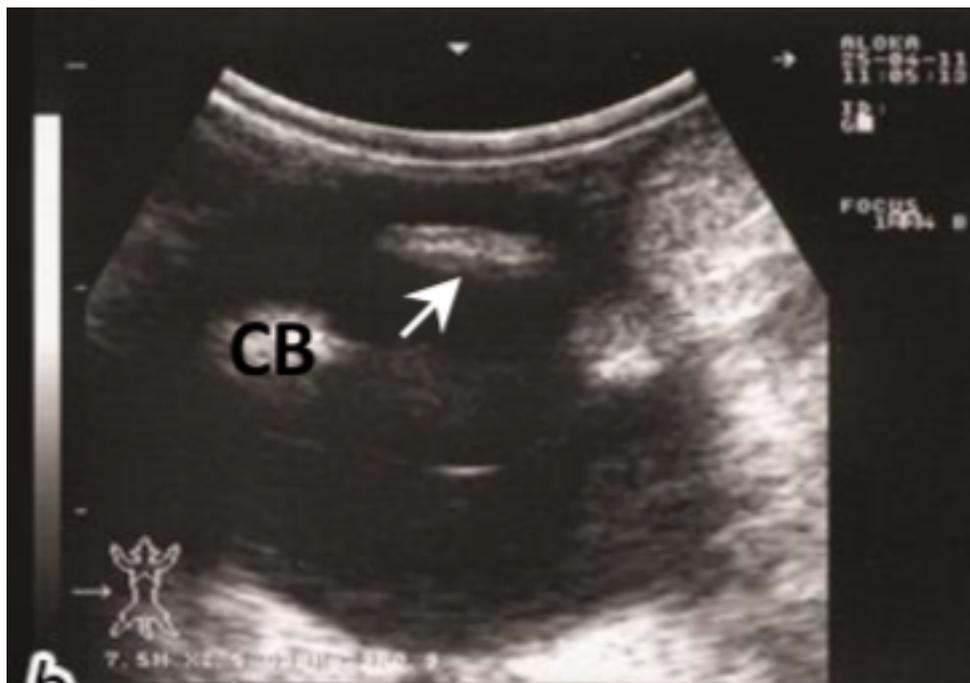


Figure 18 (El-Thooky et al., 2013) : Echographie d'un hypopion avec un épaissement du corps ciliaire chez un caprin

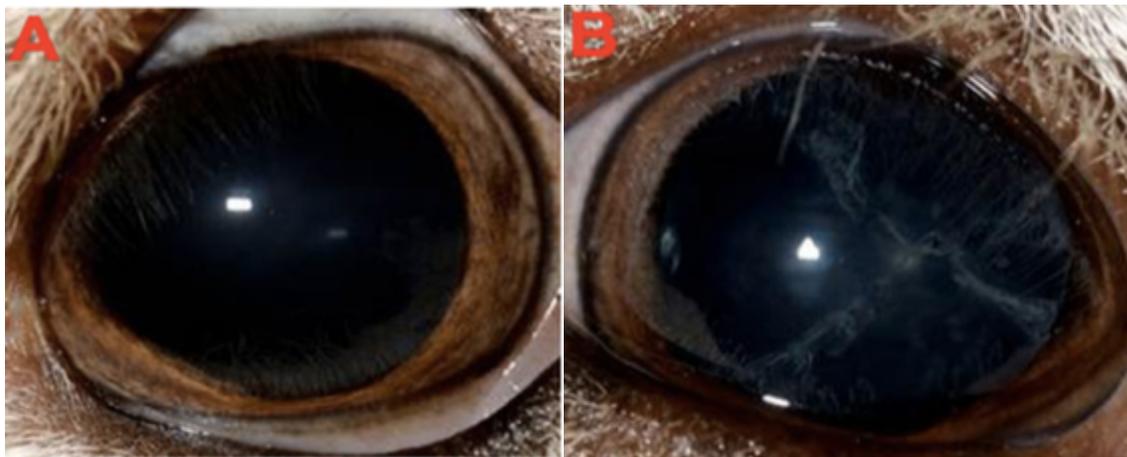
L'échographie a, en outre, un intérêt particulier lors d'affections tumorales de l'uvée antérieure. En effet, l'étude de Ortin et al. (2006) a révélé la présence d'une masse interne échogène envahissant la chambre postérieure provoquant la dislocation du cristallin et une rupture dans la chambre antérieure accompagnée de sévères foyers de calcification hyperéchogènes chez une brebis de 14 ans. Et dans l'étude de Braun et al. (2008) l'échographie

oculaire a, quant à elle, confirmé une turbidité de la chambre antérieure (apparaissant par des traits échogènes dans l'espace anéchogène) associée à un épaissement de l'iris chez une chèvre atteinte de tumeur irienne. L'échographie permet donc de révéler dans la majorité des cas la localisation de la tumeur qui reste inaccessible par les autres examens oculaires mais seul l'examen histologique (examen post-mortem) confirme la présence et l'étiologie de la tumeur.

5. Les affections du cristallin

5.1. Les différentes cataractes et les anomalies associées

Les cataractes sont caractérisées par l'opacification des lentilles constituant le cristallin et s'expriment selon plusieurs degrés de sévérité : corticale, nucléaire et mature. Lors de cataractes corticales, l'opacification des lentilles se situe dans le cortex mais la zone nucléaire reste intacte. Lors de cataractes nucléaires, les fibres des lentilles situées dans le nucléus se gonflent fortement et s'opacifient. Lors de cataractes matures, les fibres des lentilles subissent une forte dégénérescence à la fois dans le cortex et dans le nucléus. Elles peuvent être unilatérales ou bilatérales et congénitales ou acquises. Le développement des cataractes congénitales nucléaires a lieu pendant le début de l'organogenèse oculaire (Ushigusa et al., 2000).



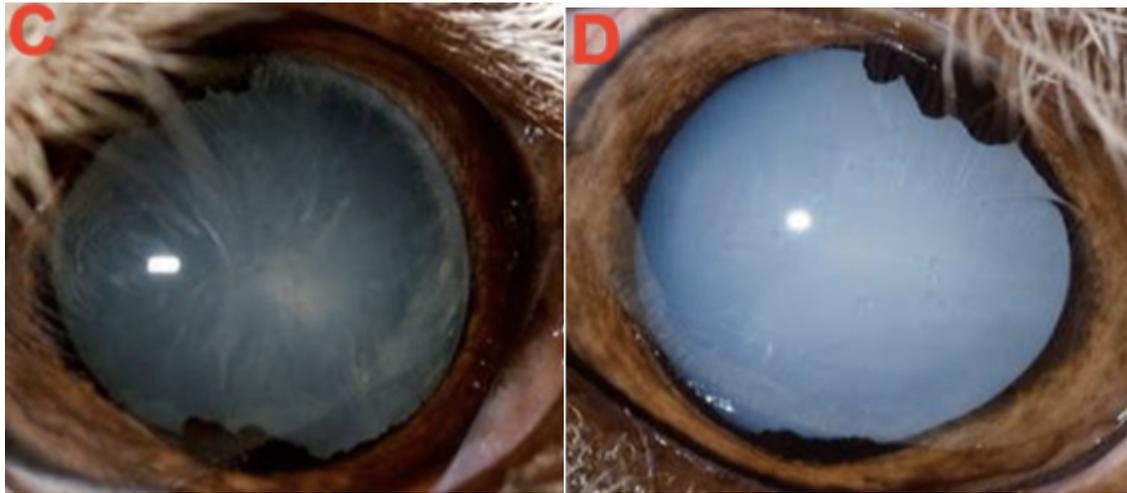


Photo 26 (Wilson et al., 2012) : Les différents stades de la cataracte chez un agneau. A : l'œil normal d'un agneau sans cataracte. B : cataracte corticale. C : cataracte nucléaire. D : cataracte mature

Des cataractes congénitales bilatérales ont été rapportées pour des races Frisonne Holstein, Hereford et Jersey, selon le mode autosomique récessif ainsi que pour la race ovine Romney Néo-Zélandais et chez la race Shorthorn blanche. Dans ce cas il s'agit d'un mode sûrement dominant associée à de multiples anomalies oculaires. (Osinchuk et al., 2017). Une étude (Krump et al., 2014) a montré que la race Ayrshire pouvait être touchée par ce type de cataracte bien que les données sur ce point restent limitées, l'héritabilité n'a pas pu être déterminée.

D'autres anomalies ophtalmologiques congénitales ont été observées dans un troupeau d'Holstein avec entre autres, la persistance des membranes pupillaires entre l'iris et le cristallin associée à une cataracte de la capsule antérieure (Osinchuk et al., 2017). Des cataractes peuvent aussi être associées à la persistance et hyperplasie du vitré primitif ainsi qu'à la persistance de la tunique vasculaire du cristallin (Somma et al., 2016).

Chez la race japonaise, une étude (Ushigusa et al., 2000) a mis en évidence l'implication du caractère génétique dans l'apparition d'une microphthalmie associée à une hypoplasie et/ou une dysplasie du cristallin voire son aphakie.

Chez les ovins, une étude (Wilson et al., 2012) a prouvé qu'une mutation de trois marqueurs situés dans une région du chromosome 6 entraînait des cataractes héréditaires.

Lors d'infection in utero par le virus du BVD entre le 75^e et 150^e jour de gestation, une cataracte équatoriale et subcapsulaire associée à une microphthalmie ainsi qu'à des lésions rétiniennes peuvent être observées (Williams, 2010).

L'alimentation joue aussi un rôle dans l'apparition des cataractes. En effet, des cataractes congénitales nucléaires ont aussi été rapportées dans des élevages dans lesquels des antécédents de déficience en vitamine E et/ou en sélénium dans leur alimentation avaient été caractérisés (Osinchuk et al., 2017). Enfin, une étude australienne (Holmes et al., 1981) a étudié l'effet de l'ingestion à forte dose de faux mimosa (*Leucaena Leucocephala*) contenant une toxine, la mimosine. Cela provoque des cataractes bilatérales légères à sévères caractérisées par une opacité lenticulaire non-uniforme diffuse avec des formations étoilées. En outre, si la ration donnée aux vaches gestantes est pauvre en vitamine A, une aphakie peut toucher le futur nouveau-né (Milleman et al., 2007).



Photo 27 (pathologie des ruminants ENVT) : Cataracte nucléaire bilatérale chez un veau limousin de 4 mois

Bien qu'elles soient peu, voire pas documentées, les bovins peuvent aussi être confrontés à des déplacements du cristallin en dehors de sa position normale : il peut s'agir d'une subluxation (déplacement partiel du cristallin) ou d'une luxation totale (rupture zonulaire complète). Ces déplacements peuvent être antérieurs : le cristallin vient alors se loger dans la chambre antérieure ; ou être postérieurs : le cristallin se situe alors dans le vitré. Les luxations peuvent être associées à un glaucome, à une cataracte ou être secondaires à un traumatisme (Boubals, 2008).



Photo 28 (Douet, service d'ophtalmologie ENVT) : Luxation bilatérale du cristallin avec une cataracte chez une vache naine de 5 ans

5.2. Les apports de l'échographie dans le diagnostic

Une des utilisations majeures de l'échographie concerne le diagnostic des affections du cristallin. En effet, elle permet de différencier une aphakie d'une microphakie, une luxation du cristallin, les différents stades de la cataracte et la persistance du vitré primitif.

Tout d'abord, lors d'aphakie, le cristallin est absent donc la visualisation des capsules antérieure et postérieure échogènes du cristallin est impossible (voir figure 15). Ensuite, lors de microphakie, les capsules antérieures et postérieures du cristallin restent visibles mais il faut se référer aux valeurs biométriques citées dans le tableau 2 partie III pour apprécier une réelle diminution de taille et d'épaisseur du cristallin.

Par ailleurs, il ne faudra pas confondre une aphakie avec une luxation du cristallin en recherchant diverses anomalies de position. Étant donné que les œdèmes de la cornée, les uvéites antérieures et les cataractes sont fréquemment associés aux luxations du cristallin (Boubals, 2008), l'examen ophtalmologique devint alors impossible et l'échographie reste le meilleur choix diagnostique. Les capsules antérieure et postérieure du cristallin ne sont plus à leur place respective et l'échographie permet de visualiser si le déplacement est antérieur ou plutôt postérieur. Les subluxations seront, quant à elles, beaucoup plus difficiles à voir surtout si elles sont minimales. Les valeurs biométriques citées dans le tableau 2 partie III serviront de référence pour connaître le sens de déplacement.



Figure 19 (Douet, service d’ophtalmologie ENVNT) : Echographie d’une vache naine présentant une luxation bilatérale du cristallin avec une cataracte

L’examen échographique est aussi intéressant lorsqu’il s’agit de diagnostiquer la présence d’une cataracte et d’évaluer les lésions postérieures éventuelles pour la prise en charge thérapeutique. Lors de cataracte, le cristallin devient hyperéchogène à l’échographie : cette hyperéchogénéicité peut toucher soit le noyau soit les capsules soit les deux, cela dépend du type de cataracte. L’intensité de l’échogénicité du cristallin est proportionnelle au stade de la cataracte. La taille du cristallin peut s’avérer augmentée lors de cataracte immature ou bien diminuée lors de cataracte mature (Ali et al., 2014 ; Boubals, 2008).

Enfin, l’échographie peut révéler la persistance du vitré primitif. Un cordon partiel ou complet hyperéchogène apparaît, reliant la capsule postérieure du cristallin au pôle postérieur de l’œil. Le doppler couleur pourrait être intéressant pour mettre en évidence un flux sanguin résiduel sur une partie ou la totalité du cordon (Boubals, 2008).

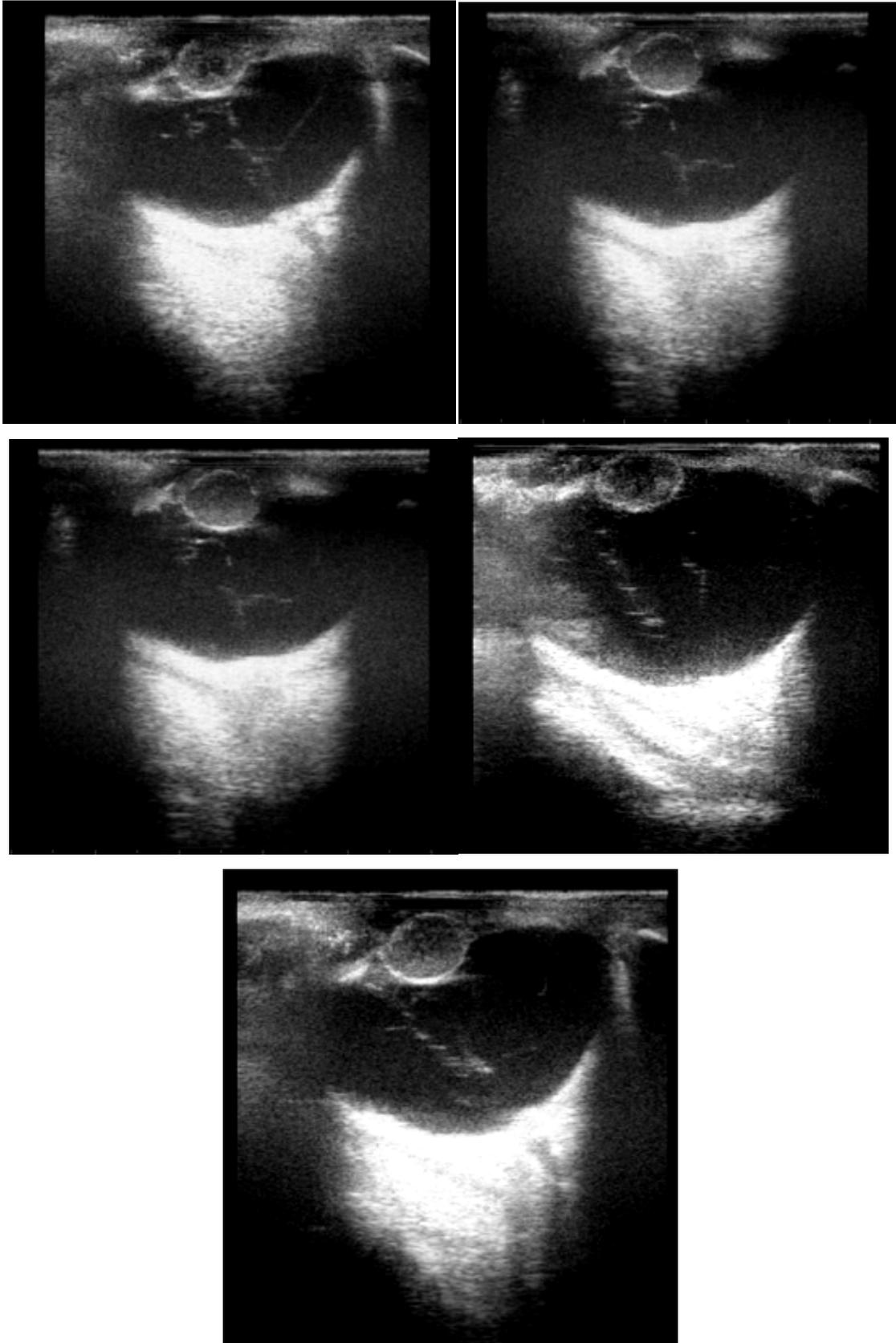


Figure 20 (Douet, service d'ophtalmologie ENVT) : Echographie d'un veau présentant une cataracte avec une microphakie et une dégénérescence vitréenne



Figure 21 (Douet, service d'ophtalmologie ENVT) : Echographie d'un veau présentant une cataracte avec une persistance du vitré primitif

6. Le glaucome

Le glaucome est défini comme une élévation de la pression oculaire entraînant une atteinte du nerf optique et du champ visuel. Cette élévation de la pression est due à l'impossibilité de l'humeur aqueuse de s'écouler correctement.

Les différentes formes de glaucome sont rares chez les ruminants contrairement aux autres espèces. La forme la plus fréquente est le glaucome secondaire à la fermeture de l'angle irido-cornéen causée par une kératoconjunctivite infectieuse bovine sévère. Une étude menée en Nouvelle-Zélande a rapporté un glaucome associé à une cataracte et une luxation du cristallin chez la race Holstein (Gelatt, 2017). Chez les bovins comme chez les ovins, l'apparition d'un glaucome peut être lié à l'administration de stéroïdes (Gerometta et al., 2004, 2009). Un cas de glaucome congénital a été décrit chez un mouton (Jones et al., 2012). Il est provoqué par un déplacement de la partie antérieure du corps ciliaire. Les signes cliniques accompagnant cette affection étaient une buphtalmie bilatérale, une non-réponse à la lumière et un œdème cornéen. Le glaucome peut aussi être secondaire et dû à un traumatisme oculaire, à des synéchies étendues, à une luxation du cristallin, à une néoplasie intraoculaire ou une uvéite récurrente (Ali et al., 2014).

Lors de glaucome, l'échographie pourrait être intéressante pour explorer la région de l'angle irido-cornéen et évaluer ainsi s'il y a fermeture de l'angle mais évaluer aussi la partie antérieure des procès ciliaires. Malheureusement, il faudrait des sondes avec des fréquences beaucoup plus élevées (supérieures à 20 MHz) ce qui rend son utilisation impossible en routine.

7. Les affections du segment postérieur de l'œil

7.1. Les affections du fond d'œil

La première affection congénitale rare mais décrite chez les bovins (race Guernesey) et les ovins (race Islandaise) est l'albinisme complet (5% des affections congénitales). Cette affection est caractérisée par une peau rose et une absence de pigmentation au niveau du mufle, des paupières, de l'iris et de la choroïde. Même si la vision est conservée, une photophobie, un nystagmus ainsi qu'un blépharospasme modéré sont à noter. Le fond d'œil comprend un tapis jaune normal et une zone sans tapis non pigmentée avec des vaisseaux rétiniens plus dilatés qu'habituellement (Adalsteinsson, 1977 ; Leipold et al., 1968).

La deuxième affection congénitale rencontrée est le colobome, malformation oculaire provenant d'une fermeture incomplète de la fente colobomique embryonnaire, avec une prévalence de 1 à 2%. Les deux races prédisposées à cette malformation sont la Charolaise et la Hereford, et ceci selon un mode autosomal dominant. Les colobomes les plus fréquemment rencontrés sont bilatéraux et de petite taille et restreints au segment postérieur de l'œil. Des plus larges colobomes peuvent envahir le disque optique entier et s'étendre à la choroïde et à la sclère. Dans ces cas les plus extrêmes, les animaux naissent aveugles avec une affection complète de l'œil (Gelatt, 2008).

Par ailleurs, une anomalie congénitale du fond d'œil mais cette fois-ci vasculaire, est la persistance de l'artère hyaloïde. Elle est très fréquente chez les bovins car les trois quarts en possèdent des vestiges malgré une absence de troubles de la vision associée (Maggs et al., 2015) et 54% des veaux âgés de moins de 6 semaines sont atteints (Cathelin, 2019).

Parmi les affections du fond d'œil, on retrouve plusieurs types de rétinopathie. Premièrement, il existe les rétinopathies dites congénitales. Ce sont la dystrophie, la dysplasie, la dégénérescence et l'atrophie rétinienne, qui affectent aussi les ruminants. La forme la plus courante est héréditaire selon un mode autosomal récessif incluant le gène WFDC1, qui est situé en région proximal du chromosome 18 qui joue un rôle prépondérant dans le développement de l'œil (Abbasi et al., 2009). La race Japonaise est concernée par ce problème de dysplasie rétinienne avec un détachement total (Uchida et al., 2006 ; Ushigusa et al., 2000). Cette dysplasie et cette atrophie peuvent aussi apparaître lors d'infection maternelle virale, c'est le cas de la maladie des muqueuses bovine, du virus Akabane (accompagné d'arthrogrypose et d'hydrocéphalie) chez les bovins et de la Blue tongue chez les moutons (Gelatt, 2008 ; Maggs et al., 2015).

La variabilité des lésions rétinienne observées chez les veaux atteints de BVD est probablement due au stade de la différenciation de la rétine fœtale au moment où la mère se contamine par le virus (Bistner et al., 1970).

Lors de Blue Tongue, le virus peut être à l'origine soit d'une chorioretinite, soit d'une rétinopathie nécrosante, soit d'une dysplasie rétinienne accompagnées de malformations du système nerveux central. Les symptômes sont presque exclusivement retrouvés lors de la première moitié de gestation (Gelatt, 2008 ; Williams, 2010).

En outre, une étude (Leipold et al., 1974) a décrit chez un veau nouveau-né Shorthorn atteint d'hydrocéphalie, d'une microphthalmie bilatérale associée à une dysplasie de la rétine ainsi qu'à une cataracte, une liquéfaction du corps vitré et l'atrophie du nerf optique. Même si la pathogenèse de l'hydrocéphalie chez les bovins n'est pas toujours bien comprise, le côté héréditaire avec la défaillance de multiples organes en particulier le système nerveux central est mis en avant. Une dysplasie rétinienne associée à une hydrocéphalie a aussi été rapportée chez des agneaux infectés par le virus atténué de la Blue Tongue (virus vivant non pathogénique utilisé dans les vaccins chez le mouton adulte) (Gelatt, 2008).

Deuxièmement, il existe les rétinopathies acquises. Elles peuvent être liées à une carence nutritionnelle telle que l'hypovitaminose A chez les bovins ou à une ingestion de plantes toxiques. Elles peuvent aussi provenir d'une maladie de stockage lysosomale comme

par exemple la lipofuscine céroïde des ovins ou bien la mannosidose des bovins de race Angus ou Salers ou bien suite à une infection.

En effet, chez les bovins, et en particulier chez les jeunes veaux, les signes cliniques d'hypovitaminose A sont une pâleur du tapis, un œdème papillaire (provoqué par une malabsorption du liquide céphalo-rachidien), des vaisseaux rétinien tortueux, un décollement rétinien ainsi que des hémorragies sous-réiniennes (Gelatt, 2008 ; Milleman et al., 2007).

Ensuite, comme évoqué précédemment, on retrouve la maladie de stockage. C'est une maladie génétique provoquée par une déficience enzymatique qui engendre l'accumulation du substrat dans de nombreuses cellules y compris dans celles de la rétine d'où la cécité observée et d'autres signes neuro-ophtalmologiques (Gelatt, 2008 ; Maggs et al., 2015 ; Cathelin, 2019).

En outre, l'ingestion de certaines plantes a été décrite comme facteur de cécité. C'est le cas de la fougère aigle (*Pteris aquilina*) qui engendre chez les bovins et ovins, une diminution des réflexes photomoteurs, une dilatation pupillaire, une pâleur de la papille et un rétrécissement des vaisseaux réiniens par destruction des couches réiniennes externes. Ces lésions s'observent chez les ovins vers l'âge de 3-4 ans au pâturage, le temps que les effets cumulés de toxicité se mettent en place (Dun, 2009).

Des lésions réiniennes peuvent également être observées lors de méningo-encéphalite thromboembolique à *H. somni*. Ces lésions bilatérales ne sont pas nécessairement symétriques dans leur distribution. Elles comprennent des décollements de rétine multifocaux, des hémorragies réiniennes focales superficielles associées à de la thrombose et des zones focales de nécrose contenant des agrégations de neutrophiles qui entraînent une cécité uni- ou bilatérale à terme avec un nystagmus, si l'animal n'est pas encore mort (Maggs et al., 2015 ; Cathelin, 2019).

Par ailleurs, lors d'infection par le virus de la fièvre catarrhale maligne, les bovins subissent aussi des lésions de la rétine. Ces lésions restent essentiellement limitées aux vaisseaux (en particulier les veinules), et dans ce cas, le nerf optique n'est pas touché (Whiteley et al., 1985).

Lors de septicémie néonatale, des lésions de chorioretinite multifocales, exsudatives et périvasculaires (lésions en « tâches de coton ») sont présentes ainsi que des hémorragies multifocales et des décollements de rétine focaux (Cathelin, 2019).

Une chorioretinite peut également se déclarer lors de tuberculose à *M. bovis* chez les bovins et les caprins (les ovins semblent assez résistants), de septicémie chez les veaux, de trypanosomiase (en parallèle d'une névrite optique) chez bovins, ovins, caprins, de toxoplasmose chez les ovins et les caprins (même si majoritairement les avortements dominent, des signes oculaires peuvent apparaître dans de rares cas) et enfin d'élaophorose (Maggs et al., 2015).

Enfin, lors de la tremblante du mouton, qui touche essentiellement des animaux âgés de 1 à 5 ans, une cécité provoquée par des décollements multifocaux circulaires de la rétine, peut accompagner les troubles nerveux et le prurit, cela oriente nettement le diagnostic (Maggs et al., 2015).



Photo 29 (pathologie des ruminants ENVT) : Uvéite postérieure avec décollement de la rétine chez une Blonde d'Aquitaine de 3 ans

7.2. Les affections du nerf optique

La cause majeure d'affection du nerf optique est l'œdème de la papille, œdème inflammatoire ou non du disque optique, signe généralement d'une augmentation de la pression intracrânienne. Diverses causes telles que l'hydrocéphalie acquise ou congénitale, des lésions cérébrales, une méningite, une nécrose du cortex cérébral (polioencéphalomalacie) ou encore une cœnurose peuvent être retenues. L'œdème est majoritairement bilatéral, le disque optique paraît épaissi et gonflé, les veinules rétiniennes dilatées et si le problème persiste, la rétine et le nerf optique s'atrophient (Gelatt, 2008 ; Maggs et al., 2015).

En plus d'une atrophie rétinienne, le virus du BVD entraîne chez les fœtus une gliose du nerf optique et une névrite optique (Williams, 2010).

Une sténose du canal optique peut être observée lors d'hypovitaminose A par un épaississement anormal des os en croissance y compris ceux du crâne et en parallèle une ischémie du nerf optique est présente (Maggs et al., 2015).

Chez des veaux croisés limousin âgés d'un mois, une démyélinisation primaire a été décrite (Palmer et al., 1991). Ces veaux présentaient des signes de cécité, nystagmus, d'opisthotonos et d'hyperprotraction des membres antérieurs. L'histopathologie a mis en évidence la présence de nécrose du chiasma optique, de vacuoles diffuses de la substance blanche et de plaques focales de démyélinisation.

Ensuite, il existe des cas de neuropathie rétrobulbaire causée par l'ingestion de la fougère mâle (*Dryopteris felix mas*), qui se manifeste par une perte de la vision associée à des hémorragies et à un œdème du disque optique. Ils sont suivis d'une atrophie du nerf optique et d'une dégénérescence rétinienne (Chiou et al., 1999). La consommation d'*Helichrysum argyrosphaerum* provoque des lésions similaires bilatérales chez les petits ruminants. Trois origines sont alors possibles pour expliquer la neuropathie rencontrée : une toxicité directe sur les axones, une compression du nerf optique inflammé dans le canal optique ou bien la conjonction des deux phénomènes (Van der Lugt et al., 1996).

Enfin, une étude (Sandmeyer et al., 2015) a décrit une cécité attribuable à la dégénérescence du nerf optique causée par l'ingestion de maïs contaminée par une mycotoxine

(la fumonisine). Les effets toxiques de la fumonisine sont espèces – dépendant. Cette neuropathie a été rapportée dans un cheptel de bovins de boucherie en Alberta, la cécité proviendrait d'un œdème aigu de la myéline provoquant une compression du nerf optique dans le canal optique engendrant progressivement la dégénérescence de l'axone. Cet œdème de la papille est aussi responsable d'un décollement de la rétine.

7.3. Les apports de l'échographie dans le diagnostic

Lorsque l'on suspecte une rétinopathie, l'échographie oculaire sera en mesure de nous donner un diagnostic de certitude en particulier lors de décollement rétinien. Cette affection, pour des cas tels que des masses intraoculaires, une opacité du cristallin, des hypopions ou des synéchies, ne pourra être diagnostiqué par des examens de routine ophtalmologique mais nécessitera un examen échographique. En effet, lors de détachement complet, la rétine apparaîtra comme une membrane échogène dans le vitré anéchogène qui sera seulement attaché au niveau de la papille de l'œil lui donnant un aspect de V caractéristique. Et lors de détachement partiel, seule une des deux parties de la rétine, apparaissant comme une ligne convexe échogène, flotte dans le vitré, l'autre partie étant rattachée à la choroïde. Il faut bien distinguer un détachement rétinien de membranes fibrineuses vitréennes : cela passe par des échos plus intenses et moins mobiles lors de rétinopathie, ainsi qu'en suivant consciencieusement les lignes échogènes jusqu'au nerf optique (Ali et al., 2014).

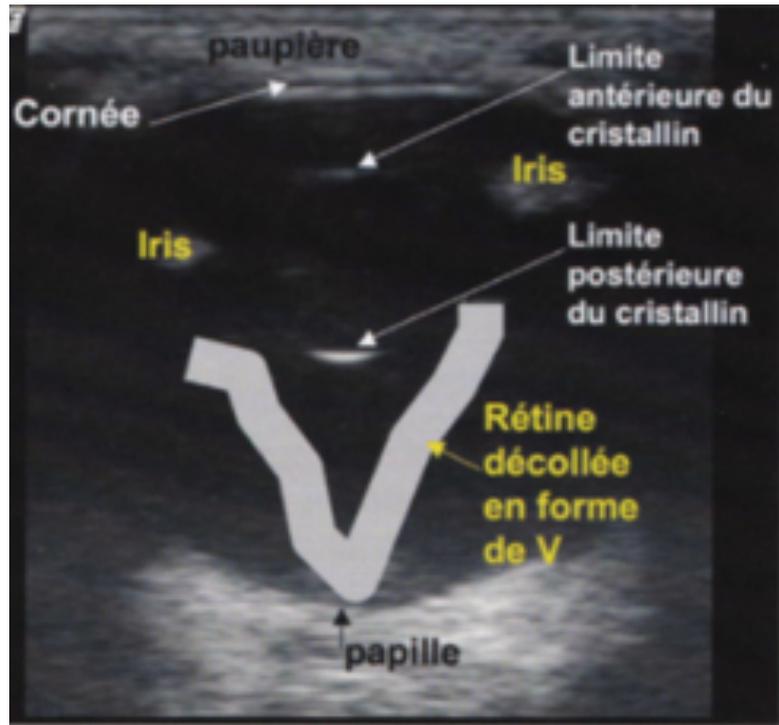


Figure 22 (Buczinsky et al., 2009) : Echographie d'une vache présentant un décollement rétinien complet

Lors d'hémorragies sous-réiniennes, l'échographie permettra de détecter des zones anéchogènes qui apparaîtront entre la rétine et la choroïde, toutes deux échogènes.

En revanche, pour visualiser une atrophie rétinienne ou une atrophie du nerf optique, les échographes utilisés en routine ne sont pas suffisants. Du coup, ces maladies seront diagnostiquées plutôt par un examen biomicroscopique du fond d'œil.

Il serait par ailleurs possible d'utiliser le mode doppler couleur pour détecter une éventuelle ischémie du nerf optique mais rien à l'heure actuelle n'a été prouvé à ce sujet.

V- Les intérêts et les limites de l'échographie dans le diagnostic et la prise en charge thérapeutique ou chirurgicale des maladies oculaires chez les ruminants.

Dans ce chapitre, nous allons tenter de résumer ce qui a été dit précédemment et de montrer l'intérêt que peut avoir l'échographie oculaire dans l'établissement d'un diagnostic pour les affections du globe oculaire et de sa périphérie chez les ruminants et de dresser une liste non exhaustive des difficultés que peut rencontrer le vétérinaire dans la mise en œuvre de cette technique.

1. Des difficultés induites par l'espèce à examiner

Le fait que le vétérinaire praticien n'ose pas encore utiliser l'échographie en médecine des ruminants est dû principalement aux difficultés réelles à la mise en place de cette technique en élevage et à l'aspect financier. En effet, pour beaucoup d'éleveurs, le temps passé à la réalisation de cette investigation constitue une perte financière car dans la grande majorité des cas il ne changera pas le pronostic de l'animal seulement le diagnostic.

Par ailleurs, la réalisation pratique de l'examen est plus difficile compte tenu de la coopération éventuelle de l'animal et de sa taille, même si cela s'avère plus facile chez les ovins et les caprins que chez les bovins. Dans tous les cas, il est impératif de pouvoir bénéficier d'une bonne contention de l'animal par l'éleveur.

2. Des difficultés liées aux performances de l'appareil ainsi qu'à la technicité du manipulateur

Comme nous l'avons déjà signalé, cet examen requiert des sondes d'au moins 7 MHz de fréquence pour avoir des images de bonne qualité, avec une bonne résolution et une profondeur inférieure à 10 cm. Le problème étant que peu de praticiens auront sur le terrain des échographes avec de telles sondes compte tenu de l'investissement que cela représente par rapports aux bénéfices reçus.

De plus, le praticien vétérinaire qui réalise l'échographie doit avoir une certaine expérience. Il doit avoir vu et fait beaucoup de clichés pour pouvoir interpréter les images fournies par l'échographe mais aussi pour être certain de ne pas passer à côté d'un élément

majeur donc en respectant une certaine logique dans la visualisation des éléments constitutifs de l'œil. Par ailleurs, lors des mesures biométriques du globe, les valeurs sont dépendantes de celui qui les mesure et plus la personne sera expérimentée plus ces valeurs seront exactes.

Par ailleurs, le positionnement de la sonde lors de l'examen échographique varie à chaque examen ce qui complexifie l'interprétation de l'image par un intervenant autre que celui qui l'a réalisé.

Si l'on parvient à surmonter ces difficultés, l'échographie oculaire peut être une aide précieuse pour établir un diagnostic d'un certain nombre d'affections.

3. L'échographie : une technique d'imagerie de choix pour le diagnostic de certaines pathologies oculaires

Comme nous avons pu le voir dans la partie IV, l'échographie oculaire présente un intérêt majeur et reste une technique de choix pour le diagnostic et la prise en charge de certaines pathologies oculaires chez les ruminants.

Le tableau ci-dessous reprend une liste non exhaustive des maladies oculaires chez les ruminants et explicite celles où l'examen échographique présente un intérêt majeur. Il permet aussi de référencer les examens complémentaires (biomicroscopie, coloration à la fluorescéine, tonométrie, fond d'œil) pouvant être pratiqués en routine pour confirmer le diagnostic.

Structures de l'œil	Anomalies	Intérêt de l'échographie	Examens complémentaires
Globe / orbite	Anophtalmie / Microphthalmie	Oui	
	Exophtalmie	Oui	
	Prolapsus épiscléral	Non	
Paupières	Entropion/Ectropion	Non	
	Carcinome épidermoïde	Oui	
	Blépharite	Non	
Conjonctives / cornée	Dermoïde oculaire	Oui	
	Porphyrie / Protoporphyrine	Non	
	Staphylome antérieur congénital	Oui	Biomicroscopie
	Conjonctivites parasitaires	Non	
	Kératoconjonctivite infectieuse	Oui	Coloration à la fluorescéine
	Corps étranger	Oui	
Uvée antérieure	Hétérochromie irienne	Non	
	Aniridie / hypoplasie irienne	Oui	Biomicroscopie
	Absence de chambre antérieure	Oui	
	Uvéite	Oui	
	Tumeurs de l'uvée antérieure	Oui	
Cristallin	Aphakie/Microphakie	Oui	
	Cataracte	Oui	
	Luxation du cristallin	Oui	
	Persistance du vitré primitif	Oui	
	Glaucome	Oui mais avec un appareil très performant	Tonométrie
Segment postérieur de l'œil	Albinisme	Non	Examen du fond d'œil
	Colobome	Non	
	Hémorragies sous-rétiniennes	Oui	
	Décollement rétinien	Oui	
	Dysplasie rétinienne	Oui mais avec un appareil très performant	
	Atrophie du nerf optique		

Tableau 4 : Synthèse des maladies oculaires chez les ruminants pouvant présenter ou non un intérêt échographique

4. L'intérêt pratique de l'examen échographique

L'examen échographique présente bien des intérêts comme nous venons de le voir pour le diagnostic de certaines pathologies oculaires mais aussi dans la prise en charge thérapeutique de certaines d'entre elles. Néanmoins, ces informations ne seront exploitables par le vétérinaire praticien que s'il arrive à mettre en place cet examen.

Lorsque le manipulateur a acquis suffisamment d'expérience pour interpréter une image échographique, l'exploration des maladies oculaires par échographie devient assez rapide. En effet, cet examen peut être réalisé sur le terrain grâce aux appareils mobiles existants et l'animal ne nécessite pas forcément de sédation préalable (dans la mesure de sa coopération). Il faut, toutefois, prendre le temps, de bien analyser chaque composant de l'œil, en débutant par les paupières, puis la cornée, la chambre antérieure, l'iris et les corps ciliaires, le cristallin, la chambre postérieure, la rétine-choroïde-sclère et en finissant par le nerf optique. De plus, aucune préparation à proprement dite de l'œil n'est à effectuer ce qui permet un gain de temps.

Par ailleurs, l'échographie est une technique non intrusive, et est pratiquement dans tous les cas indolore pour l'animal. De plus l'échographie ne détériore en aucun cas les structures composant l'œil. Il est vrai que par manque de coopération certains animaux reçoivent une anesthésie locale mais le reste de l'intervention reste indolore. Il faut, toutefois, prendre en compte le fait que cet examen peut se révéler douloureux dans le cadre d'un abcès cornéen et donc il est nécessaire d'adapter la technique la plus appropriée pour réduire le risque de douleur pour l'animal.

L'échographie présente donc un intérêt non négligeable dans le diagnostic et la prise en charge des maladies oculaires chez les ruminants. Même si elle reste encore peu utilisée dans la pratique vétérinaire quotidienne par souci de technicité du manipulateur, de performances du matériel échographique et de coût pour l'éleveur, elle reste un moyen de diagnostic non intrusif

et relativement rapide pour de nombres maladies oculaires. Elle peut accompagner d'autres examens ophtalmologiques et conforter ou infirmer ainsi le diagnostic et le pronostic de l'animal.

Conclusion

Bien que peu employée en raison des coûts d'investissement, des performances de l'appareil et de la technicité nécessairement maîtrisée par l'utilisateur pour l'obtention d'un diagnostic fiable, l'échographie oculaire a sa place parmi les examens complémentaires effectués par le praticien vétérinaire rural. Même si l'échographie est répandue pour assurer le suivi du troupeau en matière de reproduction, elle reste moins utilisée dans le diagnostic des maladies digestives, cardiaques, pulmonaires et/ou oculaires.

Avec la problématique actuelle du bien-être animal, l'échographie oculaire a un rôle à jouer pour le diagnostic et la prise en charge des maladies oculaires chez les ruminants. En effet, cette technique est non intrusive, indolore et relativement rapide à mettre en oeuvre pour l'examen de l'animal.

Dans ce travail, nous avons tenté de montrer l'intérêt que peut avoir l'examen échographique oculaire pour l'établissement d'un diagnostic et la prise en charge thérapeutique ou chirurgicale des maladies oculaires chez les ruminants. A la fin de ce travail, une liste non exhaustive des affections oculaires, pour lesquelles l'échographie présente un apport certain, est présentée.

Il est certain que la portabilité et la miniaturisation des dispositifs d'échographie permettront aux praticiens de les utiliser de façon plus courante dans les élevages.

Table des figures

<u>Figure 1</u> : Interactions des ultrasons avec les différents milieux.....	13
<u>Figure 2</u> : Flux laminaire rétrograde en échographie Doppler couleur.....	15
<u>Figure 3</u> : Flux turbulent en échographie Doppler couleur.....	15
<u>Figure 4</u> : Principe de l'artefact de réverbération.....	17
<u>Figure 5</u> : Principe de l'artefact d'image en miroir.....	18
<u>Figure 6</u> : Principe de l'artefact du cône d'ombre.....	19
<u>Figure 7</u> : Principe de l'artefact de renforcement postérieur.....	19
<u>Figure 8</u> : Principe de l'artefact en queue de comètes.....	20
<u>Figure 9</u> : Les différents composants de l'œil.....	21
<u>Figure 10</u> : Evacuation de l'humeur aqueuse.....	23
<u>Figure 11</u> : Les différents composants périphériques du segment antérieur.....	24
<u>Figure 12</u> : Les éléments du corps ciliaire.....	25
<u>Figure 13</u> : Les différentes parties du cristallin adulte.....	27
<u>Figure 14</u> : Schéma obtenu par échographie des différents composants de l'œil.....	31
<u>Figure 15</u> : Echographie d'un veau présentant une microphthalmie bilatérale avec un cristallin résorbé.....	42
<u>Figure 16</u> : Echographie d'un abcès cornéen chez une vache.....	59
<u>Figure 17</u> : Echographie d'un abcès cornéen évoluant en abcès intraoculaire chez une vache.....	60
<u>Figure 18</u> : Echographie d'un hypopion avec un épaissement du corps ciliaire chez un caprin.....	67
<u>Figure 19</u> : Echographie d'une vache naine présentant une luxation bilatérale du cristallin avec une cataracte.....	72
<u>Figure 20</u> : Echographie d'un veau présentant une cataracte avec une microphakie et une dégénérescence vitréenne.....	73
<u>Figure 21</u> : Echographie d'un veau présentant une cataracte avec une persistance du vitré primitif.....	74
<u>Figure 22</u> : Echographie d'une vache présentant un décollement rétinien complet.....	81

Table des photographies

<u>Photo 1</u> : Les deux voies d'abord pour un examen échographique oculaire. A : technique transcornéenne. B : technique transpalpébrale.....	34
<u>Photo 2</u> : Sites d'injection pour l'administration d'anesthésique local pour le bloc auriculopalpébral (carré rouge) et le bloc frontal (carré bleu).....	36
<u>Photo 3</u> : Anophtalmie bilatérale chez un veau Prim'Holstein de 2 jours.....	38
<u>Photo 4</u> : Exophtalmie bilatérale chez un bouc Nubien de 6 ans due à un lymphome B multicentrique.....	40
<u>Photo 5</u> : Exophtalmie sévère due à un abcès rétro-bulbaire chez une brebis croisée Lacaune de 2 ans.....	41
<u>Photo 6</u> : Prolapsus épiscléral de la graisse orbitaire chez un taureau.....	41
<u>Photo 7</u> : Entropion marqué chez un veau limousin de 4 jours.....	43
<u>Photo 8</u> : Carcinome épidermoïde de la paupière inférieure et de la membrane nictitante chez une vache croisée Montbéliarde de 10 ans.....	45
<u>Photo 9</u> : Carcinome épidermoïde de la membrane nictitante chez un mouton Najdi.....	45
<u>Photo 10</u> : Carcinome épidermoïde palpébral d'extension sévère chez une Montbéliarde de 11 ans.....	46
<u>Photo 11</u> : Dermoïde cornéen chez une vache.....	48
<u>Photo 12</u> : Ulcération et nécrose des paupières chez un veau croisé Limousin atteint de protoporphyrurie congénitale.....	49
<u>Photo 13</u> : Staphylome antérieur congénital associé au syndrome de Peters chez une vache Holstein.....	49
<u>Photo 14</u> : Abcès cornéen marqué chez une vache croisée Blanc Bleu Belge de 11 ans accompagné d'un début de carcinome de la membrane nictitante.....	52
<u>Photo 15</u> : Kératoconjonctivite diffuse marquée chez une vache Prim'Holstein de 7 ans.....	52
<u>Photo 16</u> : Ulcère central accompagné d'un œdème cornéen et d'un hypopion chez une Jersiaise de 5 mois.....	53
<u>Photo 17</u> : Ulcère perforant accompagné d'uvéïte sévère et d'hémorragie de la chambre antérieure chez une Blonde d'Aquitaine de 5 ans.....	53
<u>Photo 18</u> : Kératite diffuse chez une brebis Lacaune de 5 ans atteinte de listériose.....	55
<u>Photo 19</u> : Œdème cornéen chez un veau atteint de la maladie Blue tongue.....	56
<u>Photo 20</u> : Ulcères cornéens bilatéraux accompagnés d'une chassie chez une Limousine d'un an provoquée par l'OvHV-2.....	57
<u>Photo 21</u> : Papillome squameux cornéen chez une Montbéliarde de 13 ans.....	58
<u>Photo 22</u> : Hétérochromie irienne chez un taureau Hereford atteint d'albinisme incomplet...	62
<u>Photo 23</u> : Hyphéma modéré sur une femelle Gasconne de 10 ans.....	63
<u>Photo 24</u> : Kératite associée à une uvéïte antérieure (avec un hypopion) chez une Limousine de 5 ans.....	64
<u>Photo 25</u> : Opacité cornéenne diffuse accompagnée d'une uvéïte chez un agneau atteint du virus de la fièvre de la Vallée du Rift.....	65
<u>Photo 26</u> : Les différents stades de la cataracte chez un agneau. A : l'œil normal d'un agneau sans cataracte. B : cataracte corticale. C : cataracte nucléaire. D : cataracte mature.....	69
<u>Photo 27</u> : Cataracte nucléaire bilatérale chez un veau limousin de 4 mois.....	70
<u>Photo 28</u> : Luxation bilatérale du cristallin avec une cataracte chez une vache naine de 5 ans.....	71
<u>Photo 29</u> : Uvéïte postérieure avec décollement de la rétine chez une Blonde d'Aquitaine de 3 ans.....	78

Table des tableaux

<u>Tableau 1</u> : Caractéristiques des sondes pour l'examen échographique des organes.....	17
<u>Tableau 2</u> : Valeurs biométriques du globe oculaire chez les ruminants.....	32
<u>Tableau 3</u> : Doses de xylazine et de détomidine engendrant une sédation avec un faible risque de décubitus chez les bovins selon leur état d'anxiété.....	35
<u>Tableau 4</u> : Synthèse des maladies oculaires chez les ruminants pouvant présenter ou non un intérêt échographique.....	84

Liste des abréviations

IV :	intraveineuse
IM :	intramusculaire
BVD :	diarrhée virale bovine
MD :	maladie des muqueuses
IBR :	rhinotrachéite bovine infectieuse
FCM :	fièvre catarrhale maligne
OvHV-2 :	herpes virus 2 ovin

Références bibliographiques

Abbasi AR, Khalaj M, Tsuji T, Tanahara M, Uchida K, Sugimoto Y, Kunieda T. A mutation of the WFDC1 gene is responsible for multiple ocular defects in cattle. *Genomics*. 2009 ; 94: 55-62

Adalsteinsson S. Albinism in Icelandic sheep. *The Journal of Heredity*. 1977 ; 68 : 347-349

Ahmed AF, Hassanein KMA. Ovine and Caprine cutaneous and ocular neoplasms. *Small Ruminant Research*. 2012 ; 106 : 189-200

Ajithdoss DK, Porter BF, Calise DV, Libal MC, Edwards JF. Septicemia in a Neonatal Calf Associated with *Chromobacterium violaceum*. *Veterinary Pathology*. 2009 ; 46 : 71-74

Alam MM, Rahman MM. A three years retrospective study on the nature and cause of ocular dermoids in cross-bred calves. *Open Veterinary Journal*. 2012 ; 2 : 10-14

Alexander D. Infectious Bovine Keratoconjunctivitis : A Review of Cases in Clinical Practice. *Veterinary Clinical Food Animals* 26. 2010 ; 487-503

Ali A, Tharwat M, Al-Sobayil F. Farm animal ultrasonography, Qassim University. 2014 ; 225-237

Angelos JA. Infectious Bovine Keratoconjunctivitis (Pinkeye). *Veterinary Clinical Food Animals* 31. 2015 ; 61-79

Baker DG. Eyeworms of large animals. [<https://www.merckvetmanual.com/eye-and-ear/eyeworm-disease/eyeworms-of-large-animals>]. *Merck Veterinary Manual*. 2018 (consulté le 15/01/2019)

Barkyoumb SD, Leipold HW. Nature and Cause of Bilateral Ocular Dermoids in Hereford Cattle. *Veterinary Pathology*. 1984 ; 21 : 316-324

Berges O, Koskas P, Lafitte F, Piekarski JD. Sonography of the eye and orbit with a multipurpose ultrasound unit. *Journal de Radiologie*. 2006 ; 87 : 345-53

Bistner SI, Rubin LF, Saunders LZ. The Ocular Lesions of Bovine Viral Diarrhea – Mucosal disease. *Pathology Veterinary*. 1970 ; 7 : 275-286

Boubals P. Echographie du cristallin du chien : étude bibliographique. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse. 2008. 86 p

Braga M, Perlmann E, Goes A, Squaraoni R, Safatle A, Barros P, Bolzan A. Ultrasound diagnosis and monitoring canine scleritis. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2014 ; 51: 309-315

Braun U, Grest P, Jehle W, Kaps S, Spiess B. Intraocular hemorrhage in a goat with thrombocytopenia and metastasis of an adenocarcinoma in the iris. *Schweiz Arch Tierheilk*. 2008 ; 150 (7) : 359-362

- Buczinsky S, Descoteaux L. Echographie des bovins. *Le Point Vétérinaire*. 2009 ; 18-29, 185-187
- Bukar MM, Geidam YA, Aliyu MM. Corneal Dermoid and Microphthalmia of sheep and cattle in Borno state, Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7. 2008 ; 8 : 911-914
- Burger C. Chirurgie de l'œil et ses annexes chez les bovins. Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort. 2014. 99 p
- Canpolat I, Yaman I, Gunay C. A case of primary intraocular malignant iris melanoma in an Akkaraman sheep. *Revue Médecine Vétérinaire*. 2007 ; 158 (4) : 171-173
- Cassard H, Corbière F, Foucras G, Herman N, Herry V, Douet JY, Maillard R, Meyer G, Schelcher F. Technique modernes de contention chimique et d'anesthésie chez les ruminants. *Bulletin des GTV*. 2018 ; 92 : 15-23
- Cathelin A. Variations physiologiques du fond d'œil chez les bovins. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse. 2019. 100 p
- Chiou GCY. *Ophthalmic toxicology, 2nd edition*. New York : CRC Press, Taylor & Francis group. 1999 ; 72
- Crilly JP, Politis AP, Hamer K. Use of ultrasonographic examination in sheep veterinary practice. *Small Ruminant Research*. 2017 ; 152 : 166-173
- Dun K. Ocular conditions in sheep. *UK Vet*. 2009 ; 14 (3)
- El-Maghraby H, Nyland T, Bellhorn R. Ultrasonographic and biometric evaluation of sheep and cattle eyes. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 1995 ; 36 (2) : 148-151
- El- Tookhy O. Clinical and ultrasonographic findings of some ocular conditions in sheep and goats. *Open Veterinary Journal*. 2013 ; 3 : 11-16
- Evans K, Smith M, Mc Donough P, Wiedmann M. Eye infectious due to *Listeria monocytogenes* in three cows and one horse. *Journal Veterinary Diagnostic Investigation*. 2004 ; 16 : 464-469
- Fernandez-Aguilar X, Rossi L, Cabezon O, Giorgino A, Uopis IV, Frey J, Lopez-Olvera JR. Infectious keratoconjunctivitis and occurrence of *Mycoplasma conjunctivae* and *Chlamydiaceae* in small domestic ruminants from Central Karakoram, Pakistan. *Veterinary Record*. 2017 ; 181 : 237-244
- Galindo-Cardiel I, Busquets N, Velarde R, Abad FX, Solanes D, Rivas R, Valle R, Brun A, Domingo M. Lymphoplasmacytic Endotheliitis and Anterior Uveitis in Sheep infected Experimentally with Rift Valley Fever Virus. *Journal of Comparative Pathology*. 2012 ; 146 : 40-43
- Gayrard V, Florentin S, Julia J, Taveau J, Hagen-Picard N. L'échographie, un nouvel outil d'investigation. *Nouveau Praticien Vétérinaire*. 2016 ; 9 (34) : 9-37

Gelatt KN, Plummer CE. *Color Atlas of Veterinary Ophthalmology*, 2nd edition. Oxford : Wiley-Blackwell. 2017. 432 p

Gelatt KN. Ocular neoplasia in cattle. [<https://www.msdsvetmanual.com/eye-and-ear/neoplasia-of-the-eye-and-associated-structures/ocular-neoplasia-in-cattle>]. *MSD Veterinary Manual*, 11th edition. 2016 (consulté le 24/02/2019)

Gelatt KN. *Essentials of Veterinary Ophthalmology*, 2nd edition. Oxford : Wiley-Blackwell. 2008 ; p. 379-415

Gerometta R, Podos SM, Candia OA, Wu B, Malgor LA, Mittag T, Danias J. Steroid-Induced Ocular Hypertension in Normal Cattle. *The Archives of Ophthalmology*. 2004 ; 122 (10) : 1492-1497

Gerometta R, Podos SM, Danias J, Candia OA. Steroid-Induced Ocular Hypertension in Normal Sheep. *Investigative Ophthalmology & Visual Sciences*. 2009 ; 50 (2) : 669-673
Guard CL, Rebhun WC, Perdrizet JA. Cranial tumors in aged cattle causing Horner's syndrome and exophthalmos. *Cornell Veterinary*. 1984; 182: 812-813

Hallowell G, Potter T. Practical guide to ocular ultrasonography in horses and farm animals. *In Practice BMJ Journals*. 2010 ; 32 : 90-96

Heeney J.L, Valli V.E.O. Bovine Ocular Squamous Cell Carcinoma : An Epidemiological Perspective. *Canadian Veterinary Journal*. 1985; 49 : 21-26

Hof H. Listeria infections of the eye. *European Journal Ophthalmology*. 2017 ; 27 : 115-121

Holmes JHG, Humphrey JD, Walton EA, O'Shea JD. Cataracts, goiter and infertility in cattle grazed on an exclusive diet of *Leucaena leucocephala*. *Australian Veterinary Journal*. 1981 ; 57 : 257-261

Holzhauer M, Vos J. "Blue eyes" in newborn calves associated with bluetongue infection. *Veterinary Record*. 2009 ; 164 : 403-404

Jones ML, Beck AP, Dubielzig RR. Bilateral Buphtalmia in a 4-Month-Old Texas Longhorn Steer. *Veterinary Pathology*. 2012 ; 50 : 212-214

Krump L, O'Grady L, Lorenz I, Grimes T. Congenital cataracts in an Ayrshire herd : a herd case report. *Irish Veterinary Journal*. 2014 ; 67 (1) : 2-7

Jones ML, Beck AP, Dubielzieg RR. Bilateral Buphtalmia in a 4-Month-Old Texas Longhorn Steer. *Veterinary Pathology*. 2012 ; 50 (1) : 212-214

Lamb CR, Naylor JM. Arteriovenous fistula in the orbit of a calf. *Canadian Veterinary Journal*. 1985 ; 26: 105- 107

- Laus JL, Ortiz JPD, Vicenti FAM, Brito FCL, Wehrle LM, Castro Netto A, Lisboa CBS. Uveitis due to anaplasmosis in a newborn Holstein. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science*. 2006 ; 58 (6) : 1232-1235
- Laven RA, Lawrence KR. An outbreak of iritis and uveitis in dairy cattle at pasture associated with the supplementary feeding of baleage. *New Zealand Veterinary Journal*. 2006 ; 54 (3) : 151-152
- Leipold HW, Huston K, Gelatt KN. Complete albinism in a Guernsey Calf. *The Journal of Heredity*. 1968 ; 59 (3) : 218-220
- Leipold HW, Mills JH, Huston K. Retinal dysplasia and internal hydrocephalus in a Shorthorn Calf. *Canadian Veterinary Journal*. 1974 ; 15 (2) : 34-38
- MacAloon C, Doherty M, O'Neill H, Badminton M, Ryan E. Bovine congenital erythropoietic protoporphyria in a crossbred limousine heifer in Ireland. *Irish Veterinary Journal*. 2015 ; 68 : 15-19
- MacDonald DW, Christian RG, Chalmers GA. Infectious thromboembolic meningoencephalitis : literature review and occurrence in alberta. *Canadian Veterinary Journal*. 1973 ; 14 (3) : 57-61
- Maggs DJ, Miller P.E, Ofri R. *Ophthalmologie Vétérinaire Slatter*. Paris : Medcom. 2015. 506
- Malatestinic A. Bilateral exophthalmos in a Holstein cow with lymphosarcoma. *Canadian Veterinary Journal*. 2003 ; 44 : 664-666
- Milleman Y, Benoit-Valièrgue H, Bonnin JP, Fontaine JJ, Maillard R. Ocular and cardiac malformations associated with maternal hypovitaminosis A in cattle. *Veterinary Record*. 2007 ; 160 : 441-443
- Mrani Zentar A. Artefacts et images pièges en échographie. *Feuillets de Radiologie*. 2015 ; 55 (6) : 329-335
- Nautrup CP, Tobias R. *Guide pratique d'échographie canine et féline*. Paris : Medcom, 2005. 400 p
- Nicholas RAJ. Improvements in the diagnosis and control of diseases of small ruminants caused by mycoplasmas. *Small Ruminant Research*. 2002 ; 45 : 145-149
- Ojo SA, Huston K, Leipold HW, Gelatt KN. Ocular anomalies of incomplete albino Hereford cattle. *Bovine Practice*. 1982 ; 17 : 115-121
- Osinchuk S, Petrie L, Leis M, Schumann F, Bauer B, Sandmeyer L, Maddler K, Buchanan F, Grahn B. Congenital nuclear cataracts in a Holstein dairy herd. *Canadian Veterinary Journal*. 2017 ; 58 : 488-492

Ortin A, Ferrer LM, Loste A, Garcia de Jalon JA, Gomez P, Ramos JJ. Coexistence of pituitary adenocarcinoma and intraocular melanoma in a sheep. *Veterinary Record*. 2006 ; 159 : 718-719

Palmer AC, Jackson PGG, Blakemore WF. A primary demyelinating disorder of young cattle. *Neuropathology and applied neurobiology*. 1991 ; 17 : 457-467

Piteux-Longuet J. Conduite diagnostique à tenir face à une affection oculaire chez les bovins. Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort. 2010. 114 p

Poincelot L. Echographie de l'œil chez le cheval. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon. 2005. 141 p

Potter TJ, Hallowell GD, Bowen IM. Ultrasonographic anatomy of the bovine eye. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2008 ; 49 (2) : 172-175

Ribeiro A, Santos N, Silva V, Campos A, Teixeira I, Laus J. Ultrasonographic and ecobiometric findings in the eyes of adult goats. *Ciencia Rural, Santa Maria*. 2010 ; 40 (3) : 568-573

Ricer L. Malignant catarrhal fever in a Red Angus cow. *Canadian Veterinary Journal*. 2015 ; 56 : 83-85

Rogers DG, Cheville NF, Pugh GW. Pathogenesis of corneal lesions caused by *Moraxella bovis* in Gnotobiotic Calves. *Veterinary Pathology*. 1987 ; 24 : 287-295

Sandmeyer LS, Vujanovic V, Petrie L, Campbell JR, Bauer BS, Allen AK, Grahn BH. Optic neuropathy in a herd of beef cattle in Alberta associated with consumption of moldy corn. *Canadian Veterinary Journal*. 2015 ; 56 : 249-256

Sato R, Onda K, Murakami M, Ito D, Madarame H. Congenital anterior staphyloma associated with Peter's anomaly and aphakia in a Holstein calf. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2017 ; 79 (7) : 1151-1154

Schnee C, Heller M, Schubert E, Sachse K. Point prevalence of infectious with *Mycoplasma bovoculi* and *Moraxella spp.* in cattle at different stages of infectious bovine keratoconjunctivitis. *Veterinary Journal*. 2015 ; 203 : 92-96

Schuh JCL. Congenital Intraocular Melanoma in a Calf. *Journal of Comparative Pathology*. 1989 ; 101 : 113-116

Shin SS, Cho KO, Wee SH. Ocular infection of Cattle with *Setaria digitata*. *Journal of Veterinary Medical of Science*. 2002 ; 64 (1) : 7-10

Snowder GD, Van Vleck LD, Cundiff LV, Benett GL. Genetic and environmental factors associated with incidence of infectious bovine keratoconjunctivitis in preweaned beef calves. *Journal of Animal Science*. 2005 ; 83 : 507-518

Somma A, Moura C, Lange R, Medeiros R, Montiani-Ferreira. Congenital cataract associated with persistent hyperplastic primary vitreous and persistent tunica vasculosa lentis in a sambar

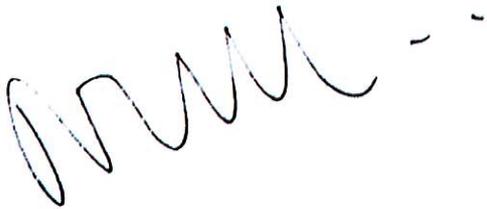
- deer (*Rusa unicolor*) – clinical, ultrasonographic, and histological findings. *Clinical case reports*. 2016 ; 4 (7) : 636-642
- Staric J, Krizanec F, Zadnik T. *Listeria monocytogenes* keratoconjunctivitis and uveitis in dairy cattle. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 2008 ; 52 : 351-355
- Townsend WM, Renninger M, Stiles J, Townsend JR, Krohne SG. Dexamethasone-induced exophthalmos in a group of Holstein calves. *Veterinary Ophthalmology*. 2003 ; 6 : 265-268.
- Uchida K, Kuneda T, Abbasi AR, Ogawa H, Murakami T, Tateyama S. Congenital Multiple Ocular Defects with Falciform Retinal Folds among Japanese Black Cattle. *Veterinary Pathology*. 2006 ; 43 : 1017 – 1021
- Ushigusa T, Uchida K, Murakami T, Yamaguchi R, Tateyama S. A Pathologic Study on Ocular Disorders in Calves in Southern Kyushu, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2000 ; 62 (2) : 147-152
- Valentine BA, Stieger-Vanegas S, Brown S.R, Tornquist S.J, Young K. Exophthalmos due to multicentric B-cell lymphoma in a goat. *Canadian Veterinary Journal*. 2011; 52 : 1350-1352
- Valli A, Bellone A, Protti R, Bolla N. Colour Doppler imaging to evaluate the action of a drug in ocular pathology. *Ophthalmologica*. 1995 ; 209 : 117-121
- Van der Lugt JJ, Olivier J, Jordan P. Status Spongiosis, Optic Neuropathy and Retinal Degeneration in *Helichrysum argyrosphaerum* Poisoning in Sheep and a Goat. *Veterinary Pathology*. 1996 ; 33 : 495-502
- Ward JL, Rebbun WC. Chronic frontal sinusitis in dairy cattle : 12 cases (1978-1989). *Journal of The American Veterinary Medical Association*. 1992 ; 201: 326-328.
- Whiteley HE, Young S, Liggitt HD, Demartini JC. Ocular Lesions of Bovine Malignant Catarrhal Fever. *Veterinary Pathology*. 1985 ; 22 : 219-225
- Williams DL. Congenital abnormalities in production animals. *Veterinary Clinics North America Food Animal Practice*. 2010 ; 26: 477–486.
- Wilson GRS, Morton JD, Palmer DN, McEwan JC, Gately K, Anderson RM, Dodds KG. The locus for an inherited cataract in sheep maps to ovine chromosome 6. *Molecular vision*. 2012 ; 18 : 1384-1394
- Yeruham I, Perl S, Liberboim M. Ocular dermoid in dairy cattle – 12 years survey. *Revue Médecine Vétérinaire*. 2002 ; 153 : 91-92
- Zemljic T, Pot SA, Haessigt M, Spiess BM. Clinical ocular findings in cows with malignant catarrhal fever : ocular disease progression and outcome in 25 cases (2007-2010). *Veterinary Ophthalmology*. 2012 ; 15 (1) : 46-52

AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussigné, Renaud MAILLARD, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de Anne PUECHBERTY intitulée « Apports de l'échographie pour le diagnostic et la prise en charge thérapeutique des maladies oculaires chez les ruminants » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 16/07/2019
Docteur Renaud MAILLARD
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Directeur par intérim de l'Ecole
Nationale Vétérinaire de Toulouse
Frédéric BOUSQUET



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Isabelle BERRY



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

Mme Anne PUECHBERTY
a été admis(e) sur concours en : 2014
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 18/07/2018
a validé son année d'approfondissement le : 16/07/2019
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation
La Vice-Présidente de la CPVU



Régine ANDRE-OBRECHT



Toulouse, 2019

NOM : PUECHBERTY

PRENOM : ANNE

TITRE : Apports de l'échographie oculaire pour le diagnostic et la prise en charge thérapeutique des maladies oculaires chez les ruminants

RESUME :

L'échographie est une technique d'imagerie médicale qui présente un intérêt pour de nombreuses affections oculaires chez les ruminants. L'animal doit subir une bonne contention et être examiné avec des sondes sectorielles ou linéaires de fréquence supérieure à 7 MHz de préférence dans le but de définir les contours, la taille et l'échogénicité des différents composants de l'œil.

Après avoir maîtrisé l'apparence échographique des structures oculaires chez un animal sain, le praticien vétérinaire rural pourra diagnostiquer les anomalies échographiques de ces structures chez un animal malade. Il pourra, dès lors, confirmer ou infirmer le diagnostic et le pronostic de l'animal et assurer une prise en charge thérapeutique si elle est possible. Néanmoins, le coût d'investissement et les performances de l'appareil et la maîtrise technique de l'opérateur rendent son usage trop peu fréquent.

MOTS – CLES : échographie – ruminants – œil – diagnostic - kératite – uvéite – cataracte – orbite – nerf optique

ENGLISH TITTLE : The contribution of ocular ultrasonography for the diagnosis and therapeutic decisions of eye ruminant diseases.

ABSTRACT :

Ultrasonography is a medical imaging technique that is relevant for many eye ruminant diseases. The animal must be restrained and examined with sectorial or linear transducers with a frequency higher than 7 MHz in order to define the outlines, the size and the echogenicity of different structures of the eye.

After taking control of ultrasound image of ocular structures of healthy animal, the rural veterinary practitioner could diagnose ultrasound anomalies of these structures of sick animals. He could, confirmed or denied the diagnosis and animal's prognosis and allow a therapeutic management if it's possible.

Nevertheless, the investment cost and performance of the equipment and operator's skill make this use too infrequent.

KEY WORDS : ultrasonography – ruminants - diagnosis – eye – keratitis – uveitis – cataract – orbit – optic nerve