



HAL
open science

Apports de l'échographie à la détection précoce et au suivi des lésions pulmonaires chez des génisses de renouvellement

Aude Leclerc

► **To cite this version:**

Aude Leclerc. Apports de l'échographie à la détection précoce et au suivi des lésions pulmonaires chez des génisses de renouvellement. Médecine vétérinaire et santé animale. 2024. dumas-04734891

HAL Id: dumas-04734891

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04734891v1>

Submitted on 14 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APPORTS DE L'ÉCHOGRAPHIE À LA DÉTECTION PRÉCOCE ET AU SUIVI DES LÉSIONS PULMONAIRES CHEZ DES GÉNISSES DE RENOUVELLEMENT

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

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

LECLERC Aude

Directeur de thèse : M. Renaud MAILLARD

JURY

PRESIDENT :

M. Laurent-Xavier NOUVEL

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Renaud MAILLARD

Mme Nicole HAGEN

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

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

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

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

INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
M. **DELPONT Mattias**, *Clinique Aviaire*
Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
Mme **LAYSSOL-LAMOUR Catherine**, *Imagerie Médicale*
Mme **POUJADE Agnès**, *Anatomie pathologique Vétérinaire*
Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
M. **RAMON PORTUGAL Felipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*
Mme **SAADA Chloé**, *Gestion intégrée de la santé des ruminants*

Remerciements

A Monsieur le Docteur Laurent-Xavier Nouvel,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie de la reproduction

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse.
Hommages et remerciements respectueux.

A Monsieur le Docteur Renaud Maillard,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie des ruminants

Pour avoir accepté d'encadrer ce travail de thèse, mais aussi pour la gentillesse, la sympathie et la bienveillance dont vous avez fait preuve au cours de cette préparation.
Reconnaissance et remerciements les plus sincères.

A Madame le Docteur Nicole Hagen,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie de la reproduction

Pour avoir accepté mon invitation à participer à ce jury de thèse.
Très sincères remerciements.

A Monsieur Miral Christophe,

Eleveur laitier sur la commune de Colombières dans l'Aveyron (12)

Pour avoir accepté la réalisation de cette étude au sein de votre élevage, pour votre disponibilité, votre patience et votre sympathie durant ces trois mois.
Reconnaissance et remerciements les plus sincères.

Aux vétérinaires et ASV du cabinet vétérinaire de Rignac,

Pour m'avoir accueilli en tutorat lors de cette dernière année d'étude, pour votre bienveillance, votre bonne humeur et votre pédagogie et pour m'avoir fait confiance en me prêtant votre échographe dans le cadre de mon travail de thèse.

Très sincères remerciements.

Table des matières

Remerciements	5
Liste des illustrations	10
Liste des tableaux.....	12
Liste des abréviations.....	13
Introduction.....	15
I. Principes de l'échographie	17
A. Les ondes ultrasonores.....	17
B. La genèse des échos.....	17
C. L'image échographique	19
1. Formation de l'image échographique	19
2. Les différents modes échographiques disponibles en médecine bovine	19
a) Amplitude (Mode A)	19
b) Brillance ou mode bidimensionnel (Mode B)	20
c) Mode temps mouvement (TM).....	20
d) Mode tridimensionnel.....	20
e) Mode Doppler couleur	20
f) Mode Doppler pulsé.....	21
3. Acquisition et obtention d'images de bonne qualité.....	21
a) La profondeur	21
b) La focalisation en fonction de la zone d'intérêt	22
c) Le gain différentiel	22
D. Choix de la sonde échographique	22
E. Choix de la fréquence	23
F. Les artefacts rencontrés	23
1. Cône d'ombre.....	23
2. Réverbération.....	25
3. Queue de comète.....	26
4. Renforcement postérieur	26
5. Lobe accessoire	27
6. Image en miroir	28
II. Application de l'échographie au thorax des bovins.....	28
A. Anatomie du thorax chez les bovins	28
B. Contention des animaux	30
C. Préparation de l'animal.....	31
D. Choix de la sonde et de la fréquence	32

E.	Les différentes images obtenues	34
1.	Aspect physiologique	34
2.	Anomalies visualisables	35
a)	Epanchement pleural	36
b)	Pleurésie.....	36
c)	Pneumonie et bronchopneumonie	37
d)	Abcès pulmonaire	41
e)	Atélectasie	41
f)	Autres lésions plus rares	42
III.	Diagnostic précoce et suivi des lésions pulmonaires à l'aide de l'échographie	44
A.	Matériel et méthodes	44
1.	Présentation de l'élevage	44
2.	Antécédents respiratoires dans cet élevage.....	45
3.	Population support de l'étude	47
4.	Déroulement de l'étude	47
a)	Contention des animaux	47
b)	Examens échographiques	47
c)	Critères échographiques recherchés	48
B.	Résultats.....	48
1.	Diagnostic précoce.....	48
2.	Suivi échographique.....	49
a)	Suivi des lésions pulmonaires.....	49
b)	Suivi du score échographique.....	52
3.	Distribution des lésions au sein des différents lobes pulmonaires.....	55
4.	Chez les vaches adultes	56
C.	Discussion	57
1.	Réalisation des échographies thoraciques	57
2.	Détection précoce et informations pronostiques	59
3.	Répartition des lésions de consolidation au sein du parenchyme pulmonaire	62
4.	Mesures de suivi	62
5.	Suivi du score échographique	63
6.	Suivi des lésions de consolidation.....	63
7.	Relation entre images échographiques et clinique de l'animal.....	65
8.	Logement des animaux	67
	Conclusion.....	69

Références bibliographiques	71
Annexes.....	78
Annexe 1 : Recueil des commémoratifs des génisses	78
Annexe 2 : Recueil des commémoratifs des vaches adultes	80
Annexe 3 : Echographe utilisé dans cette étude	81
Annexe 4 : Description et localisation des lésions pulmonaires	82
Annexe 5 : Score respiratoire de l'Université du Wisconsin-Madison	117

Liste des illustrations

Figure 1 : De l'onde ultrasonore à la formation d'une image échographique.....	18
Figure 2 : Cône d'ombre sous un amas de fibrine péritonéal	24
Figure 3 : Cône d'ombre (Art) ou ombres de bord (de part et d'autre d'un abcès mammaire A)	24
Figure 4 : Principe de l'artefact de réverbération et artefact de réverbération sous la paroi du trayon.....	25
Figure 5 : Artefact de réverbération lors de l'examen échographique du système respiratoire.....	25
Figure 6 : Echographie d'emphysème pulmonaire	26
Figure 7 : Renforcement postérieur (sous un abcès peu échogène).....	27
Figure 8 : Principe de l'artefact de lobe accessoire	27
Figure 9 : Image en miroir.....	28
Figure 10 : Poumon droit des bovins (vue latérale)	29
Figure 11 : Poumon gauche des bovins (vue latérale).....	29
Figure 12 : Schéma de la zone d'intérêt pour l'examen échographique des plèvres et du poumon gauche	31
Figure 13 : Schéma de la zone d'intérêt pour l'examen échographique des plèvres et du poumon droit	31
Figure 14 : Image échographique au niveau du bord ventral du 5 ^{ème} espace intercostal droit	33
Figure 15 : Image échographique de la limite ventro-crâniale droite du poumon	34
Figure 16 : Image échographique normale des plèvres.....	35
Figure 17 : Image échographique du thymus	35
Figure 18 : Epanchement pleural anéchogène et atélectasie pulmonaire secondaire	36
Figure 19 : Lésion de pleuropneumonie avec pleurésie fibrineuse et épanchement pleural modéré.....	37
Figure 20 : Image échographique compatible avec une pneumonie aiguë.....	37
Figure 21 : Image échographique de consolidation pulmonaire avec persistance d'air résiduel.....	38
Figure 22 : Image échographique d'un bronchogramme	38
Figure 23 : Image échographique d'un alvéologramme.....	39
Figure 24 : Score échographique pulmonaire.....	40

Figure 25 : Image échographique d'abcès pulmonaire	41
Figure 26 : Pneumothorax	43
Figure 27 : Options thérapeutiques en élevage en absence d'évolution ou face une rechute.....	46
Figure 28 : Evolution lésionnelle d'un cas de pleuropneumonie : 4 ^{ème} espace intercostal droit	50
Figure 29 : Foyer de consolidation inférieur à 1 cm de profondeur.....	51
Figure 30 : Foyer de consolidation de 1,5 cm de profondeur associé à une queue de comète.....	51
Figure 31 : Evolution lésionnelle chez la vache 0027 : 5 ^{ème} EIC droit.....	56
Figure 32 : Lésions de consolidation chez la vache 7485	57
Figure 33 : Echographe Draminsky® iScan2 et sonde semi-convexe rectale 5 MHz (3 à 7.5 MHz), 61.2 cm de rayon de courbure	81

Liste des tableaux

Tableau 1 : Repères anatomiques pour l'examen du poumon droit.....	33
Tableau 2 : Repères anatomiques pour l'examen du poumon gauche	33
Tableau 3 : Répartition et évolution des lésions de consolidation.....	52
Tableau 4 : Evolution du score échographique.....	54
Tableau 5 : Répartition des lésions de consolidation au sein des différents lobes pulmonaires.....	55

Liste des abréviations

cm : centimètre

EIC : espace intercostal

ENVT : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

g : gramme

GMQ : gain moyen quotidien

Hz : hertz

kg : kilogramme

m² : mètre carré

MHz : mégahertz

mm : millimètre

PH : Prim'Holstein

Se : sensibilité

Sp : spécificité

Introduction

L'échographie est une technique d'imagerie mise au point pendant la Première Guerre mondiale, ayant pour but de détecter les sous-marins ennemis. Ce n'est que dans les années 50 qu'elle a été utilisée à des fins médicales en médecine humaine, et plus particulièrement en gynécologie (Soler 2005).

En pratique vétérinaire rurale, son utilisation remonte aux années 70. Elle permettait le suivi de la fonction de reproduction. Son utilisation hors reproduction est plus récente et s'est développée grâce à un matériel portatif, se perfectionnant de plus en plus (King 2006). Il est donc apparu plus facile pour les vétérinaires de l'utiliser pour préciser leur diagnostic face à différentes affections chez les bovins, comme les affections respiratoires et notamment les atteintes pulmonaires.

Depuis les années 90, de plus en plus d'études ont été réalisées afin d'évaluer la précision de l'échographie pour identifier les lésions pulmonaires associées aux pneumonies (Lallemand, Coudray 2016). Les affections respiratoires sont souvent rencontrées en élevage bovin, du fait du mode de vie des animaux (en groupe, rassemblement d'animaux provenant d'élevages différents, ...) et de la conformation anatomique de leurs voies respiratoires. En effet, les bovins ont des voies extra-thoraciques étroites (trachée, bronches) et des poumons de petite taille et mal vascularisés par rapport à leur masse corporelle, ce qui contribue à un volume respiratoire réduit par rapport à d'autres mammifères de poids équivalent (le cheval par exemple). De plus, la compliance pulmonaire est faible du fait de la compartimentation lobulaire et alvéolaire importante. Il en résulte un volume courant plus important et une activité respiratoire basale plus élevée, soit de plus faibles capacités d'échanges gazeux en comparaison à des animaux de même gabarit. Lors d'effort physique, d'activité métabolique active ou d'exposition à des altitudes plus élevées, il y a une augmentation de cette activité ventilatoire qui prédispose à de plus faibles niveaux d'oxygène alvéolaire. Cette hypoxie peut réduire les fonctions mucociliaires et l'activité des macrophages alvéolaires. L'air inspiré devient progressivement plus contaminé par de potentiels agents infectieux (Flöck 2004; Remot et al. 2023).

Il faut également noter que les affections respiratoires font partie, avec les diarrhées, des pathologies les plus fréquentes chez les veaux laitiers et elles sont aussi la principale préoccupation lors du regroupement des jeunes bovins au moment de l'engraissement (Rademacher et al. 2014). Ces affections peuvent être à l'origine de

lésions irréversibles sur les poumons, entraînant une moins bonne valorisation des animaux sur le long terme et donc des pertes économiques caractérisées par une mortalité dans le pré-troupeau, une diminution du gain moyen quotidien (GMQ), des troubles de la fertilité, une diminution de la production laitière lors de la première lactation ou encore une réforme anticipée (Cuevas-Gómez et al. 2021; Abdallah et al. 2019; Masset et al. 2022; Buczinski et al. 2017). Il apparaît donc important de détecter ces lésions ou les animaux malades le plus tôt possible afin d'apporter un traitement le plus précoce possible. L'échographie apparaît alors comme un outil simple d'utilisation afin de détecter précocement ces lésions (Hussein, Binici, Staufenbiel 2018; Fiore et al. 2022). De plus, les images recueillies permettent d'appuyer les choix thérapeutiques auprès des éleveurs. En effet, la visualisation de l'extension ou de la gravité des lésions pulmonaires permet à l'éleveur de se rendre compte de l'intérêt de mettre en place ou de poursuivre un traitement ou de la nécessité de réformer un animal (Lallemand, Coudray 2016).

Il faut cependant prendre en compte certaines difficultés lors de l'échographie du thorax des bovins. La première provient de l'incapacité des ultrasons à pénétrer l'air. Les poumons en étant remplis, uniquement des lésions proches de la plèvre seront visualisables (Rabeling et al. 1998). La seconde est la profondeur du thorax qui est importante surtout chez les adultes, limitant l'exploration de l'ensemble des poumons. La troisième consiste en la protection des poumons par les côtes, entraînant la formation de nombreux artefacts échographiques pouvant altérer l'interprétation des images.

A travers ce travail de fin d'étude, le principe de fonctionnement de l'échographie ainsi que les principaux artefacts seront tout d'abord rappelés. Dans un second temps, la technique échographique appliquée au compartiment pulmonaire des bovins sera présentée. Enfin, l'intérêt de l'examen échographique dans la détection précoce et le suivi des lésions pulmonaires sera étudié chez des génisses de renouvellement d'un élevage laitier aveyronnais.

I. Principes de l'échographie

A. Les ondes ultrasonores

L'échographie est une technique d'imagerie médicale fondée sur la production, la propagation, la réflexion, la réfraction et la pénétration des ondes ultrasonores, c'est-à-dire d'ondes sonores de plus de 20 000 Hz. En médecine vétérinaire, les fréquences les plus souvent utilisées varient de 2 MHz à 12 MHz.

Les ultrasons sont produits au niveau de la sonde échographique. Celle-ci est composée de cristaux piézo-électriques qui se déforment sous l'effet d'un courant électrique alternatif. L'expansion des cristaux entraîne une compression des particules tissulaires voisines et la contraction des cristaux entraîne une décompression de ces particules. Ce cycle de compression – décompression se propage de proche en proche sous la forme d'une onde de type sinusoïdal. L'onde ultrasonore correspond donc à une onde de pression qui se propage de proche en proche dans les tissus par le cycle de déformation des cristaux en réponse à l'application d'un courant électrique alternatif (Buczinski, Descoteaux 2009; Buczinski 2008; Gayraud et al. 2016).

B. La genèse des échos

Au cours de sa propagation, l'onde ultrasonore entre en contact avec différentes interfaces acoustiques (ou tissulaires), définies comme les surfaces de séparation entre deux milieux d'impédances acoustiques différentes, et subit de nombreux phénomènes qui selon leur importance et leur combinaison définiront l'image finale restituée (Figure 1).

Lorsque l'onde ultrasonore rencontre une interface acoustique, une partie de son énergie est réfléchi et revient vers les cristaux de la sonde sous la forme d'un écho. Les cristaux déformés par l'écho ont la propriété de générer un courant électrique qui est enregistré. Les cristaux sont donc à la fois émetteurs et récepteurs. Le délai écoulé entre l'émission de l'onde ultrasonore et la réception de son écho permet de déduire la distance entre les cristaux de la sonde et l'interface acoustique. La partie de l'énergie de l'onde incidente non réfléchi est réfractée. La proportion d'ultrasons réfléchis et réfractés dépend de la différence d'impédance acoustique entre les deux milieux rencontrés. En effet, si la différence d'impédance acoustique est très importante, l'onde est quasiment en totalité réfléchi et il n'est pas possible d'explorer les tissus sous-jacents. C'est à ce titre que l'air et l'os, dont la différence d'impédance

acoustique avec les tissus est importante, constituent des milieux hostiles à la propagation des ultrasons.

Pour que l'onde ultrasonore retourne au niveau de la sonde, le faisceau incident doit être perpendiculaire à l'interface acoustique. C'est la personne manipulant la sonde qui va chercher à obtenir l'image optimale de l'interface en modifiant l'orientation de la sonde.

L'onde ultrasonore peut également subir un phénomène de diffusion lorsque l'interface rencontré est de dimension petite par rapport à la largeur du faisceau d'ultrasons. La diffusion correspond à la réflexion d'une fraction minime de l'énergie de l'onde ultrasonore dans de multiples directions. C'est ce phénomène qui est à l'origine de l'image échographique des parenchymes et il est amplifié quand la fréquence des ultrasons augmente.

Une petite fraction de l'énergie de l'onde ultrasonore incidente est absorbée par le milieu. Cela correspond à la transformation de l'énergie en chaleur lors de la propagation de l'onde dans un milieu. C'est un phénomène minime avec les ultrasons.

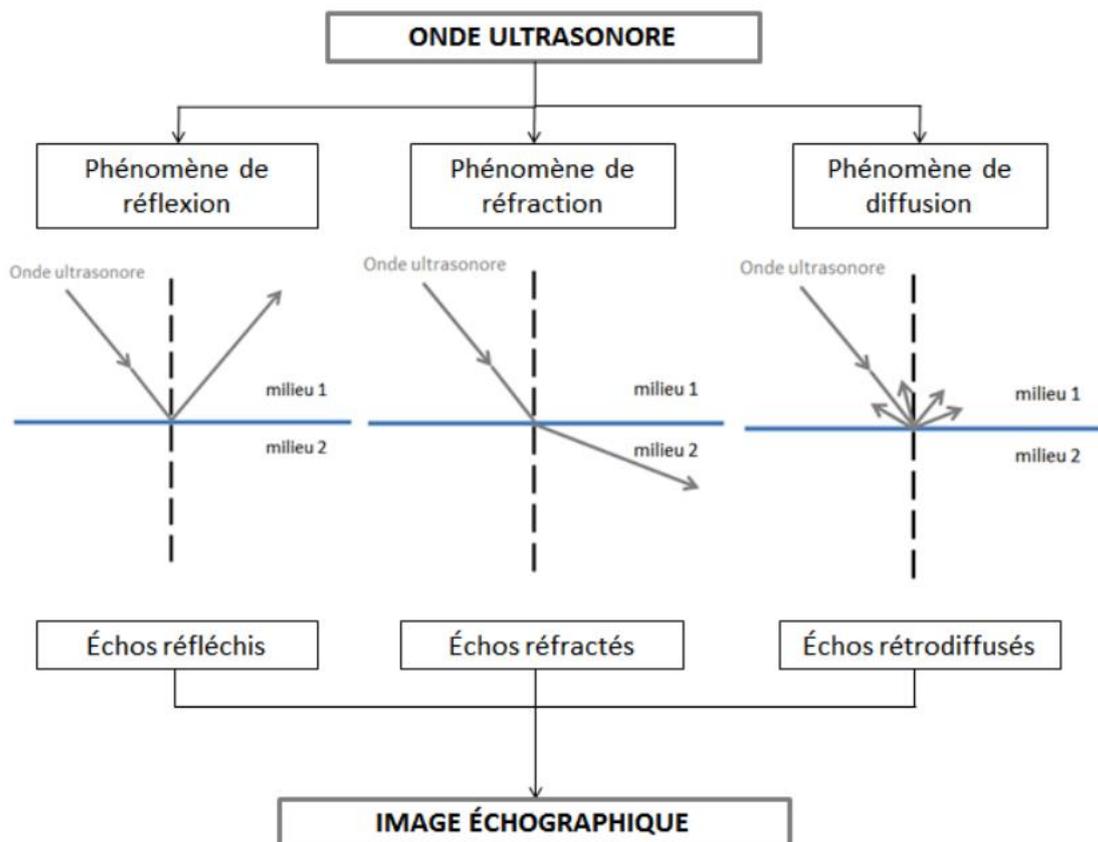


Figure 1 : De l'onde ultrasonore à la formation d'une image échographique. D'après Icher, 2016.

Finalement, au fur et à mesure de sa propagation dans les tissus, l'intensité de l'onde ultrasonore diminue, ce qui va limiter la profondeur des tissus explorés. C'est le phénomène d'atténuation, qui est d'autant plus marqué lorsque la sonde possède une

fréquence élevée. L'atténuation résulte du fait que l'énergie du faisceau incident est prélevée pour être réémise dans des directions différentes (réflexion, réfraction, diffusion) ou absorbée par les tissus (absorption) (Buczinski, Descoteaux 2009; Buczinski 2008; Gayrard et al. 2016; Maillard, Belbis, Mogenicato 2022).

C. L'image échographique

1. Formation de l'image échographique

Les ultrasons produits grâce aux cristaux piézo-électriques se propagent aux tissus de proche en proche, sont réfléchis, réfractés, diffusés, au niveau des différents interfaces rencontrés. Les échos générés sont ensuite captés au niveau de cette même sonde. L'énergie reçue est convertie en énergie électrique par l'effet piézo-électrique avec une intensité proportionnelle à la distance parcourue et est à l'origine d'une image échographique en différentes nuances de gris.

Tous les tissus mous sont identifiés par des nuances de gris appelées types d'échogénicité. Une multitude d'échogénicité est possible en fonction des caractéristiques des tissus traversés. Comme il est difficile de décrire les différentes variations de gris, les échogénicités sont comparées entre elles (par exemple, un tissu A est plus ou moins échogène qu'un tissu B). Si aucun rayon n'est réfléchi (par exemple lorsque les ultrasons rencontrent des liquides), aucune information ne sera transmise au récepteur et donc l'image apparaîtra anéchogène, c'est-à-dire noire. Lorsque la différence d'impédance entre deux milieux est trop importante (lors de la rencontre d'air ou d'os par exemple), la réflexion du faisceau d'ultrasons est totale. L'image obtenue de l'interface sera donc hyperéchogène, c'est-à-dire très brillante. Les ultrasons ne pouvant pas diffuser plus profondément, une image sombre ou cône d'ombre sera visible en profondeur (Buczinski, Descoteaux 2009; Buczinski 2008; Icher 2016; Streeter, Step 2007).

2. Les différents modes échographiques disponibles en médecine bovine (Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007; Maillard, Belbis, Mogenicato 2022)

Il existe de nombreux modes échographiques, le mode bidimensionnel étant le plus important en conditions pratiques.

a) Amplitude (Mode A)

Le premier mode correspond à l'amplitude des zones sur l'écran matérialisant une interface acoustique. Il représente l'intensité de l'onde réfléchie au niveau des

interfaces et permet de déterminer la profondeur à laquelle elles sont situées. C'est le premier mode utilisé historiquement, en médecine humaine comme vétérinaire. Il permet l'analyse de l'amplitude de l'écho et la distance parcourue et représente donc une image unidimensionnelle.

b) Brillance ou mode bidimensionnel (Mode B)

Le mode B est le mode le plus fréquemment utilisé et c'est avec lui que sont faites les principales observations échographiques en médecine bovine. Il permet l'obtention d'une image plane par balayage d'une zone d'intérêt par un faisceau d'ultrasons qui réfléchit sur des interfaces d'impédances acoustiques différentes. La nuance de gris varie selon l'intensité (plus elle est forte et plus l'image est hyperéchogène) et la position sur l'image varie selon le temps : la brillance permet donc d'obtenir la gamme de gris visible sur l'image échographique et de réaliser des images en tranche de la zone d'intérêt échographique. En déplaçant la sonde progressivement sur la zone retenue et en compilant l'information obtenue par les tranches d'images successives il est possible de reconstituer l'information dans l'espace. De plus, en variant l'orientation de la sonde, différentes coupes sont obtenues.

c) Mode temps mouvement (TM)

Le mode temps mouvement correspond au défilement sur l'écran du mode B à vitesse constante. Il est particulièrement intéressant pour l'examen cardiaque et vasculaire car il permet un suivi en fonction du temps de ces structures dont l'apparence change entre la systole et la diastole. Son principe consiste en l'observation d'une zone unidimensionnelle choisie au préalable au cours du temps. Ce mode permet d'évaluer les variations de taille des structures cardiovasculaires selon les alternances entre systole et diastole, d'effectuer des calculs de fraction de raccourcissement et d'autres mesures.

d) Mode tridimensionnel

Ce mode permet l'obtention d'images en trois dimensions par l'apposition successive des images réalisées par le mode bidimensionnel. Son intérêt en médecine bovine n'est pas encore certain en dehors de la recherche clinique.

e) Mode Doppler couleur

Le mode Doppler se base sur l'effet Doppler, fréquemment utilisé dans le domaine de l'échographie cardiovasculaire. L'effet Doppler se base sur le fait que les particules en mouvement frappées par un faisceau d'ultrasons vont modifier la fréquence et la longueur d'onde des ondes qu'elles réfléchissent. Cette modification

s'effectue en fonction du mouvement des particules, il est donc possible de distinguer les particules qui s'approchent de la sonde de celles qui s'en éloignent. Ce glissement de fréquence, appelé « Doppler shift », permet aussi de connaître la vitesse de déplacement des particules en mouvement grâce à une formule mathématique déjà rentrée dans l'échographe et qui convertit de cette façon tout signal Doppler en vitesse. Ces variations de vitesse sont transmises par des codes de couleur : le flux laminaire antérograde est généralement transmis par une couleur rouge plus ou moins foncée en fonction de la vitesse des particules, de même le flux laminaire rétrograde est coloré dans différentes gammes de bleu. Lorsque le flux est turbulent, l'aspect homogène de la couleur est perdu. Cet aspect dit en mosaïque de couleurs différentes est caractéristique de turbulences du flux sanguin. Le mode Doppler permet donc de différencier les vaisseaux sanguins de structures tubulaires non vasculaires, les artères des veines, et de localiser des zones de flux turbulent.

f) Mode Doppler pulsé

Le mode Doppler pulsé permet, après avoir sélectionné une fenêtre acoustique où les glissements Doppler seront réceptionnés et transcrits, d'obtenir une courbe représentant la vitesse du mouvement des particules au cours du temps. L'intérêt de ce mode en médecine bovine est assez limité mais il reste intéressant dans le cadre du suivi de la gestation par examen des artères utérines (Ginther 2014; Herzog et al. 2011), comme cela a aussi été étudié dans l'espèce canine (Giannico et al. 2015) et chez les petits ruminants (Elmetwally, Rohn, Meinecke-Tillmann 2016), dans le suivi des flux artériels vaginaux et utérins au cours du cycle œstral (Sharawy et al. 2022) ou encore pour l'évaluation des maladies cardiaques congénitales (Buczinski, Descoteaux 2009).

3. Acquisition et obtention d'images de bonne qualité (Buczinski, Descoteaux 2009)

L'élément principal permettant la formation des images échographiques est la sonde, en tant qu'émetteur et récepteur des ultrasons. Afin d'obtenir des images de bonne qualité, il est indispensable d'avoir une sonde de bonne qualité. De nombreux réglages sont ensuite disponibles afin de maximiser la qualité de l'image.

a) La profondeur

Le réglage de la profondeur est lié à la fréquence de la sonde utilisée. Il est parfois intéressant de régler ce paramètre lorsque la zone d'intérêt ne nécessite pas

la profondeur maximale pouvant être atteinte par la sonde. Cela permet notamment de grossir la zone d'intérêt à l'écran.

b) La focalisation en fonction de la zone d'intérêt

Le faisceau d'ultrasons diverge tout au long de sa progression dans les tissus du fait de la réfraction. Cette divergence limite la résolution latérale et peut entraîner une perte de netteté de l'image. Le système de focalisation permet de limiter la divergence due à la réfraction dans les tissus et donc d'améliorer la résolution latérale. Cette dernière est la meilleure dans la zone focale, sur une distance de quelques centimètres de part et d'autre du point focal (point où les ondes se rassemblent et se combinent). Par exemple, pour une fréquence de 5 MHz, la distance focale est de 35 mm de profondeur (Gayraud et al. 2016; Ginther 1995).

c) Le gain différentiel

Le réglage du gain permet d'obtenir une image homogène et évite ainsi le phénomène d'atténuation lié à l'absorption par les tissus d'une partie des ultrasons émis au fur et à mesure de leur propagation dans la zone d'intérêt. Ce réglage permet d'augmenter la sensibilité de la sonde à la réception des ultrasons venant des zones plus profondes pour limiter l'effet néfaste de la perte d'énergie du faisceau. Un gain trop fort donne trop de brillance à l'image et diminue les contrastes : c'est la saturation de l'image. En revanche, un gain trop faible rend l'image trop peu visible car sombre. Dans les deux cas, il est difficile d'interpréter les images.

D. Choix de la sonde échographique

Le choix de la sonde échographique se fait en fonction du type d'examen voulu (profondeur à explorer, résolution nécessaire, forme du tissu ou de l'organe) et du type de modifications lésionnelles suspectées selon la pathologie observée.

Les sondes linéaires donnent une image échographique de forme rectangulaire, permettant d'avoir une résolution latérale (capacité à distinguer deux points proches situés dans le plan perpendiculaire au sens de propagation des ultrasons, elle diminue lorsqu'on s'éloigne de la sonde) constante sur toute la profondeur des structures examinées et la surface de contact avec la zone à explorer est importante. Elles ont généralement une gamme de fréquence assez élevée et sont le plus souvent utilisées pour les suivis de reproduction. Il est aussi possible de s'en servir pour les échographies intercostales mais également pour celles du trayon ou du nombril.

Les sondes sectorielles, ou convexes, permettent d'obtenir une image échographique en forme de « part de camembert » mais ne permettent pas d'avoir une

résolution latérale constante en fonction de la profondeur. Ici, l'aire de contact avec la zone à examiner est petite. Leur gamme de fréquence peut être assez étendue. Ce sont des sondes maniables et utilisées pour le diagnostic de gestation trans-abdominal des petits ruminants et pour l'échographie abdominale des bovins.

Les sondes « en crayon » permettent d'explorer les espaces plus restreints comme les espaces intercostaux. Leur principale utilisation est l'échocardiographie (Buczinski, Descoteaux 2009; Maillard, Belbis, Mogicato 2022).

E. Choix de la fréquence

Chaque sonde échographique est caractérisée par sa fréquence (en MHz), qui conditionne la résolution ainsi que le degré de pénétration des ultrasons. Les plus utilisées sur le terrain sont des sondes de 3,5, 5 et 7,5 MHz. Les sondes haute fréquence (5 à 7,5 MHz), vont permettre de visualiser des structures peu profondes (jusqu'à 10 cm) avec une résolution élevée, et les sondes basses fréquences (3,5 à 5 MHz), des structures plus profondes (environ 20 cm) mais avec une résolution d'image moins élevée.

Ainsi, un bon compromis qui permet de réaliser la quasi-totalité des examens échographiques d'intérêt chez le bovin, consiste en une sonde linéaire de haute fréquence (> 5 MHz) pour l'examen transrectal (appareil reproducteur, rein gauche), l'examen de l'espace pleural, des structures superficielles des membres (os, articulations, tendons), du trayon et des vestiges ombilicaux du jeune veau. Une seconde sonde sectorielle basse fréquence (< 5 MHz) permet l'examen des structures situées plus en profondeur (foie, rein droit, réseau, caillette, intestins, cavité abdominale) (Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007).

F. Les artefacts rencontrés

Une réflexion inadaptée du faisceau d'ultrasons ou une absorption différente de ce faisceau par les tissus peuvent modifier l'image échographique par rapport à ce qui est attendu : il s'agit d'artefacts échographiques (Maillard, Belbis, Mogicato 2022).

1. Cône d'ombre

Le cône d'ombre (Figures 2 et 3) correspond à l'absence de propagation du faisceau d'ultrasons au-delà d'une certaine limite. Il peut être observé dans plusieurs cas :

- Lorsque le faisceau d'ultrasons rencontre une interface entre un tissu biologique et de l'air. La différence d'impédance est alors trop importante et l'ensemble des ultrasons est réfléchi vers la sonde. L'interface apparaît hyperéchogène et l'image en-dessous apparaît anéchogène du fait de l'absence de propagation des ultrasons.
- Lorsque le faisceau d'ultrasons rencontre une interface entre un tissu et de l'os ou une zone très calcifiée. Ici, l'impédance des tissus calcifiée est trop importante par rapport à celle des tissus alentours et la majorité des ultrasons est réfléchi vers la sonde. Le reste est absorbé et ne diffuse donc pas vers les tissus en profondeur (Buczinski, Descoteaux 2009).
- Lorsque le faisceau d'ultrasons est réfracté en périphérie de structures rondes, donc moins d'échos retournent à la sonde. Des « ombres de bord » sont alors observées (Figure 3) (Maillard, Belbis, Mogicato 2022).



Figure 2 : Cône d'ombre sous un amas de fibrine péritonéal. Image pathologie des ruminants ENVT.



Figure 3 : Cône d'ombre (Art) ou ombres de bord (de part et d'autre d'un abcès mammaire A). Image pathologie des ruminants ENVT.

2. Réverbération

Le phénomène de réverbération (Figure 4) s'observe fréquemment au niveau d'une interface tissu/air. Il s'explique par la réverbération des ondes ultrasonores entre deux surfaces très échogènes parallèles entre elles. Une portion des ultrasons est réfléchi sur la première surface et peut à nouveau se réfléchir sur la deuxième surface hyperéchogène. A nouveau, cette portion du faisceau est réfléchi vers la sonde. Le récepteur interprètera cette arrivée d'ultrasons comme des ultrasons arrivant d'une zone plus profonde car ils mettront plus de temps à être reçus. Une image sera obtenue, correspondant au reflet de la première, juste en-dessous, à la place du cône d'ombre classiquement rencontré. Cet artefact est souvent présent lors de l'examen échographique du système respiratoire (les deux surfaces parallèles correspondant aux plèvres – Figure 5) ou en présence d'une surface très échogène courbe comme le diaphragme (Buczinski, Descoteaux 2009).

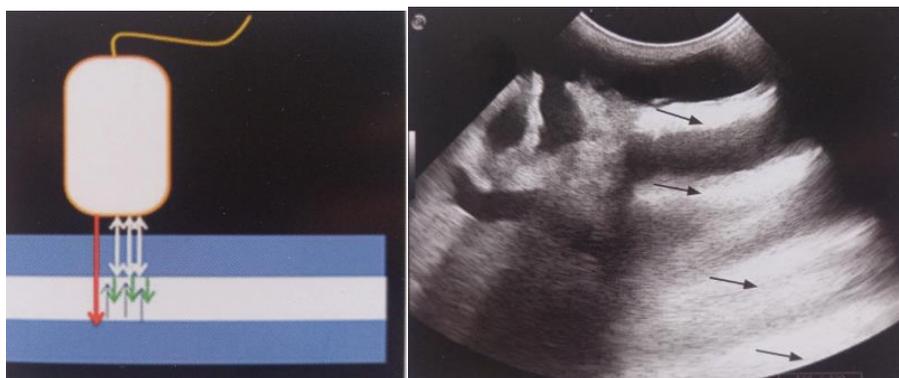


Figure 4 : Principe de l'artefact de réverbération (gauche, d'après Mrani Zentar, 2015) et artefact de réverbération sous la paroi du trayon (flèches). Image pathologie des ruminants ENVT.

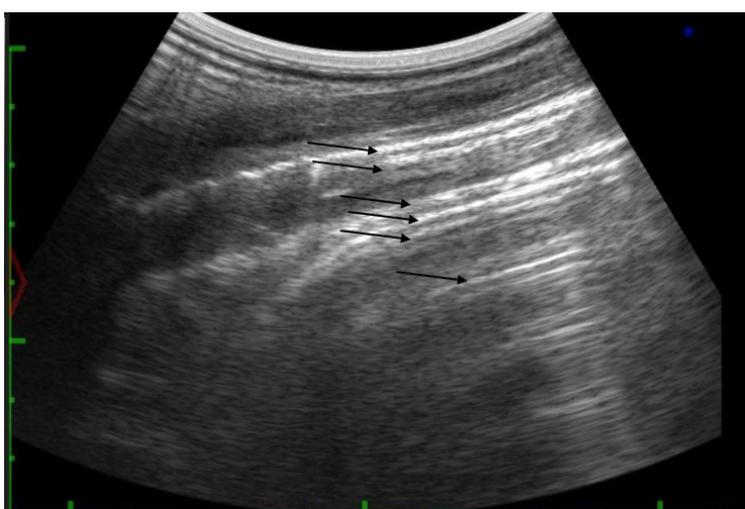


Figure 5 : Artefact de réverbération (flèches) lors de l'examen échographique du système respiratoire. Image de l'auteure – Pathologie des ruminants ENVT.

3. Queue de comète

L'artefact en queue de comète consiste en l'observation d'une trainée hyperéchogène à partir d'un point hypoéchogène. D'un point de vue optique, il est la conséquence de minuscules lignes équidistantes rapprochées. C'est un phénomène qui touche particulièrement les plèvres et l'échographie du système respiratoire. Les queues de comète indiquent une pathologie pulmonaire mais ne sont pas très spécifiques, il est possible d'en trouver lors d'emphysème pulmonaire (Figure 6), de pneumonie aigue, bactérienne ou virale, ou encore d'œdème pulmonaire (Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007; Flöck 2004).

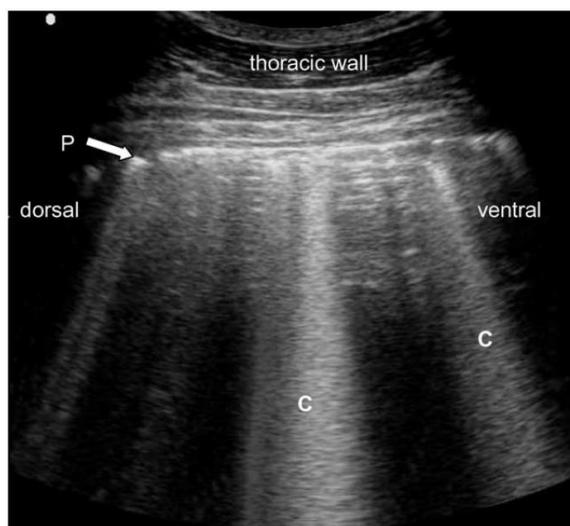


Figure 6 : Echographie d'emphysème pulmonaire. (C) queues de comète (P) plèvre. (Flöck 2004).

4. Renforcement postérieur (Figure 7)

Cet artefact se rencontre en présence d'une structure anéchogène (kyste, vaisseaux sanguins, lait, ...). Les ultrasons traversent sans atténuation la structure liquidienne anéchogène et arrivent donc en plus grand nombre en profondeur en comparaison avec les ultrasons diffusant à proximité immédiate qui sont atténués par des milieux d'échogénicité variable. Les structures situées en profondeur de la structure anéchogène apparaissent plus échogènes que les structures à leur proximité (Buczinski, Descoteaux 2009).

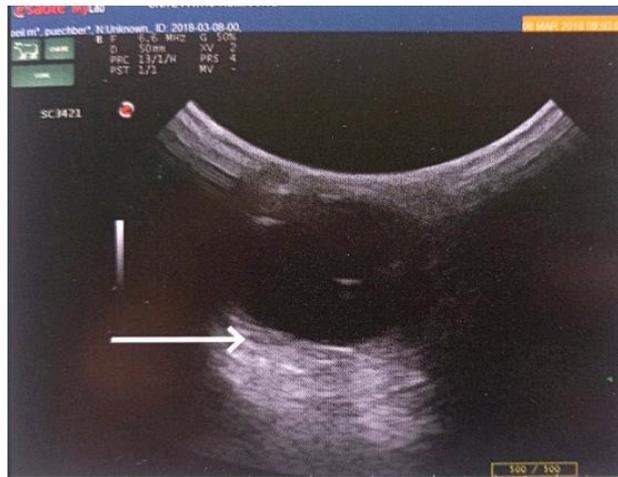


Figure 7 : Renforcement postérieur (sous un abcès peu échogène). Image pathologie des ruminants ENVT.

5. Lobe accessoire

L'artefact de lobe accessoire (Figure 8) est responsable du bruit de fond de l'image du fait d'une certaine divergence du faisceau d'ultrasons par rapport à la direction principale de ce dernier (constituant le lobe principal de l'émission). Les lobes accessoires sont constitués d'ultrasons émis dans des directions différentes du faisceau principal (faisceaux secondaires) et peuvent compliquer l'image échographique finale obtenue (Buczinski, Descoteaux 2009). Par exemple, une paroi vésicale hautement réfléchissante produira assez d'échos secondaires qui seront rajoutés à l'image, de façon erronée, et donnant l'impression d'avoir des débris dans la vessie. Ce phénomène apparaît surtout dans l'abdomen mais est plus facilement visualisable dans les structures anéchogènes, comme la vessie et les kystes (d'Anjou 2011).

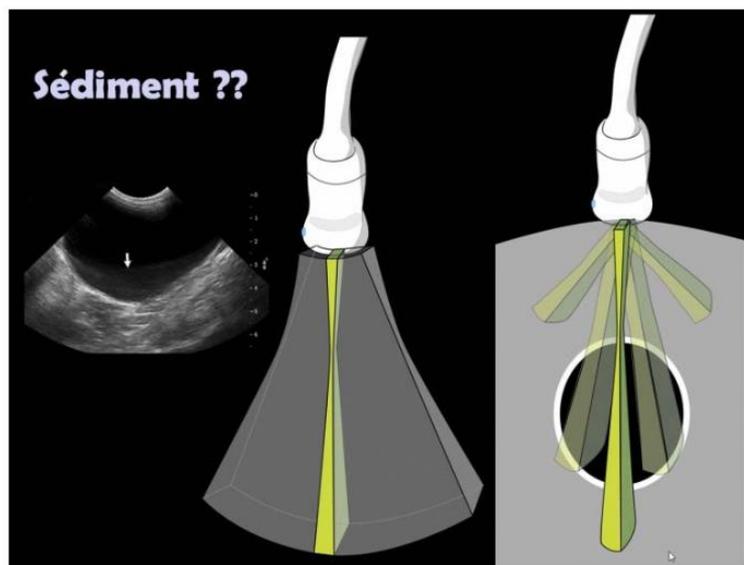


Figure 8 : Principe de l'artefact de lobe accessoire (d'Anjou 2011).

6. Image en miroir

L'image en miroir (Figure 9) apparaît quand les ultrasons rencontrent une interface linéaire très réfléchissante, par exemple entre le poumon et le diaphragme ou encore au niveau de la peau du trayon. Cette surface très réfléchissante dévie le trajet des ultrasons, qui devient alors anormalement long. Cette différence de temps est interprétée par la sonde comme un déplacement rectiligne des ultrasons, ce qui donne alors un seconde image, identique à la première située au-dessus. Pour éviter cet artefact, il faut réduire le gain général et le gain temps-compensation (Maillard, Belbis, Mogenicato 2022).

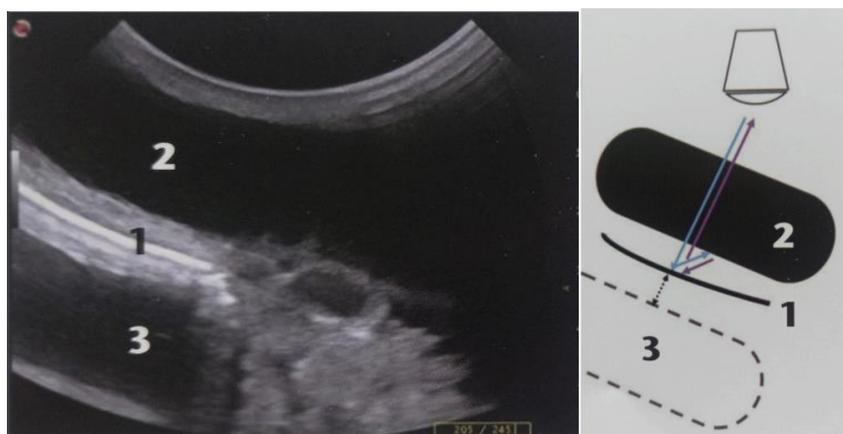


Figure 9 : Image en miroir. Les rayons incidents sont réfléchis sur la peau du trayon et font apparaître un deuxième trayon en miroir. (1) Peau du trayon (2) Cavité papillaire (3) Image en miroir du trayon.
Image pathologie des ruminants ENVT.

II. Application de l'échographie au thorax des bovins

L'examen échographique du thorax des bovins constitue un moyen diagnostique non invasif rapide dans le cadre de pneumonie, pleurésie, abcès pulmonaire ou encore de pneumothorax, notamment lors de formes plus chroniques où les signes cliniques peuvent être absents. Il permet également d'estimer l'étendue des lésions, tout en s'ajoutant à d'autres examens complémentaires réalisables (sérologie, lavage trachéal, lavage broncho-alvéolaire...). Un autre avantage de l'échographie, c'est qu'elle peut être utilisée sur le terrain sans risque d'exposition aux rayons X contrairement à la radiographie (Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007).

A. Anatomie du thorax chez les bovins

Les poumons des bovins sont asymétriques, le poumon droit est beaucoup plus développé que le gauche. Le poumon droit se divise en cinq lobes bien distincts : un

lobe crânial, très développé, qui se recourbe ventralement à la trachée et se projette sur la partie ventrale de la paroi gauche du thorax, deux lobes moyens, un crânial séparé du lobe crânial par une fissure peu profonde et un caudal plus développé, un lobe caudal et un lobe accessoire qui est situé médialement et entoure la veine cave caudale (Figure 10). Le poumon gauche est lui divisé en deux lobes : un lobe crânial divisé en une partie crâniale et une partie caudale et un lobe caudal (Figure 11).

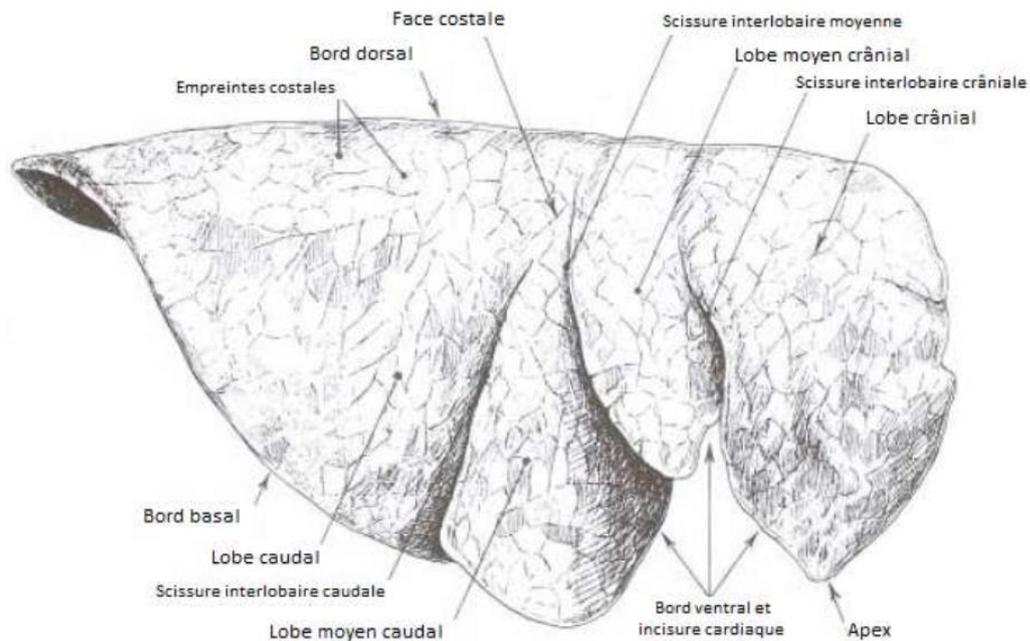


Figure 10 : Poumon droit des bovins (vue latérale) (Barone 1996).

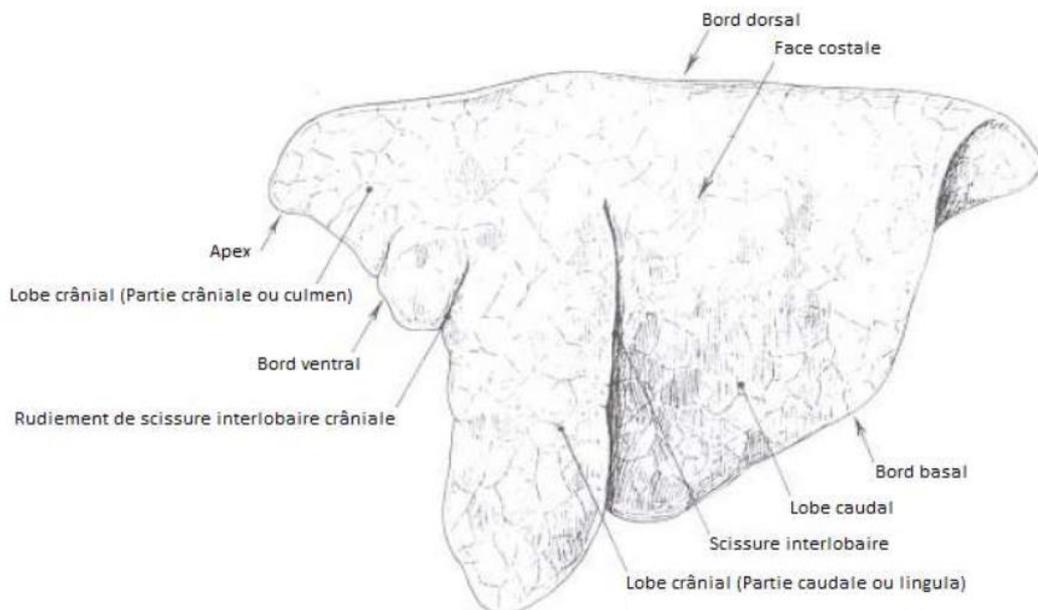


Figure 11 : Poumon gauche des bovins (vue latérale) (Barone 1996).

L'ensemble des poumons des bovins n'est pas observable à l'échographie. Le bord dorsal des poumons est masqué par les muscles juxtavertébraux, le bord ventral par les muscles pectoraux. Les lobes crâniaux sont situés sous l'épaule et le bras. Les deux lobes caudaux et le lobe moyen caudal droit sont donc les lobes les plus facilement explorables, situés caudalement au cœur et au membre thoracique. Cela correspond à une zone s'étendant de la 7^{ème} à la 11^{ème} côte à gauche et de la 6^{ème} à la 12^{ème} côte à droite (Maillard, Belbis, Mogenicato 2022). Chez le veau de moins de 3 mois (voire 4 mois) il est possible de visualiser l'ensemble de l'aire d'exploration pulmonaire, selon la race et le poids. Pour les animaux plus âgés, il sera possible de visualiser les espaces intercostaux (EIC) 4 et 5 en tirant le membre antérieur vers l'avant mais les EIC 1 à 3 sont très difficiles d'accès (Herry, Masset 2021). Le lobe crânial droit peut lui être échographié en plaçant la sonde échographique en avant du membre thoracique droit, mais cela n'est pas couramment réalisé du fait de la difficulté à obtenir des images de bonne qualité. De plus, cela n'apporte pas forcément un « plus » pour le diagnostic.

Les plèvres sont les séreuses des poumons. La plèvre pariétale tapisse les parois de la cavité thoracique et la plèvre viscérale enveloppe les poumons. Elles sont séparées virtuellement par la cavité pleurale (Maillard, Belbis, Mogenicato 2022).

B. Contention des animaux

Afin d'obtenir des images de bonne qualité et interprétables par le praticien, la contention de l'animal est importante. En effet, l'animal doit rester le plus immobile possible afin d'obtenir une image nette et donc interprétable.

Dans la plupart des cas, une contention simple suffit : les veaux peuvent être attachés au cornadis ou tenus par un assistant, les adultes peuvent être attachés au cornadis ou installés dans une cage de contention. Chez les adultes, il est souvent nécessaire de tirer le membre thoracique du côté à examiner vers l'avant afin de permettre l'accès au lobe moyen caudal droit, au lobe moyen crânial droit ou à la partie caudale du lobe crânial gauche (Herry, Masset 2021). Cependant, si l'animal présente des signes de nervosité ou s'il est peu coopératif, une contention chimique (tranquillisation, sédation) peut être envisagée (Buczinski, Descoteaux 2009; Cassard et al. 2018).

C. Préparation de l'animal

Une fois la contention mise en place, il est préférable de tondre l'animal sur l'ensemble de la zone pulmonaire devant être échographiée (Figures 12 et 13), notamment chez les adultes et si le poil est épais ou sale. Dans la plupart des études réalisées chez les veaux la qualité des images reste correcte en l'absence de tonte (Ollivett, Buczinski 2016; Buczinski, Forté, Bélanger 2013).

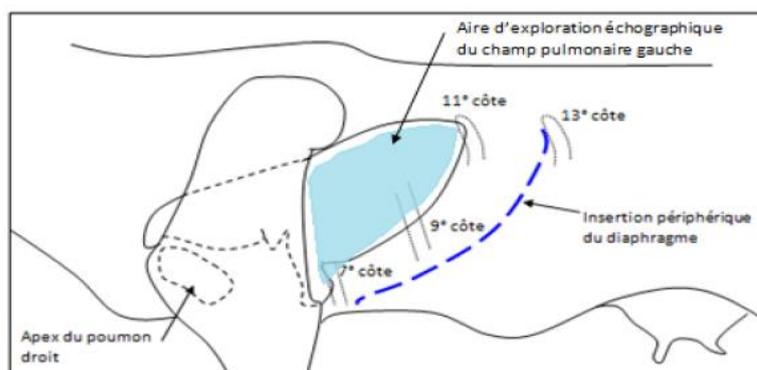


Figure 12 : Schéma de la zone d'intérêt pour l'examen échographique des plèvres et du poumon gauche (Icher 2016).

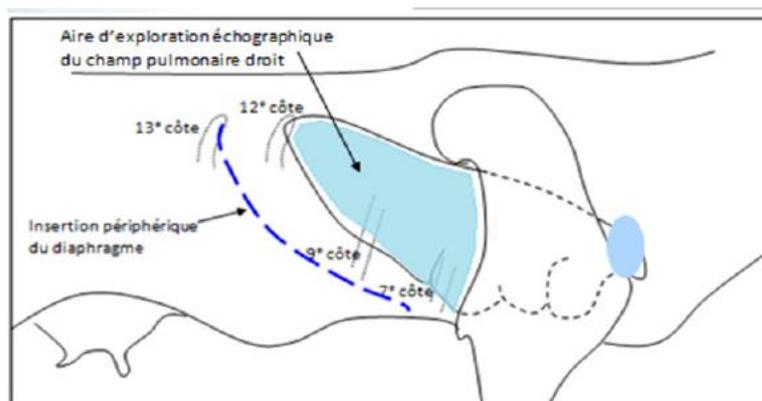


Figure 13 : Schéma de la zone d'intérêt pour l'examen échographique des plèvres et du poumon droit (Icher 2016).

Ensuite, du gel échographique ou de l'alcool à 70° de préférence est appliqué sur la totalité de la zone à échographier afin d'améliorer le contact entre la sonde et la peau de l'animal (Ollivett, Buczinski 2016; Buczinski, Descoteaux 2009; Herry, Masset 2021; Streeter, Step 2007). Il est également possible de ne raser que la partie ventrale de la zone d'auscultation à partir d'une ligne horizontale passant par la pointe de l'épaule. Cette approche tient compte de la localisation préférentielle des lésions de pneumonie et des lésions pleurales en région ventrale des poumons et permet un gain de temps pour le praticien. En effet, en phase précoce, une bronchopneumonie se localise dans l'aspect crânial du lobe crânial droit, les lobes moyens droits puis l'aspect

caudal du lobe crânial gauche (Ollivett, Buczinski 2016). Cependant, cette approche limite la capacité de l'opérateur à quantifier l'étendue des lésions si elles s'étendent en dehors de la zone initialement sondée.

D. Choix de la sonde et de la fréquence

Comme vu précédemment, pour échographier la plèvre et les poumons des bovins une sonde linéaire ou convexe peut être utilisée. Les fréquences employées varient entre 3,5 et 7,5 MHz et permettent de visualiser des structures jusqu'à 10 voire 12 cm de profondeur. La sonde transrectale utilisée pour le tractus génital est souvent suffisante pour établir le diagnostic de consolidation pulmonaire ou d'atteinte pleurale. Il peut néanmoins être intéressant d'utiliser une sonde de basse fréquence (sonde < 5 MHz) afin de juger la profondeur sur laquelle le parenchyme pulmonaire est atteint par la consolidation, ou encore pour rechercher d'autres anomalies thoraciques (cardiaques, péricardiques, hernie diaphragmatique, thymome...) (Ollivett, Buczinski 2016; Scott 2016; Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007; Maillard, Belbis, Mogenicato 2022).

Les espaces intercostaux sont finalement balayés dorso-ventralement, du plus caudal au plus crânial ou inversement, à l'aide de la sonde échographique positionnée verticalement et perpendiculairement à la surface cutanée. La zone ventrale doit être particulièrement bien examinée car les lésions pleurales y sont souvent mieux visualisées. Des repères anatomiques (Tableaux 1 et 2), tels que la jonction chondro-costale (Figure 14), le cœur ou la visualisation des artères et veines thoraciques (Figure 15), ont été décrits pour repérer les différents lobes pulmonaires à l'examen échographique (Pardon 2019). Pardon a quant à lui une technique particulière pour balayer les espaces intercostaux : un seul mouvement à droite et un à gauche sont effectués, un deuxième peut être réalisé ventralement au premier chez les animaux plus âgés. La sonde est tout d'abord positionnée entre le 8^{ème} et le 9^{ème} EIC parallèlement aux côtes. Puis elle est déplacée crânialement entre les côtes jusqu'à atteindre le « point de contrôle cœur », consistant en une image moitié cœur – moitié poumon. La sonde progresse ensuite encore plus crânialement sous le triceps et l'examen se termine quand les sections de l'artère et de la veine thoracique interne sont visualisées. Dès qu'une anomalie est observée, la sonde est arrêtée et doucement déplacée cranio-caudalement et vers l'arrière pour élargir la zone de visualisation.

Tableau 1 : Repères anatomiques pour l'examen du poumon droit. D'après Ollivett et al. 2015.

	Lobe pulmonaire droit			
	Caudal	Moyen caudal	Moyen crânial	Crânial
Espaces intercostaux	Du 6 ^{ème} au 10 ^{ème}	5 ^{ème} (en regard du coude)	3 ^{ème} et 4 ^{ème}	1 ^{er} et 2 ^{ème}
Repères échographiques ventraux	Diaphragme	Jonction chondro-costale, la plèvre plonge profondément	Cœur	Artère et veine thoraciques internes

Tableau 2 : Repères anatomiques pour l'examen du poumon gauche. D'après Ollivett et al. 2015.

	Lobe pulmonaire gauche		
	Caudal	Partie caudale du lobe crânial	Partie crâniale du lobe crânial
Espaces intercostaux	Du 6 ^{ème} au 10 ^{ème}	4 ^{ème} et 5 ^{ème}	2 ^{ème} et 3 ^{ème}
Repères échographiques ventraux	Diaphragme	Jonction chondro-costale, la plèvre plonge profondément	Cœur

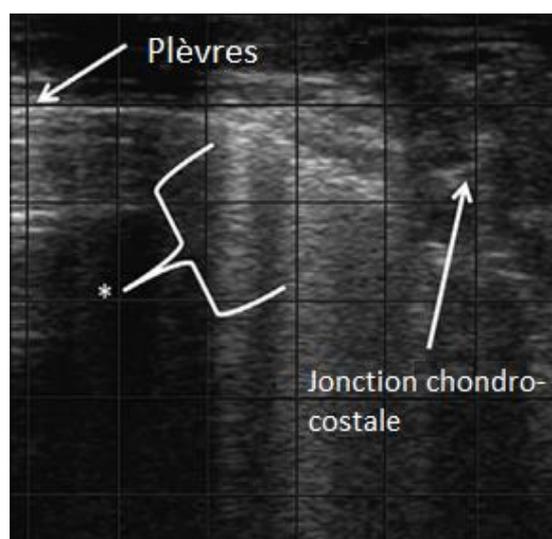


Figure 14 : Image échographique au niveau du bord ventral du 5^{ème} espace intercostal droit. (*) queues de comète (Ollivett, Buczinski 2016).

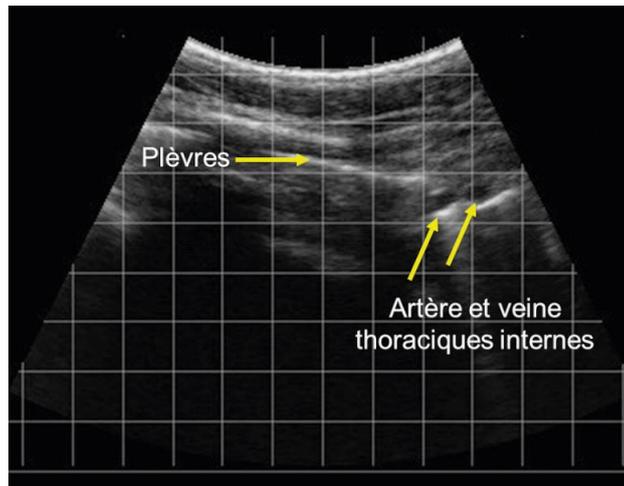


Figure 15 : Image échographique de la limite ventro-crâniale droite du poumon (Herry, Masset 2021).

E. Les différentes images obtenues

1. Aspect physiologique

Du fait de l'air qu'il contient, le parenchyme pulmonaire n'est pas visualisable échographiquement. En effet, la différence d'impédance entre le tissu musculaire et le parenchyme pulmonaire rempli d'air (et donc sain) est trop importante. Les ultrasons sont donc totalement réfléchis au niveau de la surface de la plèvre, masquant ainsi le parenchyme pulmonaire sous-jacent. Des artefacts de réverbération, correspondant à la succession de bandes échogènes parallèles à la surface des poumons, sont cependant observés.

En ce qui concerne les plèvres (pariétale et viscérale), elles sont visualisables directement sous les muscles intercostaux hypoéchogènes sous la forme d'une ligne régulière hyperéchogène (Figure 16). Les deux plèvres ne sont en temps normal pas individualisables mais si la sonde est maintenue fixe et que l'animal ne bouge pas, il est possible d'observer le glissement de la plèvre viscérale sur la plèvre pariétale immobile, de façon synchrone avec les mouvements respiratoires du bovin (Buczinski, Descoteaux 2009; Herry, Masset 2021; Babkine 2008; Streeter, Step 2007).

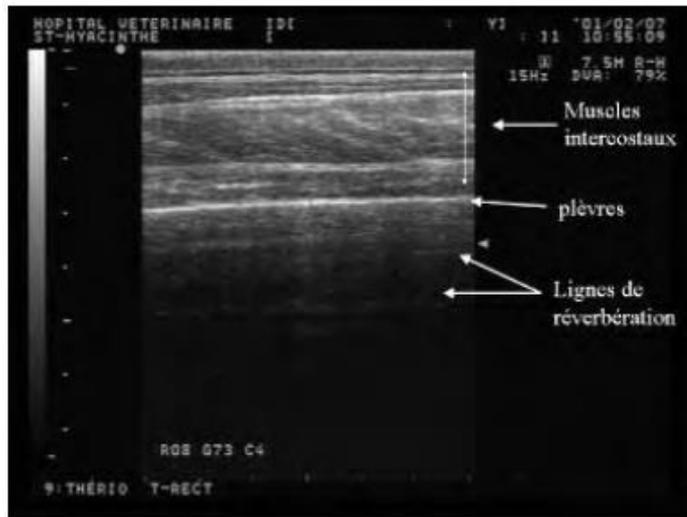


Figure 16 : Image échographique normale des plèvres (Babkine 2008).

Il faut également noter que, crânialement au cœur à gauche, le thymus apparait comme un tissu bien délimité, de forme quasi-circulaire, de taille variable d'un veau à l'autre, d'échogénicité tissulaire homogène (Figure 17). Il est souvent confondu avec un foyer de consolidation ventro-crânialement (2^{ème} et 3^{ème} EIC).

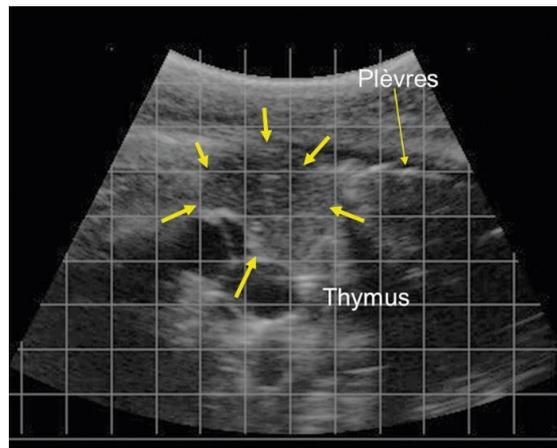


Figure 17 : Image échographique du thymus (Herry, Masset 2021).

2. Anomalies visualisables

Pour observer des anomalies à l'échographie lors d'affections pulmonaires, deux conditions sont requises. Dans un premier temps, la lésion doit se trouver dans une zone pulmonaire adjacente aux plèvres. Cela constitue le facteur limitant la sensibilité de l'examen échographique pour le diagnostic des affections pulmonaires. La deuxième condition repose sur le fait que le parenchyme pulmonaire affecté doit être suffisamment modifié ou rempli de liquide pour que les ultrasons y pénètrent (Buczinski, Descoteaux 2009).

a) Épanchement pleural

L'épanchement pleural (Figure 18) se visualise à l'échographie par une séparation des plèvres pariétale et viscérale par un liquide anéchogène (s'il s'agit d'un transsudat de faible cellularité, contenant peu de protéines et peu de fibrine) à plus ou moins échogène (s'il est riche en cellules, protéines et fibrine).

Chez la majorité des bovins, le médiastin n'est pas fenêtré. La présence d'un épanchement unilatéral indiquera généralement une affection du poumon ipsilatéral (pneumonie ou pleurésie) alors qu'un épanchement bilatéral sera plutôt en faveur d'une atteinte systémique (insuffisance cardiaque droite, hypoprotidémie) (Flöck 2004; Buczinski, Descoteaux 2009).

Même si l'échogénicité du liquide pleural dépend de la richesse en cellules et débris, la thoracocentèse est nécessaire afin d'obtenir un diagnostic de certitude. L'examen échographique permet de sélectionner le site où la thoracocentèse sera la plus informative (suffisamment de liquide et pas trop de fibrine qui risquerait d'obstruer l'aiguille de ponction) (Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007).

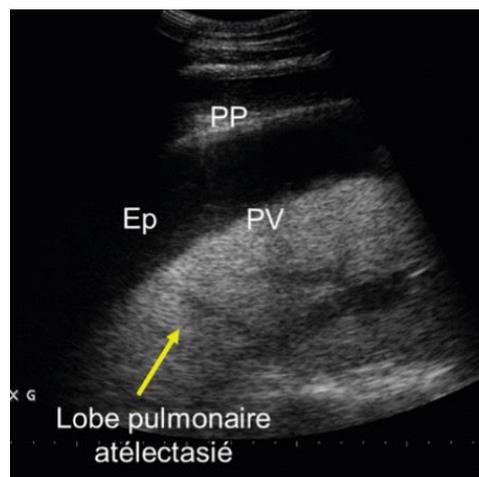


Figure 18 : Épanchement pleural anéchogène (Ep) et atélectasie pulmonaire secondaire. (PP) plèvre pariétale, (PV) plèvre viscérale. (Herry, Masset 2021).

b) Pleurésie

Dans le cas de pleurésie (Figure 19), la présence de dépôts fibrineux se traduit par des bandes échogènes à hyperéchogènes, plus ou moins épaisses et accolées aux plèvres ou flottant au sein de l'épanchement. Les brins de fibrine peuvent aussi former des *septa* visibles échographiquement (Streeter, Step 2007; Herry, Masset 2021; Flöck 2004).

La plèvre pariétale peut avoir un aspect irrégulier ou sembler épaissie lors de pleurésie ou lors d'un processus tumoral. Pour limiter les erreurs d'interprétation, il est

nécessaire de comparer la lésion supposée à de la plèvre saine, dorsalement ou controlatérale (Herry, Masset 2021).

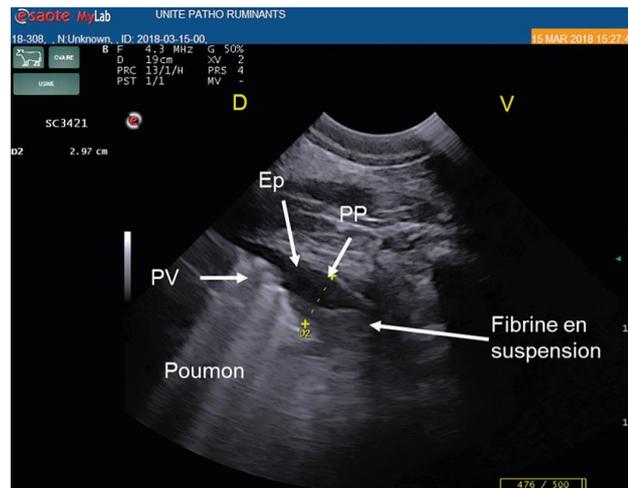


Figure 19 : Lésion de pleuropneumonie avec pleurésie fibrineuse et épanchement pleural (Ep) modéré. (PP) plèvre pariétale, (PV) plèvre viscérale. (Herry, Masset 2021).

c) Pneumonie et bronchopneumonie

L'examen échographique lors de pneumonie aiguë permet de mettre en évidence des artefacts en queue de comète qui émergent de la surface pleurale vers le parenchyme pulmonaire (Figure 20). Ces artefacts traduisent une irrégularité de la plèvre et sont consécutifs à la présence de faible quantité de débris cellulaires, d'exsudat, de mucus, d'œdème ou de tissu cicatriciel secondaire à une ancienne pneumonie. Ils peuvent également être un signe précoce d'emphysème pulmonaire (Buczinski, Descoteaux 2009; Babkine, Blond 2009; Flöck 2004). Parfois, une légère augmentation de la quantité de liquide pleural par rapport à la normale est observée.

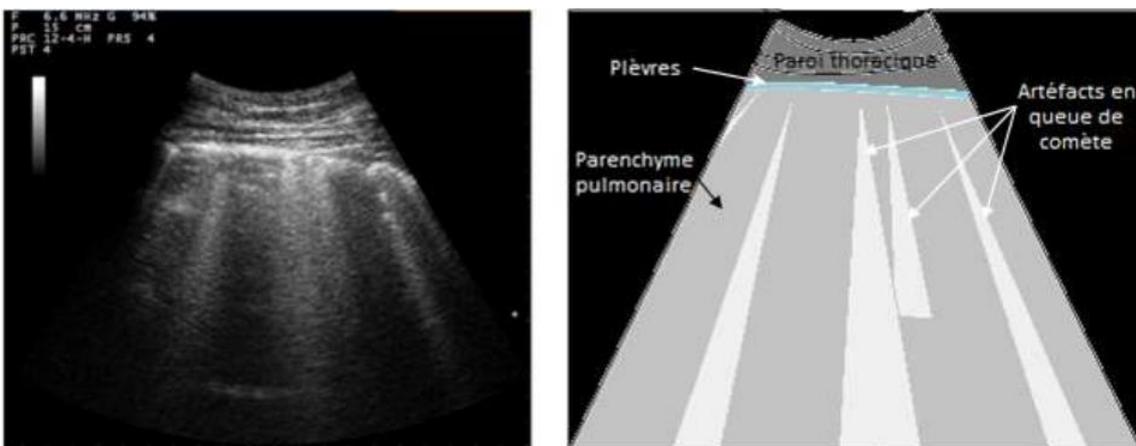


Figure 20 : Image échographique compatible avec une pneumonie aiguë. Image pathologie des ruminants ENVT.

Dans les cas chroniques (à partir d'une semaine d'évolution environ), différents degrés de consolidation pulmonaire (Figure 21) sont notés. Cette consolidation se caractérise par la visualisation du parenchyme pulmonaire hypoéchogène et homogène, ressemblant à l'aspect échographique du foie, avec en son sein des bronchogrammes (Figure 22). Ces derniers correspondent à la visualisation du contenu bronchique anéchogène entouré par les vaisseaux sanguins adjacents hyperéchogènes. Il est parfois possible de voir des éléments échogènes à hyperéchogènes associés à des cônes d'ombre au niveau des interfaces tissu/gaz. Ils correspondent à l'air résiduel contenu dans l'arbre trachéobronchique ou alors sont consécutifs à la libération de gaz par les bactéries ayant colonisé le poumon (Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007; Flöck 2004; Ollivett, Buczinski 2016).

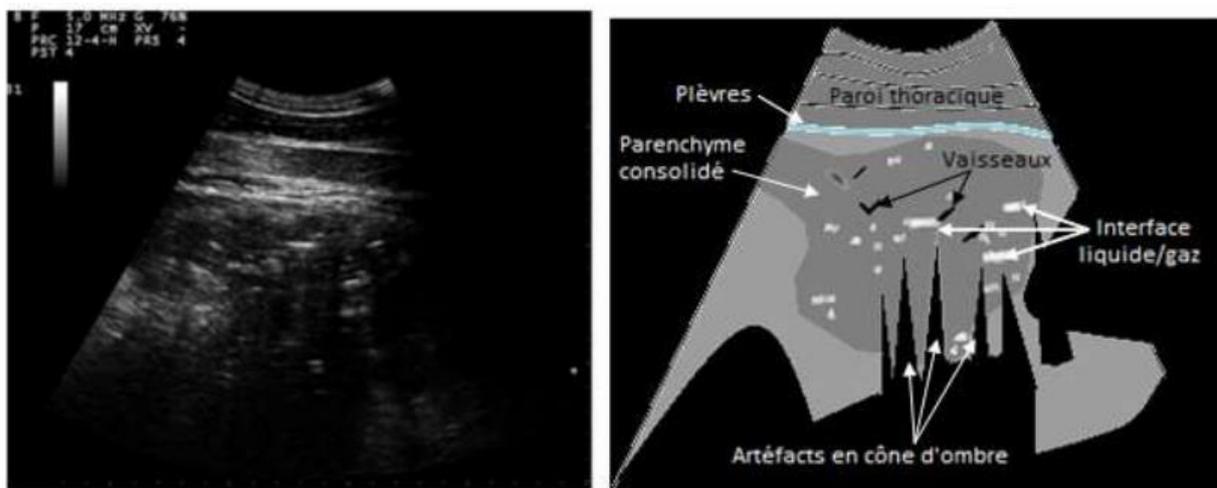


Figure 21 : Image échographique de consolidation pulmonaire avec persistance d'air résiduel. Image pathologie des ruminants ENVT.

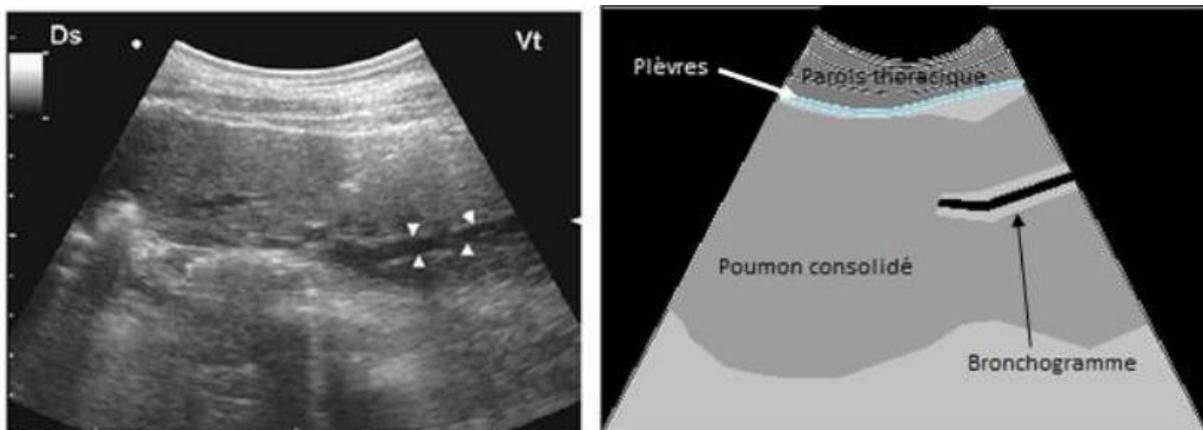


Figure 22 : Image échographique d'un bronchogramme (Babkine, Blond 2009; Icher 2016).

Dans quelques cas de bronchopneumonie, il est possible de visualiser des zones circulaires hypoéchogènes au niveau des plèvres, à partir desquelles se forment des artefacts en queue de comète : ce sont des alvéologrammes (Figure 23). Ils indiquent la présence d'alvéoles remplies de liquide et une consolidation pulmonaire. Dans ces cas-là, les artefacts se forment au niveau des zones de poumon comblées par un exsudat, du mucus ou du fluide d'œdème (Babkine 2008; Flöck 2004).

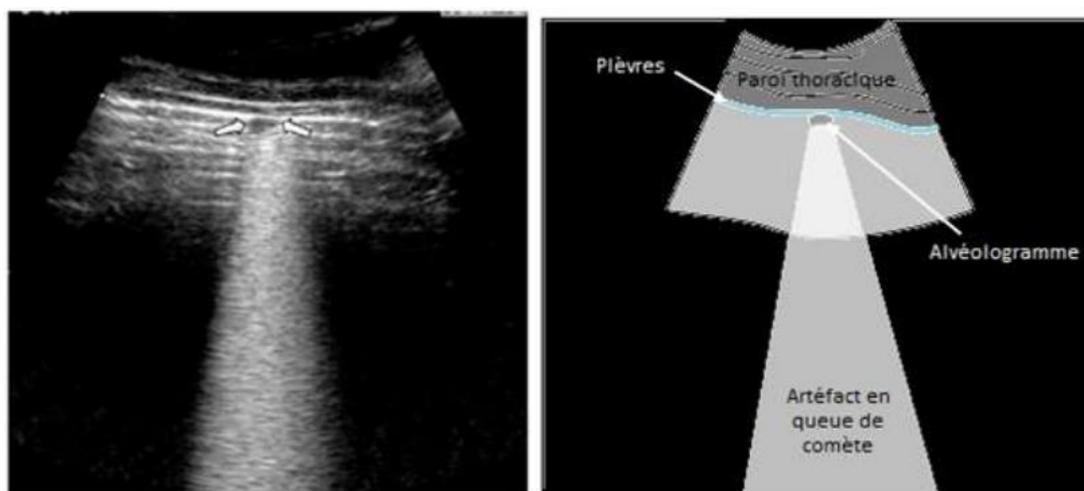


Figure 23 : Image échographique d'un alvéologramme (Flöck 2004; Icher 2016).

L'échographie pulmonaire permet d'évaluer la répartition et l'extension des lésions de consolidation. Ces dernières peuvent être localisées, concerner la partie ventrale de plusieurs lobes (souvent les lobes crâniens ou moyens) ou apparaître multifocales avec plusieurs foyers disséminés dans l'ensemble du parenchyme pulmonaire. L'extension des lésions est précisée en objectivant le nombre de lobes atteints et la taille ou la surface des lésions sur chaque lobe. La taille des foyers de consolidation peut varier de moins d'un centimètre à parfois plus de 10 cm de profondeur. Certains auteurs ne considèrent comme foyer de consolidation que ceux de plus d'un centimètre de profondeur et de plus d'un centimètre carré de surface (Herry, Masset 2021; Buczinski et al. 2014). L'extension des lésions est considérée modérée de 1 à 3 cm de profondeur, marquée de 3 à 5 cm de profondeur et sévère au-delà de 5 cm de profondeur (Herry, Masset 2021; Ollivett et al. 2015).

Cependant, mesurer les lésions échographiques n'est pas toujours la méthode la plus pratique ni la plus rapide pour grader les examens échographiques thoraciques sur le terrain, notamment dans les cas où l'échographe ne dispose pas d'un quadrillage de l'écran. Un système de notation en 6 points a été proposé dans différentes études et semble plus pratique pour documenter les lésions pulmonaires (Figure 24).

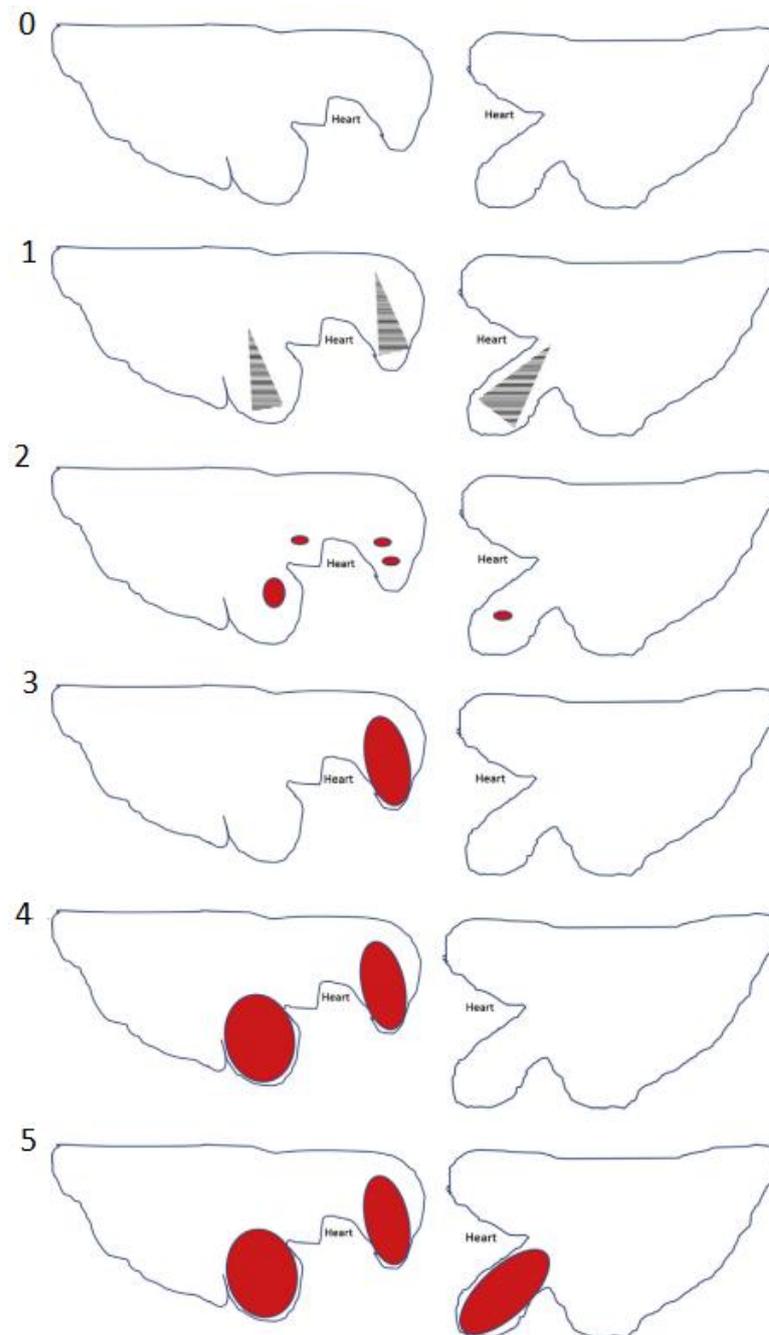


Figure 24 : Score échographique pulmonaire (Ollivett, Buczinski 2016; School of Veterinary Medicine - University of Wisconsin-Madison).

Le score 0 indique un poumon normal sans consolidation et sans ou avec très peu de queues de comète. Le score 1 correspond à un poumon présentant des queues de comète diffuses mais sans consolidation. Le score 2 correspond à un poumon présentant une pneumonie lobulaire, c'est-à-dire une discrète zone de consolidation (< 1 cm) dans un parenchyme pulmonaire normal. Les scores 3 à 5 correspondent respectivement à des poumons présentant des lésions de consolidation lobaires (> 1 cm) d'un, deux ou au moins trois lobes (Ollivett, Buczinski 2016). En général, les

scores 0 et 1 sont considérés comme normaux alors qu'un score supérieur ou égal à 3 est synonyme de bronchopneumonie bactérienne (Ollivett et al. 2015).

Les lésions de consolidation peuvent être observées chez des veaux de moins de quinze jours voire même dès la première semaine de vie (Buczinski et al. 2014; Abdallah et al. 2019).

d) **Abcès pulmonaire**

Les abcès pulmonaires (Figure 25) constituent souvent une complication de bronchopneumonie chronique. Ils se caractérisent à l'échographie par la présence d'une paroi plus ou moins épaisse, régulière, la plupart du temps hyperéchogène par rapport aux tissus environnants. Le contenu de ces abcès peut quant à lui prendre un aspect variable : homogène, hétérogène, hyperéchogène à hypoéchogène par rapport aux tissus environnants. Pour être visualisables, les abcès doivent être accolés à la plèvre viscérale du poumon ou alors inclus dans un parenchyme pulmonaire déjà consolidé par un processus infectieux (Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007).

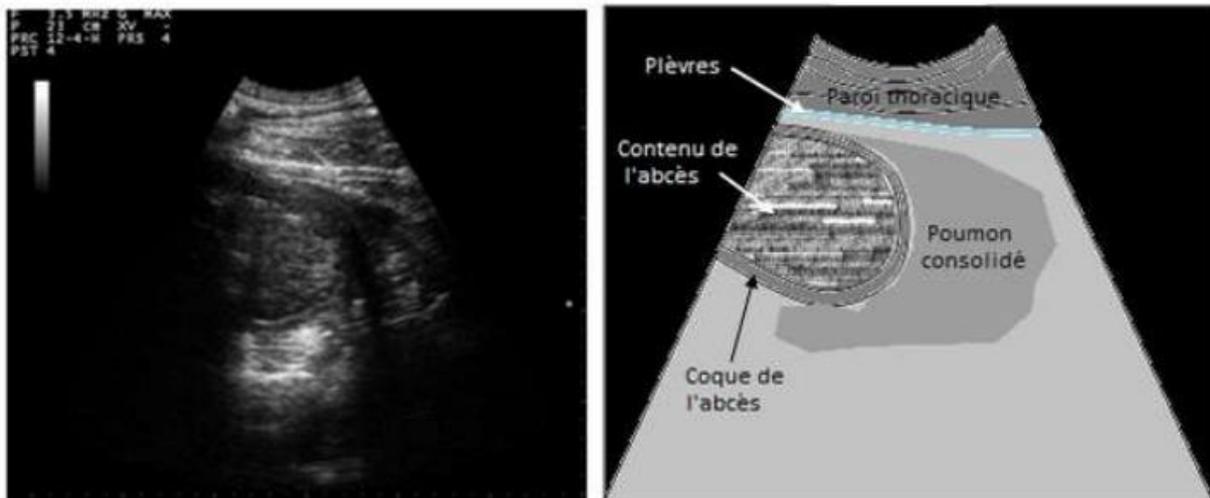


Figure 25 : Image échographique d'abcès pulmonaire. Image pathologie des ruminants ENVT.

e) **Atélectasie**

Une lésion rencontrée plus rarement est l'atélectasie pulmonaire (Figure 18). Elle correspond à une diminution marquée du contenu aérien du poumon, qui est en général comprimé par du liquide adjacent (lors de pleurésie ou d'épanchement pleural par exemple) mais elle peut aussi être secondaire à une obstruction des voies respiratoires avec une résorption progressive de l'air dans la partie du poumon atteinte (Buczinski et al. 2014). Le poumon dépourvu d'air devient alors anormalement visible lors de l'examen échographique, ce qui démontre un défaut de fonctionnement de la portion de parenchyme affectée. Il faut cependant retenir que le signe d'atélectasie ne

présage pas de l'origine de l'effusion pleurale comprimant le poumon : elle peut être inflammatoire (pleurésie) ou non inflammatoire (insuffisance cardiaque congestive, hypoprotidémie, tumorale, ...) (Buczinski, Descoteaux 2009). L'atélectasie secondaire à une obstruction des voies respiratoires peut être différenciée d'une consolidation suite à une infection : lors d'une infection, un bronchogramme dynamique peut être observé simultanément aux mouvements respiratoires alors que dans le cas d'une atélectasie obstructive, le bronchogramme sera statique (Buczinski et al. 2014). En effet, un bronchogramme dynamique indique que les voies aériennes irriguant le tissu pulmonaire sont dégagées et non obstruées (Cheong 2023).

En présence d'épanchement pleural, le lobe présentant une atélectasie apparaît plus hypoéchogène, homogène, sans bronchogrammes, plus petit qu'un lobe normal, de forme triangulaire, aux contours bien définis et semble « flotter » dans l'épanchement pleural environnant (Streeter, Step 2007; Babkine 2008). Cette échogénicité est similaire à celle d'un parenchyme consolidé, à l'exception des bronchogrammes (Babkine, Blond 2009; Buczinski, Forté, Bélanger 2013).

f) Autres lésions plus rares

Une complication retrouvée lors de certaines affections respiratoires est une rupture des voies respiratoires profondes vers l'espace pleural qui conduit à différents degrés de pneumothorax (Figure 26). Étant donné que le médiastin n'est fenêtré que chez 5% des bovins (Belbis, Maillard 2017), la majorité des pneumothorax sont unilatéraux. Le diagnostic du pneumothorax à l'aide de l'échographie est caractéristique. Il se manifeste par un décollement des deux plèvres dorsalement. L'espace pleural, habituellement virtuel, est remplacé par de l'air libre s'accumulant entre les deux plèvres. Le mouvement de glissement entre les deux plèvres n'est alors plus visible. Dorsalement au point dit « point de pneumothorax », une interface tissu-air hyperéchogène immobile est notée (artefact de réverbération immobile) contrairement à l'interface pleurale observée ventralement au « point de pneumothorax » qui a un aspect de plèvre normale (artefact de réverbération avec glissement de la plèvre viscérale sur la plèvre pariétale) (Buczinski, Descoteaux 2009; Babkine, Blond 2009).

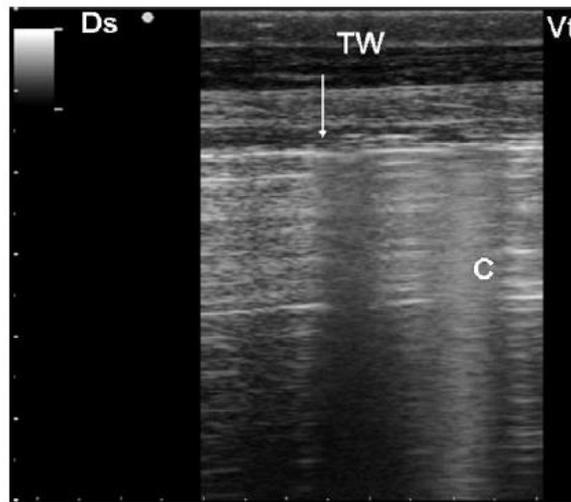


Figure 26 : Pneumothorax. En mouvement, à gauche de la flèche (dorsal) le signe de glissement n'est plus visible. A droite de la flèche (ventral) le signe de glissement est présent et une queue de comète (C) est notée. (Babkine, Blond 2009).

Les hématomes pulmonaires sont des lésions rares chez les bovins et sont souvent secondaires à une embolie septique vers les artères pulmonaires lors de thrombose de la veine cave caudale. Le thrombus septique migrant provoque ensuite des lésions pariétales suite à son développement, pouvant conduire à la formation d'anévrisme puis éventuellement à une rupture artérielle. Du sang sera alors retrouvé dans les voies respiratoires, entraînant des crises d'épistaxis ou d'hémoptysie. Lorsque le saignement s'accumule entre la plèvre viscérale et le parenchyme pulmonaire, ce dernier apparaîtra comme une collection anéchogène ou hypoéchogène à l'échographie (Buczinski, Descoteaux 2009).

Il est également possible d'avoir recours à l'échographie thoracique lors de suspicion d'hernie diaphragmatique chez les bovins bien qu'il s'agisse d'une affection rare. Du contenu digestif sera alors visualisé dans le thorax. Chez l'adulte, c'est le plus souvent le réseau qui passe au travers du hiatus œsophagien. La motilité de cet organe est alors observée, ce qui permet de confirmer la suspicion clinique (Buczinski, Descoteaux 2009).

Les dernières lésions plus rares qu'il est possible d'observer à l'échographie thoracique sont les tumeurs. Lors de mésothéliome (tumeur affectant les cellules mésothéliales présentes dans les séreuses pleurales, péricardiques et péritonéales), l'échographie du thorax permettra de mettre en évidence une effusion pleurale associée à la visualisation de nombreuses masses hyperéchogènes à hypoéchogènes accolées à la plèvre. L'échographie est alors une aide précieuse au diagnostic. De plus, un sarcome thoracique chez une vache Limousine de 9 ans hospitalisée à l'École

Nationale Vétérinaire de Toulouse a été identifié. L'échographie a révélé une masse échogène volumineuse (30 cm par 25 cm) dans le thorax crânial droit, comprimant sévèrement le cœur droit. Une collection pleurale anéchogène était associée, dont l'analyse biochimique et cytologique a révélé un exsudat septique non spécifique. Des biopsies échoguidées de la masse ont été réalisées et les différentes analyses effectuées ont permis de conclure à un sarcome, sans pour autant exclure une forme sarcomateuse d'un mésothéliome (Robcis et al. 2023). Les autres types tumoraux peuvent aussi être rencontrés en théorie si la portion périphérique du parenchyme pulmonaire, accolée à la plèvre, est atteinte (Buczinski, Descoteaux 2009). Il est également possible de détecter des processus néoplasiques thoraciques extra pulmonaires, comme par exemple l'hypertrophie sévère des nœuds lymphatiques médiastinaux lors de leucose bovine sporadique (hypertrophie plus marquée en général que dans les cas de leucose bovine enzootique) (Bundza et al. 1980; Remy et al. 2009; Lamblin 2010).

III. Diagnostic précoce et suivi des lésions pulmonaires à l'aide de l'échographie

A. Matériel et méthodes

1. Présentation de l'élevage

L'étude réalisée porte sur des génisses de renouvellement de race Prim'Holstein (PH) dans un élevage laitier situé sur la commune de Colombières dans l'Aveyron (12). Il y a entre 90 et 100 vaches en lactation en moyenne sur l'année avec un taux de renouvellement d'environ 35%. L'élevage est en auto-renouvellement et possède deux troupeaux de génisses : un destiné à vêler à 2 ans et l'autre à 3 ans.

Les vaches en lactation sont en logettes et disposent d'une ration complète équilibrée à 30 kg de lait (en moyenne, variation selon la période de l'année) à base de 35 kg d'ensilage de maïs, 18 kg d'ensilage d'herbe, 1.5 kg de farine de blé, de 2.6 kg d'un mélange tourteau de colza / tourteau de soja et de 250 g d'un complément minéral et vitaminé. Un complément vache laitière est apporté au distributeur automatique de concentré. Lorsque les vaches ont accès au pâturage (de mars à novembre environ), seule 50% de la ration est distribuée.

Les vaches en préparation au vêlage sont en aire paillée et reçoivent environ 50% de la ration des vaches laitières avec du foin à volonté. Les vaches tarées sont

mélangées aux génisses de plus d'un an dans un autre bâtiment et sont nourries au foin à volonté et à l'herbe.

Les veaux sont élevés en niche individuelle jusqu'à 15 jours d'âge. Ils reçoivent deux repas à base de lait par jour jusqu'à 2 mois, puis un repas par jour à partir de 2 mois et sont sevrés à 3 mois. Le foin et le concentré sont apportés au fur et à mesure jusqu'à constituer l'entièreté de la ration à partir du sevrage. Lors du passage en case collective, des lots de 5 à 6 animaux sont réalisés, en fonction de la taille et de l'âge des individus. La surface allouée à chaque lot de 5 ou 6 génisses est de 15m² jusqu'à 6 mois puis de 36m² au-delà de 6 mois. Jusqu'en février 2024, les jeunes génisses (moins de 6 mois) étaient dans le même bâtiment que les vaches adultes. A partir de cette date, un bâtiment rénové pour elles a été mis en service. Les génisses reçoivent du foin à volonté et 1 kg de concentré réparti en 2 repas par jour (matin et soir).

2. Antécédents respiratoires dans cet élevage

Cet élevage laitier est sujet aux atteintes respiratoires depuis de nombreuses années, touchant génisses et adultes dans le bâtiment principal. Leur incidence augmente quand le nombre d'animaux au sein du bâtiment est élevé. Les troubles respiratoires se manifestent majoritairement l'hiver, de fin décembre à février/mars avec un pic d'animaux touchés en janvier. L'ensemble des génisses de moins de 6 mois présentes à ce moment-là dans le bâtiment sont touchées et environ 10% des vaches adultes ont une atteinte clinique modérée à sévère. Une vaccination intranasale avec Rispoval RS + PI3® est mise en place chez les jeunes génisses avant la période à risque.

Les signes évocateurs d'atteinte respiratoire notés par l'éleveur sont une chute de la production laitière de plus de 24h pour les vaches adultes, une diminution de la prise alimentaire lactée chez les génisses non sevrées et un intérêt pour le concentré diminué chez les génisses sevrées. Ces signes conduisent l'éleveur à prendre la température des animaux concernés : celle-ci se révèle systématiquement supérieure à 40°C. Quelques animaux présentent simultanément ou en suivant une dyspnée expiratoire marquée, la toux étant quant à elle rarement présente.

Le plan thérapeutique mis en place par les vétérinaires face à ces atteintes respiratoires (protocole de soin établi lors du bilan sanitaire d'élevage) est une antibiothérapie à base d'Amphoprim® (sulfadimidine, triméthoprime) ou de Linco-spectin® (lincomycine, spectinomycine), associée à de la Tolfine® (acide tolfénamique) pour lutter contre l'hyperthermie. Dans les cas de dyspnée marquée, de

la Diurizone® (dexaméthasone, hydrochlorothiazide) est administrée en remplacement de la Tolfine®. Lorsqu'aucune amélioration n'est observée ou si l'animal rechute, un deuxième traitement identique est entrepris ou alors l'antibiotique initial est remplacé par du Draxxin® (tulathromycine). En cas d'échec ou de nouvelle rechute après deux traitements, le vétérinaire est appelé et met en place en dernier recours un traitement à base de tilmicosine.

Dans la grande majorité des cas, aucune mortalité due aux troubles respiratoires n'est observée. Cependant, une détérioration des performances des animaux est notée par l'éleveur : retard de croissance chez les génisses, baisse de la production laitière ou pic de lactation diminué, troubles de la reproduction, réduction du poids de carcasse à l'abattoir.

Le dernier épisode respiratoire clinique dans cet élevage a démarré fin novembre 2023 et a touché uniquement les génisses âgées d'environ 2 mois (pas d'adultes malades contrairement aux années précédentes). Presque la moitié des génisses présentes dans le bâtiment à ce moment-là a reçu au moins un traitement (Linco-spectin® + Tolfine® ou Diurizone®) et un tiers des génisses a reçu au moins deux traitements (Figure 27). Les vétérinaires se sont déplacés plusieurs fois sur le site au cours du mois de décembre.

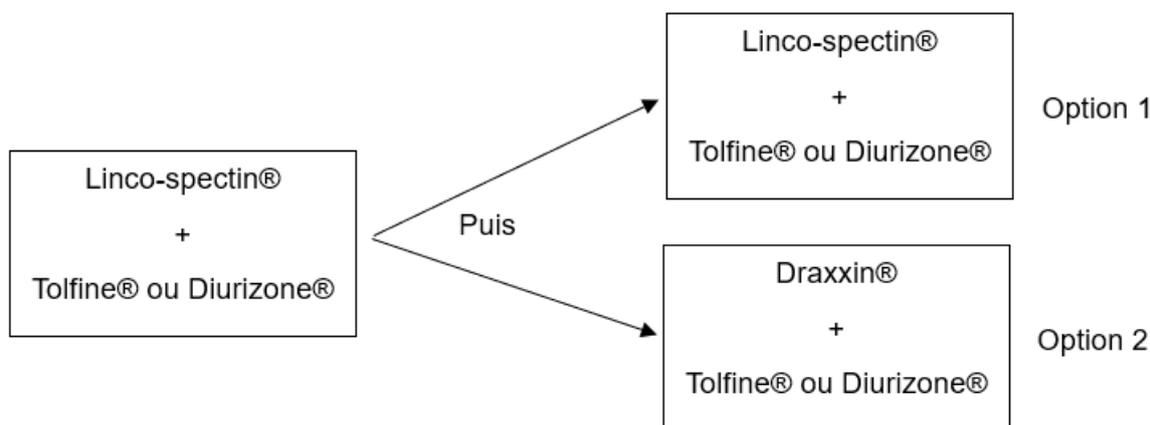


Figure 27 : Options thérapeutiques en élevage en absence d'évolution ou face une rechute.

Des analyses (sérologies, coproscopies) ont été réalisées en décembre 2023 suite à l'absence d'amélioration clinique de certains individus. Aucun agent bactérien ou parasitaire n'a été mis en évidence, une circulation virale a fortement été suspectée. A partir de janvier 2024, les signes cliniques se sont atténués. Seule une génisse a rechuté de manière cyclique (dyspnée marquée, toux, hyperthermie) jusqu'à début

février 2024 et trois ou quatre génisses ont présenté épisodiquement, entre mi-janvier et février, une dysorexie associée ou non à de l'hyperthermie.

3. Population support de l'étude

Cette étude a été réalisée sur quinze génisses de renouvellement, nées entre le 23 août 2023 et le 13 janvier 2024, et vaccinées avec deux administrations de Rispoval RS + PI3® intranasale, la première à partir du mois d'octobre 2023 et le rappel à partir de janvier 2024. Parmi ces quinze génisses, neuf ont présenté des symptômes respiratoires et ont été soignées durant l'épisode de décembre 2023, deux n'ont présenté aucun signe clinique en décembre 2023 et quatre sont nées après l'épisode clinique de décembre 2023 et ont été intégrées à l'étude suite à une diminution de l'ingestion de lait entre un et deux mois d'âge. Pour chaque individu, le numéro national d'identification, la date de naissance, l'existence d'antécédents respiratoires ainsi que la mise en place ou non d'un traitement ont été collectés (Annexe 1). Dans l'ensemble, les signes cliniques débutent autour de 1 mois et demi à deux mois d'âge (les dates n'ont pas été notées précisément par l'éleveur). Les dates de traitement sont exactes uniquement lors de la visite du vétérinaire (ordonnance), aucun carnet sanitaire n'est présent pour les veaux et jeunes génisses.

Même si cette étude porte sur des génisses, cinq vaches âgées de 3 à 9 ans ont été échographiées ponctuellement entre le 4 janvier et le 27 mars 2024 du fait de leurs antécédents respiratoires (Annexe 2).

4. Déroulement de l'étude

a) Contention des animaux

Afin de réaliser les échographies pulmonaires, les animaux ont été bloqués au cornadis, en station debout. Une contention au niveau de l'arrière-main a été mise en place par l'éleveur si besoin afin d'éviter les mouvements latéraux. Aucune contention chimique n'a été nécessaire tout au long de l'étude.

b) Examens échographiques

La zone à échographier a été tondue caudalement au membre thoracique, jusqu'à la onzième côte à gauche et la douzième côte à droite caudalement et jusqu'à la pointe du coude ventralement. La peau a été imbibée d'alcool à 70° puis l'examen a été réalisé au niveau de chaque espace intercostal, du plus caudal au plus crânial, en balayant l'aire d'exploration de la partie dorsale à la partie ventrale à l'aide d'une sonde semi-convexe.

Les examens échographiques ont eu lieu chaque semaine entre le 4 janvier 2024 et le 27 mars 2024. L'échographe utilisé, présenté en annexe 3, était un appareil Draminski® iScan2 avec une sonde semi-convexe rectale 5 MHz (3 – 7,5 MHz). Les réglages choisis étaient ceux pré-enregistrés sous l'appellation « poumons » dans l'échographe, à savoir : 8 cm de profondeur et 8 MHz de fréquence. Ces paramètres ont parfois été modifiés en fonction des animaux et des lésions observées. Les principales anomalies détectées à l'échographie, leur localisation ainsi que leur extension ont été enregistrées pour chaque animal (Annexe 4) et, dès que possible, un score échographique a été associé, en se basant sur celui établi par l'Université du Wisconsin-Madison vu précédemment (voir partie II.E.2.c).

c) Critères échographiques recherchés

Les critères échographiques évocateurs d'une pneumonie ou d'une bronchopneumonie sont : une irrégularité de la surface pleurale matérialisée par de nombreux artefacts en queue de comète à partir des plèvres, des images de consolidation pulmonaire avec une « hépatisation » du parenchyme pulmonaire, des artefacts en cônes d'ombre, des éléments ponctuels échogènes, des bronchogrammes ou encore des alvéologrammes.

Les critères échographiques évocateurs d'un épanchement pleural sont : la séparation des plèvres viscérale et pariétale par un liquide anéchogène à hypoéchogène.

Les critères échographiques évocateurs d'une pleurésie sont : une séparation de la plèvre pariétale et de la plèvre viscérale et la présence de brins voire de *septa* de fibrine dans la cavité pleurale.

B. Résultats

1. Diagnostic précoce

Au cours de cette étude expérimentale en élevage, il a été difficile d'évaluer l'efficacité de l'échographie thoracique comme outil de diagnostic précoce des lésions pulmonaires. En effet, l'épisode respiratoire clinique majeur était déjà passé un mois avant le début des premières échographies. Cependant, quatre individus nés après le passage infectieux ont été introduits progressivement à partir de fin janvier, ils n'ont donc pas été affectés par celui-ci. Ces quatre génisses ont été échographiées suite à une diminution de l'ingestion de lait remarquée par l'éleveur le matin même. La température rectale prise en suivant était dans les normes (entre 38°C et 39,3°C (Reece et al. 2015)) pour les quatre. Une de ces quatre génisses a présenté de

l'hyperthermie la semaine suivante et a reçu pour cela de l'Amphoprim® et de la Tolfine®, ce qui a conduit à une amélioration clinique.

Ce qui a été constaté chez ces quatre génisses, c'est la présence de lésions de consolidation inférieures à 1 cm dès le début de la dysorexie pour deux d'entre elles (50%). Les deux autres n'en ont présenté qu'au bout de 2 à 4 semaines et une seule génisse (celle ayant présenté de l'hyperthermie) a développé une lésion d'extension modérée (entre 1 et 2 cm) qui était encore identifiable lors de la dernière visite. Aucune lésion de consolidation supérieure à 2 cm, d'épanchement ou d'abcès n'a été visualisé chez ses génisses, de leur intégration à la fin de l'étude.

Il semble donc possible de détecter des lésions pulmonaires de petite taille assez précocement en réalisant une échographie thoracique dès le début des signes cliniques (dysorexie).

2. Suivi échographique

a) Suivi des lésions pulmonaires

Pour ce qui est des lésions pulmonaires mises en évidence au cours de ce suivi hebdomadaire de 3 mois, aucun abcès pulmonaire n'a été constaté. Concernant les lésions caractérisées par des queues de comète, les quinze génisses (100%) en ont présenté tout au long de l'étude, qu'elles aient été malades ou non. Ces queues de comète étaient associées à des lésions de consolidation supérieures à 1 cm chez 7 génisses sur les 15 (46,7%), soit chez un peu moins de la moitié des individus avec des lésions lobaires. Ces queues de comète ne sont donc pas significatives de lésion en particulier et peuvent être présentes chez des animaux malades comme chez des animaux sains. Cela a été confirmé par d'autres études (Buczinski et al. 2014; Lallemand, Coudray 2016; Hussein, Binici, Staufenbiel 2018; Fiore et al. 2022; Cuevas-Gómez et al. 2021; Flöck 2004; Ollivett et al. 2015).

Un cas de pleuropneumonie bilatérale a été observé au début du suivi. La pleurésie s'est résorbée en 1 semaine du côté droit (à partir du 11 janvier 2024) et en 2 semaines du côté gauche (à partir du 19 janvier 2024) avant d'être de nouveau visualisée à droite, un mois et demi après et pendant trois semaines (du 8 au 22 mars 2024). Aucun signe clinique n'a accompagné ces nouvelles lésions de pleurésie. Les lésions de bronchopneumonie sévère (consolidation supérieure à 5 cm et touchant plus de 3 lobes) accompagnant la pleurésie initiale ont été identifiables durant les 3 mois (Figure 28).

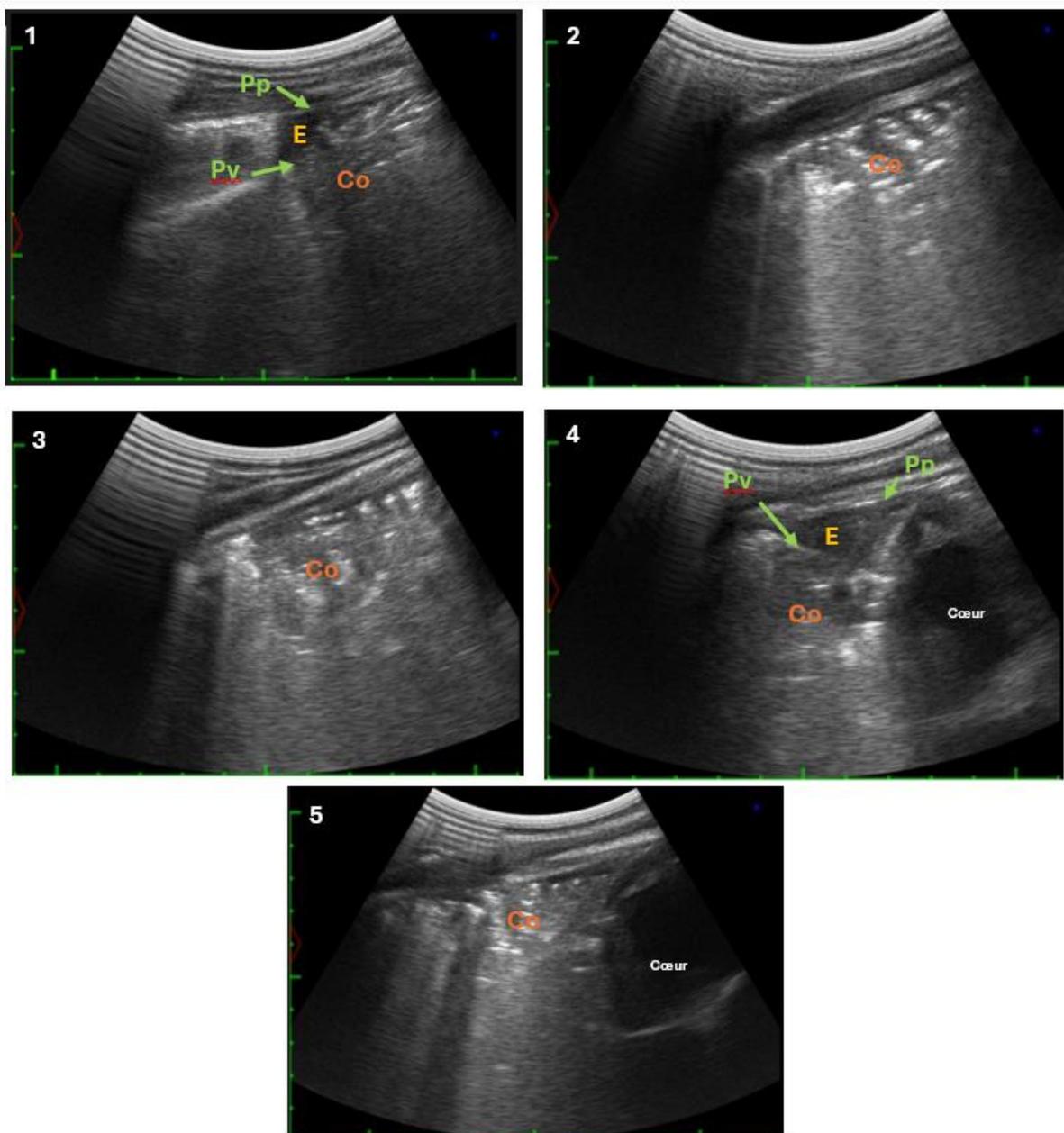


Figure 28 : Evolution lésionnelle d'un cas de pleuropneumonie : 4^{ème} espace intercostal droit. 1 : 04/01/2024, épanchement pleural (E) contenant des éléments figurés hyperéchogènes et séparant les plèvres pariétale (Pp) et viscérale (Pv) associé à un foyer de consolidation (Co). 2 : 19/01/2024, foyer de consolidation (Co). 3 : 29/02/2024, foyer de consolidation (Co). 4 : 8 au 22/03/2024, nouvel épanchement (E) visualisé. 5 : 28/03/2024, foyer de consolidation (Co). Image de l'auteure – Pathologie des ruminants ENVT.

En ce qui concerne les lésions de consolidation, la grande majorité sont des lésions de taille inférieure à 1 cm (46,2% (30/65)) ou comprise entre 1 et 2 cm (41,5% (27/65)) (Figures 29 et 30 respectivement).

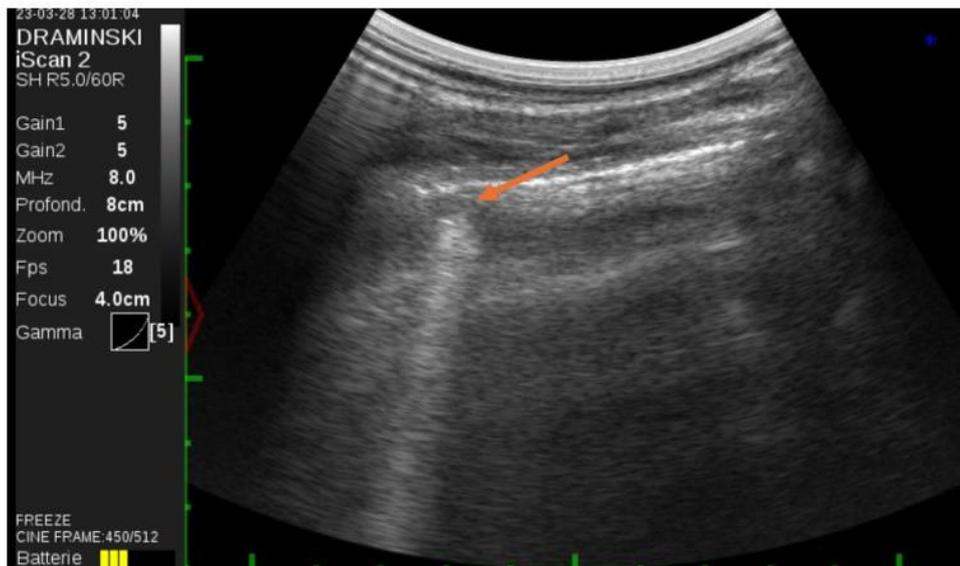


Figure 29 : Foyer de consolidation inférieur à 1 cm de profondeur (flèche). Image de l'auteure – Pathologie des ruminants ENVT.

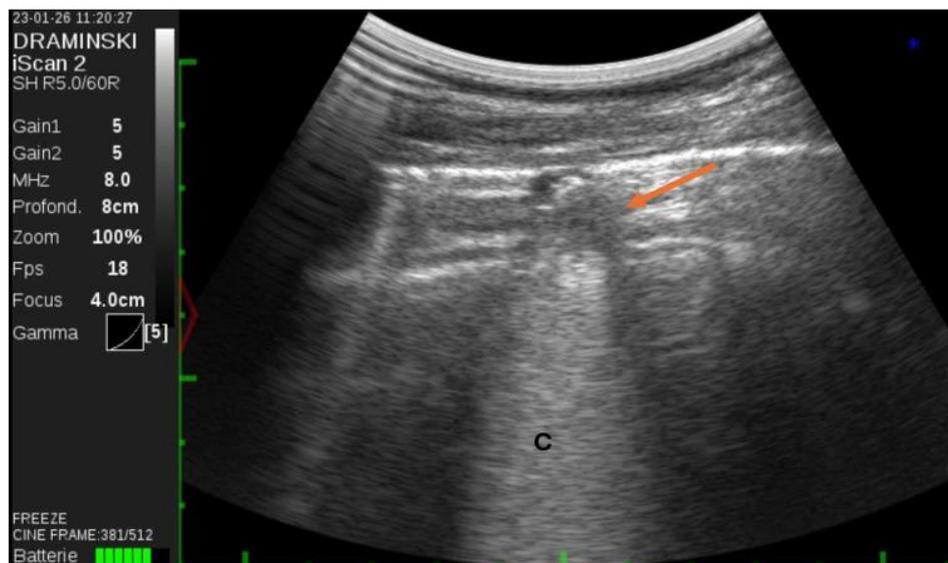


Figure 30 : Foyer de consolidation de 1,5 cm de profondeur (flèche) associé à une queue de comète (C). Image de l'auteure – Pathologie des ruminants ENVT.

Les lésions supérieures ou égales à 2 cm représentent 12,3% (8/65) des lésions et sont présentes uniquement chez les animaux ayant subi l'épisode infectieux (Tableau 3). Elles ont été identifiées chez trois individus et sont caractéristiques d'une bronchopneumonie marquée à sévère selon leur profondeur et le nombre de lobe atteint.

Pour ce qui est des lésions de taille inférieure à 1 cm et celles dont la taille est comprise entre 1 et 2 cm, seulement 6,7% (2/30) et 7,4% (2/27) respectivement sont encore présentes à la fin de l'étude au bout de 3 mois. En regardant les mêmes

indicateurs uniquement pour les génisses présentes en décembre 2023, 4,2% (1/24) et 4% (1/25) des lésions inférieures à 1 cm et comprises entre 1 et 2 cm respectivement sont encore présentes fin mars. En revanche, toutes les lésions de taille supérieure à 2 cm ont été détectées jusqu'à la fin. Pour ce qui est des génisses nées après le passage infectieux de décembre, uniquement des lésions inférieures à 2 cm ont été détectées. Parmi les lésions inférieures à 1 cm, 5 lésions sur 6 (83,3%) ont disparu au cours de l'étude.

Il apparait donc que les lésions de consolidation de taille inférieure à 2 cm sont capables de régresser voire de guérir en grande majorité contrairement à celle dont la taille est supérieure à 2 cm qui semblent irréversibles.

Tableau 3 : Répartition et évolution des lésions de consolidation.

	Tous individus	Individus présents pendant l'épisode clinique en décembre 2023	Individus nés après l'épisode de décembre 2023
Lésions < 1 cm	30/65 (46,2%)	24/57 (42,1%)	6/8 (75%)
présente à la fin	2/30 (6,7%)	1/24 (4,2%)	1/6 (16,7%)
absente à la fin	28/30 (93,3%)	23/24 (95,8%)	5/6 (83,3%)
Lésions ≥ 1 cm et < 2 cm	27/65 (41,5%)	25/57 (43,9%)	2/8 (25%)
présente à la fin	2/27 (7,4%)	1/25 (4%)	1/2 (50%)
absente à la fin	25/27 (92,6%)	24/25 (96%)	1/2 (50%)
Lésions ≥ 2 cm	8/65 (12,3%)	8/57 (14%)	0
présente à la fin	8/8 (100%)	8/8 (100%)	0
absente à la fin	0/8 (0%)	0/8 (0%)	0

b) Suivi du score échographique

En se penchant sur le score échographique attribué à chaque animal et son évolution (Tableau 4), la proportion de génisses avec un score inférieur ou égal à 2 pendant les trois mois de l'étude est de 8 sur 15 (53,3%). En prenant en compte uniquement les animaux présents au cours de l'épisode clinique de décembre 2023 cette proportion passe à 5 sur 11 (45,5%). Elle est de 3 sur 4 (75%) chez les génisses nées après l'épisode clinique. Parmi les 5 génisses, deux seulement n'ont pas été

malades et n'ont pas reçu de traitement. Les 3 autres ont présenté des signes cliniques, nécessitant au moins une visite des vétérinaires, et ont reçu 1 ou 2 traitements antibiotiques et anti-inflammatoires (voir partie III.A.2) début décembre. L'absence de lésions lobaires (score échographique < 3) chez ces 3 génisses peut s'expliquer soit par la mise en place d'un traitement assez précoce qui n'a pas permis le développement de lésions lobaires, soit par la présence de lésions plus grandes initialement et qui auraient régressé avant début janvier et les premières échographies, soit ces génisses présentent des lésions plus profondes et non accolées à la plèvre et donc non visibles à l'échographie.

En regardant maintenant les génisses ayant présenté au moins une fois un score échographique supérieur ou égal à 3, il y en a 7 sur 15 (46,7%) tout individu confondu, 6 sur 11 (54,5%) chez les génisses présentes en décembre 2023 et 1 sur 4 (25%) chez les génisses nées après décembre. Il semble donc que les génisses présentes dans le bâtiment au moment du passage infectieux ont développés plus de lésions lobaires au cours du suivi que celles nées en janvier. Cependant, il faut prendre en compte l'effectif qui est beaucoup plus réduit chez ces dernières. Les 6 génisses présentes en décembre lors du passage infectieux ont toutes été malades et ont toutes reçu au moins un traitement (voir partie III.A.2). Sur les 6, 3 ont vu ces lésions lobaires diminuer de taille voire disparaître. Pour les 3 autres génisses, les différents traitements n'ont pas permis d'améliorer le score échographique (certaines ont reçu un ou plusieurs traitements antibiotiques et anti-inflammatoires au cours de l'étude donc après le passage infectieux, notamment en janvier).

En se focalisant maintenant sur les génisses qui ont présenté un score échographique supérieur ou égal à 3 pendant toute la durée de l'expérimentation, il y en a 20% (3/15) tout individu confondu, 27,3% (3/11) chez les génisses présentes en décembre 2023 et 25% (1/4) chez les génisses plus jeunes.

Pour ce qui est du suivi global du score échographique, 2 génisses sur 15 (13,3%) ont eu une amélioration de leur score échographique, 3 sur 15 (20%) une dégradation et 9 sur 15 (60%) ont présenté un score échographique fluctuant. Parmi ces dernières, 5 sur 9 (55,6%) n'ont jamais présenté de lésions lobaires (score échographique entre 0 et 2 pendant trois mois) tandis que 1 sur 9 (11,1%) en a développé et gardé une jusqu'à la fin de l'étude, et 3 sur 9 (33,3%) en ont développé une qui a réduit ou disparu au cours des trois mois (score échographique passé au-dessus de 3 puis en-dessous à la fin). En se focalisant sur les mêmes paramètres mais uniquement chez les 11 génisses présentes au cours de l'épisode infectieux, une

(9,1%) a présenté une amélioration de son score échographique, deux (18,2%) une dégradation et 8 (72,7%) ont eu un score échographique fluctuant. Parmi ces 8, 4 (50%) n'ont pas présenté de lésions lobaires, une (12,5%) en a développé et gardé une jusqu'au 27 mars et 3 (37,5%) en ont une qui a réduit ou disparu. A chaque fois, les lésions lobaires n'étant plus détectées à la fin sont des lésions qui étaient toutes inférieures à 2 cm de profondeur. Pour ce qui est des quatre génisses nées après décembre 2023, une a présenté une amélioration de son score échographique, une a vu son score se dégrader et chez la troisième une fluctuation du score échographique a été observée. La dernière a présenté un score échographique stable, qui peut s'expliquer par son intégration uniquement les deux dernières semaines de l'étude. Le score échographique utilisé a un intérêt pour classer les génisses à un instant donné mais il semble beaucoup plus difficile à interpréter sur un suivi. En effet, dans la plupart des cas il fluctue entre amélioration puis dégradation.

Tableau 4 : Evolution du score échographique.

	Tous individus	Individus présents pendant l'épisode clinique en décembre 2023	Individus nés après l'épisode de décembre 2023
Score ≤ 2 tout le long	8/15 (53,3%)	5/11 (45,5%)	3/4 (75%)
Score ≥ 3 tout le long	3/15 (20%)	3/11 (27,3%)	1/4 (25%)
Score ≥ 3 au moins une fois	7/15 (46,7%)	6/11 (54,5%)	1/4 (25%)
Amélioration du score	2/15 (13,3%)	1/11 (9,1%)	1/4 (25%)
Dégradation du score	3/15 (20%)	2/11 (18,2%)	1/4 (25%)
Fluctuation du score	9/15 (60%)	8/11 (72,7%)	1/4 (25%)
sans consolidation tout le long	5/9 (55,6%)	4/8 (50%)	1/1 (100%)
avec consolidation à la fin	1/9 (11,1%)	1/8 (12,5%)	0
avec consolidation disparue	3/9 (33,3%)	3/8 (37,5%)	0

3. Distribution des lésions au sein des différents lobes pulmonaires

En se penchant sur la répartition des différentes anomalies observées au sein du parenchyme pulmonaire (queues de comète et lésions de consolidation de taille variable), les queues de comète étaient présentes au départ de la plèvre accolée à chaque lobe. Il n'y a donc pas un lobe plus touché qu'un d'autre par cette anomalie.

En regardant maintenant les lésions de consolidation, tous les lobes pulmonaires ont présenté des lésions de consolidation inférieures à 1 cm. En revanche pour ce qui est des lésions de plus grande taille (Tableau 5), 36% (9/25) des lésions comprises entre 1 et 2 cm et 50% (4/8) des lésions supérieures à 2 cm sont localisées dans le lobe moyen crânial droit, et 36% (9/25) des lésions comprises entre 1 et 2 cm et 37,5% (3/8) des lésions supérieures à 2 cm sont localisées dans le lobe crânial gauche. En différenciant les deux parties du lobe crânial gauche, la majorité des lésions comprises entre 1 et 2 cm et supérieures à 2 cm (28% (7/25) et 25% (2/8) respectivement) sont situées dans la partie caudale de ce lobe crânial. Pour ce qui est du lobe moyen caudal droit, il est la localisation de 8% (2/25) des lésions comprises entre 1 et 2 cm et de 12,5% (1/8) des lésions supérieures à 2 cm. Les lobes caudaux droit et gauche n'ont pas hébergé de lésions supérieures à 2 cm au cours des 3 mois de suivi, en revanche, le lobe caudal droit a présenté 16% (4/25) des lésions comprises entre 1 et 2 cm contre 4% (1/25) dans le gauche. Les lobes pulmonaires les plus affectés par les lésions de consolidation supérieures à 1 cm sont donc les lobes crânial gauche, moyen crânial droit et moyen caudal droit.

Tableau 5 : Répartition des lésions de consolidation au sein des différents lobes pulmonaires.

	Lobe moyen crânial droit	Lobe moyen caudal droit	Lobe caudal droit	Partie crâniale lobe crânial gauche	Partie caudale lobe crânial gauche	Lobe caudal gauche
Lésions ≥ 1 cm et < 2 cm	9/25 (36%)	2/25 (8%)	4/25 (16%)	2/25 (8%)	7/25 (28%)	1/25 (4%)
				9/25 (36%)		
Lésions ≥ 2 cm	4/8 (50%)	1/8 (12,5%)	0	1/8 (12,5%)	2/8 (25%)	0
				3/8 (37,5%)		

4. Chez les vaches adultes

La vache 0027 a été vue la première fois par le vétérinaire le 18 octobre 2023 pour hyperthermie et dyspnée. L'échographie réalisée en suivant avait révélé la présence d'une pleurésie fibrineuse sévère à droite (6 cm de profondeur sur 10 cm de long – 6^{ème} EIC) et de nombreuses queues de comète à gauche crânialement (du 4^{ème} au 6^{ème} EIC). Lors de la première visite le 4 janvier, cette vache s'était complètement rétablie cliniquement et a été échographiée afin de voir l'évolution lésionnelle du parenchyme pulmonaire : des lésions de consolidation étaient présentes à droite et à gauche sur 8 à 10 cm de profondeur du 4^{ème} au 6^{ème} EIC, témoignant d'une bronchopneumonie bilatérale sévère. Ces lésions ont de nouveau été visualisées le 31 janvier et le 16 février 2024 (Figure 31). Cette vache est partie à l'abattoir le 20 février 2024 et n'a pas été l'objet de saisie.

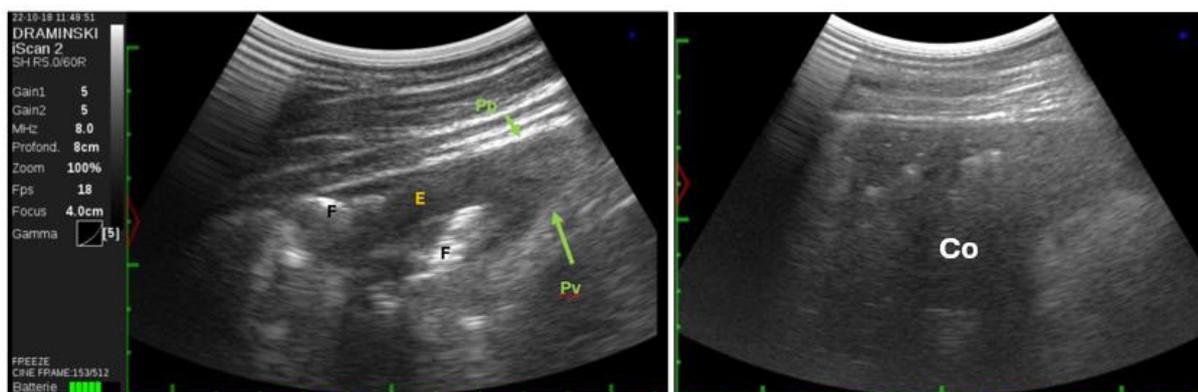


Figure 31 : Evolution lésionnelle chez la vache 0027 : 5^{ème} EIC droit. A gauche : 18/10/2023, épanchement pleural (E) avec flammèches de fibrine (F) séparant la plèvre pariétale (Pp) de la plèvre viscérale (Pv). A droite : 16/02/2024, visualisation du parenchyme pulmonaire consolidé (Co). Image de l'auteure – Pathologie des ruminants ENVT.

La vache 5741 a été échographiée les 4 et 31 janvier 2024, la vache 7489 le 4 janvier 2024 et la vache 0512 les 11 janvier et 21 mars 2024. Aucune lésion n'a été observée chez ces trois animaux.

La vache 7485 a présenté des troubles respiratoires vers 4 à 5 mois d'âge. Elle a été échographiée le 31 janvier 2024 (3 ans). Des lésions de consolidation sévères ont été mises en évidence bilatéralement au niveau des 4^{ème} et 5^{ème} EIC sur 7 à 8 cm de profondeur (partie caudale du lobe crânial gauche et lobe moyen crânial droit) (Figure 32). Cet animal a été abattu le 13 mai 2024 et n'a pas été l'objet de saisie.

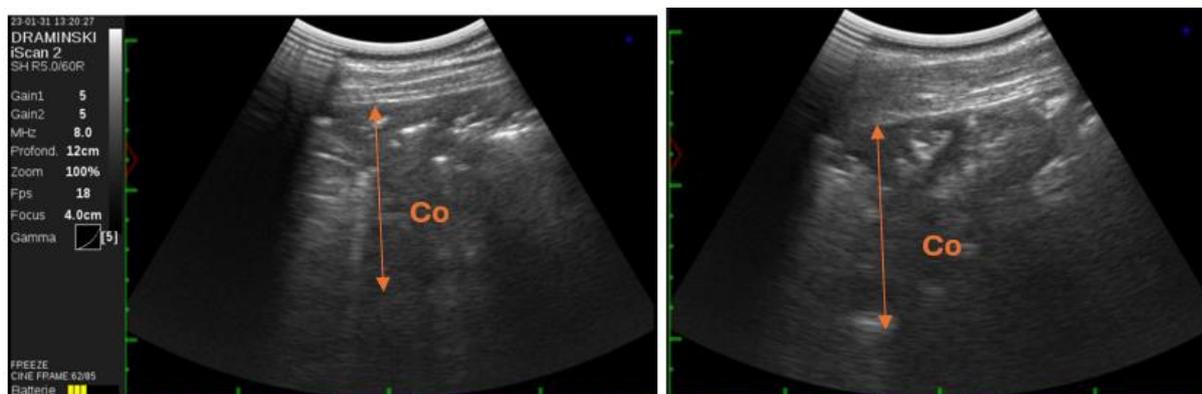


Figure 32 : Lésions de consolidation (Co) chez la vache 7485. A gauche : 4^{ème} espace intercostal gauche. A droite : 4^{ème} espace intercostal droit. Image de l'auteure – Pathologie des ruminants ENVT.

C. Discussion

1. Réalisation des échographies thoraciques

Cette étude au sein d'un élevage laitier a permis de mettre en évidence tout d'abord la facilité de réalisation des échographies sur des jeunes génisses de renouvellement laitières. En effet, la contention des animaux était facile, ne nécessitant une aide de l'éleveur que sur des génisses plus âgées (aux alentours de 6 mois d'âge) afin de pouvoir insérer la sonde échographique en arrière de l'épaule, sous le membre antérieur, ou d'éviter les mouvements latéraux des animaux. De même sur les quelques adultes échographiés, la seule difficulté était de passer sous le membre thoracique. Il est donc plus difficile d'avoir accès aux lobes crâniens. Une étude identique mais sur des bovins de race allaitante aurait été plus délicate pour avoir accès à l'entièreté du champ pulmonaire, notamment aux lobes crâniens (Ollivett et al. 2015), en raison de leur musculature plus développée et de leur caractère en général moins placide que celui des Prim'Holstein.

Ensuite, cet examen permet une analyse objective de la santé pulmonaire (Ollivett et al. 2015) et se réalise rapidement : 2 à 3 minutes par veaux âgés de moins de 2 à 3 mois peuvent suffire (Buczinski et al. 2017). Ici, il durait entre 10 et 15 minutes par génisse de 4 à 6 mois. Cet outil ne nécessite pas non plus une grande expérience pour détecter les lésions : c'est un examen rapidement accessible même pour des opérateurs peu expérimentés et avec une très bonne reproductibilité entre opérateurs (Lallemant, Coudray 2016; Buczinski, Forté, Bélanger 2013; Buczinski et al. 2018; Pravettoni et al. 2021). Même au sein d'un groupe de novices aux performances en échographie variables il est possible d'avoir une bonne précision diagnostique et un bon accord entre opérateurs. Cependant il est intéressant de s'entraîner, sur le terrain

mais aussi au travers de formations théoriques permettant par exemple de différencier un tissu sain d'un tissu malade ou encore d'éviter les pièges, afin d'améliorer encore les performances de détection (Jourquin et al. 2024). En effet, mes propres performances de détection et d'interprétation des différentes lésions ont été nettement améliorées au cours de ces treize semaines de suivi hebdomadaire, alors que je n'avais jamais réalisé d'échographie pulmonaire auparavant.

Il est également possible de noter qu'une grande proportion des cliniques vétérinaires dispose d'un appareil pour les suivis de reproduction, il est donc envisageable de mettre en place, sans frais supplémentaires pour les cliniques, un suivi lésionnel pulmonaire. Comme dit précédemment, les appareils utilisés en reproduction suffisent amplement pour les échographies thoraciques (Ollivett, Buczinski 2016; Scott 2016; Buczinski, Descoteaux 2009; Streeter, Step 2007; Maillard, Belbis, Mogicato 2022), et cela s'est confirmé au cours de cette étude.

L'échographie est également un moyen non invasif d'exploration du système respiratoire tout comme la radiographie ou le scanner. Plusieurs études ont démontré que l'examen échographique des poumons était le plus corrélé avec les résultats de l'autopsie par rapport à l'auscultation thoracique ou un examen clinique complet (Rabeling et al. 1998; Ollivett et al. 2015; Buczinski, Forté, Bélanger 2013; Leruste et al. 2012). En effet, Ollivett et al. rapporte que les lésions de consolidation sont associées à un poumon rouge, ferme et avec des modifications macroscopiques à l'autopsie dans tous les cas et que l'identification de ces lésions pulmonaires à l'aide de l'échographie prédit la présence de lésions macroscopiques et histopathologiques. La corrélation entre les lésions pulmonaires visualisées à la radiographie ou au scanner et celles présentes à l'autopsie chez des veaux est elle aussi élevée (Hussein, Binici, Staufenbiel 2018; Lubbers et al. 2007). De plus, des études ont démontré une bonne corrélation entre l'utilisation de l'échographie et de la radiographie ou du scanner chez les veaux lors de pathologie respiratoire (Hussein, Binici, Staufenbiel 2018; Buczinski, Forté, Bélanger 2013). Même si la radiographie permet d'identifier des lésions diffuses et profondes du parenchyme pulmonaire (Flöck 2004) contrairement à l'échographie, cette dernière est plus précise en partie crâniale du thorax, du fait de la superposition des tissus, des os et du cœur avec le parenchyme pulmonaire, rendant l'interprétation du thorax crânial plus difficile à la radiographie. L'échographie du thorax permet également de visualiser plus précisément un épanchement, de déterminer son extension et de trouver le site idéal pour le ponctionner (Babkine, Blond 2009). Il y a donc une complémentarité entre échographie

et radiographie ou scanner. Cependant, ces deux derniers examens d'imagerie nécessitent un équipement beaucoup plus important et encombrant, entraînent des frais plus élevés (pour l'éleveur mais aussi pour les vétérinaires lors de l'investissement et pour l'entretien) ainsi que la nécessité d'anesthésier les animaux, ce qui conduit à des contraintes supplémentaires sur le terrain. De plus, ils exposent l'opérateur, l'animal et éventuellement l'éleveur à des rayons X, ce qui n'est pas négligeable (Hussein, Binici, Staufenbiel 2018; Lallemand, Coudray 2016). En élevage, la seule modalité d'imagerie du thorax envisageable est donc l'échographie.

2. Détection précoce et informations pronostiques

Au cours de ces treize semaines de suivi, il a été possible de détecter des lésions pulmonaires de petite taille assez précocement, au début des tous premiers signes cliniques (dysorexie), et de suivre leur évolution. Cependant, l'objectif initial était de détecter ces lésions pulmonaires en amont de la présentation clinique. La difficulté à remplir cet objectif repose sur le fait que le passage infectieux avait déjà eu lieu dans l'élevage, touchant un nombre assez important d'animaux. L'intégration de nouveaux individus n'ayant pas subi la pression infectieuse fin 2023 a été possible mais limitée en regard du temps disponible et de l'organisation avec l'éleveur. Peut-être que réduire l'échantillon d'animaux malades en décembre et augmenter celui d'animaux nés après aurait permis de démontrer l'utilité de l'échographie thoracique comme outil de détection précoce des lésions pulmonaires, comme l'ont fait de nombreux auteurs (Buczinski et al. 2014; Cuevas-Gómez et al. 2021; Ollivett et al. 2015). En effet, une étude a constaté qu'il était possible de détecter des lésions de consolidation de 1 cm de profondeur à partir d'une semaine d'âge, que 33% des lésions de consolidation apparaissent dans les 10 jours d'âge et que l'incidence maximale des lésions de consolidation est à 10 semaines (Abdallah et al. 2019).

La détection précoce des lésions pulmonaires permet de cibler les animaux à soigner mais également de contrôler l'efficacité des mesures préventives appliquées dans l'élevage (Lallemand, Coudray 2016), et d'adapter les mesures de suivi en fonction des lésions observées et de l'évolution clinique des animaux. Elle conduit alors à une identification des animaux en phase subclinique (Cuevas-Gómez et al. 2021; Ollivett et al. 2015) et permet donc d'améliorer les conditions de bien-être animal et de réduire les pertes économiques engendrées par ces pathologies respiratoires (frais vétérinaires, réduction du GMQ, diminution de la production laitière...) (Fiore et al. 2022).

En effet, il y a une sous-évaluation de l'impact à moyen terme des maladies respiratoires, en élevage laitier comme en allaitant, car de nombreux animaux sont considérés comme sains alors qu'ils présentent des lésions sévères du parenchyme pulmonaire (Lallemand, Coudray 2016). Les informations pronostiques apportées par l'échographie sont donc à prendre en compte quant au devenir de l'animal et à la nécessité ou non de mettre en place un traitement d'un point de vue rentabilité pour l'éleveur. En élevage laitier, l'échographie pulmonaire peut être utilisée par exemple pour déterminer des critères de sélection des génisses de renouvellement (Lallemand, Coudray 2016). En effet, des génisses présentant des lésions de consolidation à 60 jours d'âge ont moins de chance d'être gravides et sont plus susceptibles d'être réformées avant leur première mise-bas (Abdallah et al. 2019). Ces lésions de consolidation au sevrage diminuent aussi la réussite aux inséminations artificielles (Buczinski et al. 2017). Cette diminution du taux de réussite à l'insémination artificielle peut également être observée chez des animaux adultes ayant présenté un épisode de pneumonie au cours d'une lactation. Cela a été le cas dans l'élevage de Colombières pour la vache 0027 ayant présenté un pleurésie fibrineuse sévère en octobre 2023, remplacée par des lésions de bronchopneumonie sévère en janvier. Cette vache n'a plus été vue en chaleur depuis son épisode de pleuropneumonie et à l'examen échographique gynécologique fin janvier, les ovaires étaient au repos.

Il a également été démontré que de la consolidation chez les génisses laitières peut entraîner un risque de mortalité plus élevé, une diminution du GMQ ou encore une baisse de la production laitière à la première lactation (Masset et al. 2022). Dans l'élevage aveyronnais concerné par l'étude, cette dernière constatation a été confirmée : la vache 7485, en début de deuxième lactation, a été échographiée car elle présentait une faible production laitière, tout comme cela avait été le cas lors de sa première lactation. L'éleveur a précisé qu'elle avait présenté des troubles respiratoires quand elle était âgée de 4 ou 5 mois. L'échographie réalisée durant cette étude a mis en évidence des lésions de consolidation sévères dans la partie caudale du lobe crânial gauche et dans le lobe moyen crânial droit. Cette vache a été abattue le 13 mai 2024 et un faible poids de carcasse a été constaté, confirmant l'impact des lésions pulmonaires sur la croissance des génisses laitières et leur développement musculaire.

L'échographie peut aussi apporter des informations pronostiques utiles en pré-sevrage, avec la possibilité de dresser un portrait de la santé respiratoire du pré-troupeau en échographiant 10 à 20 veaux à partir d'une semaine d'âge environ

(Buczinski et al. 2017), mais aussi à l'arrivée en centre d'engraissement (Rademacher et al. 2014) en permettant de séparer les animaux nécessitant un suivi médical plus poussé ou ceux présentant un risque de diminution de GMQ (Masset et al. 2022). En pré-sevrage, des veaux avec un score échographique de 4 selon la grille de l'Université du Wisconsin-Madison ont un GMQ réduit de 120 g par jour par rapport à ceux qui ont un score échographique de 1 (Cuevas-Gómez et al. 2021). En atelier d'engraissement, les veaux présentant des lésions de consolidation à l'arrivée ont un GMQ diminué d'environ 70 g par jour par rapport à ceux qui n'en ont pas et ils sont plus susceptibles de développer une pneumonie. De plus, les veaux avec une pneumonie non traitée ou chronique ont un GMQ diminué de 120 à 170 g par jour par rapport aux veaux sans pneumonie. En revanche, les veaux ayant guéri de leur pneumonie n'ont pas de différence significative de GMQ avec les veaux n'ayant pas présenté de pneumonie. Pour ce qui est du poids de carcasse, les animaux avec une pneumonie chronique ont un poids de carcasse plus faibles que les animaux sans (Jourquin et al. 2023). Par rapport à la profondeur des lésions de consolidation détectées, une profondeur de 5 cm à l'arrivée en centre d'engraissement aurait une sensibilité (Se) de 75% et une spécificité (Sp) de 82% pour prédire la mort d'un animal (Rademacher et al. 2014). En revanche, une autre étude aurait démontré que l'échographie à l'entrée en atelier d'engraissement n'aurait pas de valeur pronostique ou diagnostique mais pourrait être utile pour évaluer les animaux atteints de pathologie chronique et estimer l'étendue de la pathologie pulmonaire (Abutarbush et al. 2012). Il apparaît tout de même important de détecter précocement les animaux à risque de développer une affection respiratoire à l'arrivée en centre d'engraissement afin de limiter au maximum son impact sur la croissance.

Ce qu'il est cependant important de noter, c'est que pour faire du diagnostic précoce afin de réduire l'impact économique des lésions pulmonaires, que ce soit pour sélectionner les génisses de renouvellement ou à l'arrivée en centre d'engraissement, l'idéal est d'échographier un très grand nombre d'animaux. Cela nécessite donc du temps, notamment lors des débuts en échographie, et donc un éleveur motivé et disponible. La durée de réalisation de l'examen peut être diminuée en commençant par le thorax crânio-ventral, lieu de prédilection des lésions de consolidation (Flöck 2004). En effet, il n'y a pas de différence significative entre l'échographie complète du poumon et l'échographie du thorax crânial et moyen, ce qui rend cette technique rapide et sensible pour détecter les veaux avec des lésions de consolidation dans les une à deux semaines suivant l'arrivée en atelier d'engraissement. Cependant, il faut prendre

en considération que c'est la partie du thorax la plus difficile à interpréter (Masset et al. 2022). Pour ne pas risquer de manquer une lésion dans les lobes caudaux, il est possible de gagner du temps avec l'expérience et donc en pratiquant. Il est même possible avec de l'expérience de poser le diagnostic de lésions compatibles avec une pathologie respiratoire en moins d'une minute (Fiore et al. 2022).

3. Répartition des lésions de consolidation au sein du parenchyme pulmonaire

Comme précisé ci-dessus, le thorax crânio-ventral est le lieu de prédilection des lésions de consolidation, constat réalisé par de nombreux auteurs s'intéressant aux lésions pulmonaires chez les bovins depuis plusieurs années (Rabeling et al. 1998; Flöck 2004; Buczinski, Forté, Bélanger 2013; Rademacher et al. 2014; Ollivett et al. 2015; Lallemand, Coudray 2016; Fiore et al. 2022; Masset et al. 2022). Dans notre étude, il a été mis en évidence une plus grande susceptibilité des lobes moyen crânial droit, moyen caudal droit et crânial gauche à héberger des lésions lobaires. Au sein du lobe crânial gauche, il apparaît dans cette étude que la partie caudale est la plus touchée. Cela peut s'expliquer par une plus grande difficulté à échographier les 2^{ème} et 3^{ème} EIC (seulement le 3^{ème} a été échographié ici). En ce qui concerne le lobe crânial droit, une forte supposition de son atteinte peut aussi être faite, en regard des recherches précédentes et de l'anatomie des poumons chez les bovins (les agents infectieux atteignent les lobes crâniaux et « tombent » ventralement), mais n'a pas pu être constatée ici du fait de la difficulté à regarder plus crânialement dans le thorax.

4. Mesures de suivi

Pour un suivi efficace et utile sur le long terme, il est important de bien noter toutes les lésions visualisées et leur localisation afin d'avoir des données les plus précises possibles lors des visites suivantes. Il y a donc du temps à dédier à cela, ce qui peut être parfois compliqué en clientèle.

Dans cette étude, l'analyse des enregistrements de chaque semaine a majoritairement été faite après la période d'étude, en raison du temps disponible. Les lésions de chaque animal n'ont donc pas forcément été toutes vues d'une semaine sur l'autre, notamment celles de petite taille. Cela peut s'expliquer par l'orientation de la sonde qui n'était pas forcément identique à chaque fois, ou par un animal qui a bougé ou encore par une attention diminuée au bout de trois ou quatre heures d'étude. Du fait du positionnement aléatoire des animaux au cornadis (un animal ne se place

jamais toujours au même endroit), une génisse avec des lésions de petite taille peut être échographiée à la fin de la matinée et donc les lésions peuvent ne pas être visualisées du fait de la baisse de concentration de l'opérateur. Cependant, un suivi de chaque lésion a quand même été possible au cours des 13 semaines, même s'il manque parfois les images sur une ou deux semaines. Le suivi peut donc être espacé et ne pas être systématiquement hebdomadaire.

5. Suivi du score échographique

En se penchant maintenant sur le suivi du score échographique, il semble qu'à l'échelle de cet élevage environ 50% des génisses de renouvellement ne développent pas de lésions lobaires et que 20% en ont sur le long terme et potentiellement à vie. En regardant maintenant l'impact d'un passage infectieux sur les génisses de cet élevage, plus de la moitié de celles-ci (54.5%) sont susceptibles d'avoir une lésion de consolidation lobaire après le passage d'un agent infectieux respiratoire et qu'un gros quart (27.3%) en gardera une sur le long terme. Les chiffres sont cependant à relativiser en regard du faible nombre d'animaux échographiés.

La mise en place d'un traitement lors du passage infectieux n'a pas permis la guérison de toutes les lésions lobaires. Effectivement, même sous traitement, certaines génisses n'ont pas vu leur score échographique s'améliorer : le traitement était peut-être trop tardif, non adapté au pathogène en question ou les génisses étaient plus sensibles à ce dernier, et cela a conduit à des lésions irréversibles du parenchyme pulmonaire. La taille initiale ou l'extension des lésions pulmonaires peut aussi entrer en jeu dans la cicatrisation du tissu.

Il est donc important d'essayer de détecter les lésions précocement et de mettre en place un traitement adapté si besoin, afin d'éviter d'avoir des génisses de renouvellement présentant des poumons trop lésés par des lésions d'extension marquée, ce qui pourrait entraîner une baisse des performances de l'élevage et donc des pertes économiques.

6. Suivi des lésions de consolidation

Durant cette étude, l'échographie thoracique a permis le suivi des lésions pulmonaires, et notamment des lésions de consolidation. En effet, toutes les lésions identifiées ont pu être suivies au cours des treize semaines. L'observation majeure est la possibilité pour les lésions de taille inférieure à 2 cm de profondeur (c'est-à-dire des lésions d'extension légère à modérée) de régresser voire de guérir complètement. En

effet, environ 90% de ces lésions n'étaient plus visibles à la fin. Il faut cependant prendre en compte que les lésions inférieures à 2 cm de profondeur détectées lors de la première semaine d'échographie et ayant disparu étaient peut-être de taille plus importante un mois avant, lors du passage infectieux. Dans ce cas-là, il serait alors possible d'avoir des lésions plus importantes qui se résorbent et guérissent.

Pour ce qui est des lésions de consolidation supérieures à 2 cm de profondeur, il s'agissait surtout de lésions allant de 3 à plus de 5 cm de profondeur. Leur extension n'a pas évolué entre leur mise en évidence et le 27 mars. Il semble donc que les lésions profondes, d'extension marquée à sévère, et touchant parfois plusieurs lobes soient irréversibles, d'où l'importance de détecter les lésions de consolidation avant qu'elles ne prennent autant d'ampleur, et de mettre en place un traitement précoce, pour envisager une guérison du parenchyme pulmonaire, notamment chez les génisses de renouvellement.

Il est également possible d'observer des lésions relativement sévères sans expression clinique associée, comme cela a été le cas pour la génisse avec la pleuropneumonie. La pleurésie s'est résorbée au cours du mois de janvier, ne laissant visible que des lésions de consolidation. Mais courant mars, un nouveau foyer de pleurésie, de moins de 2 cm de profondeur, a été visualisé sans incidence sur l'état général de l'animal.

Un autre aspect à prendre en compte, est le fait que ce suivi n'a pas permis de mettre en relation le traitement et l'amélioration ou non des lésions pulmonaires, car la grande majorité des traitements avait déjà été réalisée 2 à 4 semaines avant le début des échographies. Pour les deux ou trois animaux ayant présenté des signes cliniques au cours de l'étude, la date de traitement n'a pas été notée, rendant difficile voire impossible la mise en relation traitement – évolution des lésions pulmonaires. L'idéal serait dans le futur de mettre en place un carnet sanitaire pour les veaux et jeunes génisses dans cet élevage (il est présent, mais rempli uniquement pour les traitements de animaux de plus d'un an), surtout si un suivi respiratoire plus régulier était amené à se développer.

Plusieurs auteurs ont constaté que suite à la mise en place d'un traitement, il est possible à l'aide de l'échographie de monitorer son efficacité. Effectivement, le suivi peut montrer une amélioration graduelle des lésions, une cicatrisation voire même une guérison des tissus au cours d'un traitement, notamment après une détection précoce des lésions chez les individus malades (Hussein, Binici, Staufenbiel 2018; Fiore et al. 2022). Fiore et al. ont même démontré une amélioration du statut général du poumon

trois jours après une administration unique de Draxxin KP® (tulathromycine, kétoprofène) et une réduction de la taille des lésions de consolidation en 21 jours post traitement. Ils ajoutent également que l'utilisation des antibiotiques est plus efficace dans la phase précoce de la maladie, avant la mise en place de lésions chroniques et/ou sévères, d'où l'intérêt de détecter précocement les lésions pulmonaires. En parallèle, ils observent aussi une amélioration significative du score clinique. Le suivi échographique pourrait aussi encourager l'observance au sein d'un lot, en plus de monitorer l'efficacité du traitement (Hussein, Binici, Staufenbiel 2018; Lallemand, Coudray 2016; Fiore et al. 2022).

7. Relation entre images échographiques et clinique de l'animal

Un paramètre qu'il aurait été pertinent de regarder, c'est la relation entre la clinique de l'animal et les images échographiques pulmonaires. Pour cela, un examen clinique de chaque animal aurait dû être réalisé afin d'attribuer un score clinique, comme par exemple celui de l'Université du Wisconsin-Madison (Annexe 5), et le mettre en relation avec le score échographique. L'association d'un score clinique avec un examen échographique permet de distinguer les atteintes de l'appareil respiratoire supérieur, les pneumonies cliniques et les pneumonies subcliniques. Les atteintes de l'appareil respiratoire supérieur sont définies par un score clinique positif et une échographie thoracique normale, les pneumonies cliniques par un score clinique positif et une échographie thoracique anormale et les pneumonies subcliniques par un score clinique négatif et une échographie thoracique anormale (Ollivett, Buczinski 2016; Romanos 2017; Fiore et al. 2022). Encore une fois, du fait du temps disponible il n'a pas été envisageable de réaliser un examen clinique pour chaque animal. Seuls les animaux intégrés à la suite d'une dysorexie ont été examinés d'un peu plus près et aucune anomalie clinique n'a été notée (animaux normothermes, auscultations cardiaque et respiratoire sans anomalie, pas de jetage ou d'épiphora).

Cependant, l'échographie thoracique est plus sensible que l'auscultation et l'examen clinique pour mettre en évidence les lésions du parenchyme pulmonaire. Effectivement, la sensibilité de l'auscultation pour détecter de la consolidation est de 5.9% (Buczinski et al. 2014). La sensibilité et la spécificité de l'auscultation pulmonaire pour détecter une pneumonie sont respectivement de 63% et 46%, et il y a une très faible corrélation entre différents opérateurs (Pardon, Buczinski, Deprez 2019), contrairement à l'échographie. En revanche, la sensibilité de l'échographie pour détecter des lésions de consolidation de plus d'un centimètre est de 79.4% (Sp de

93.9%) (Lallemand, Coudray 2016). Pour détecter une lésion pulmonaire chez des veaux de moins de 12 semaines, la sensibilité de l'échographie passe même à 94% (Sp de 100%) et elle est un peu diminuée chez les animaux plus âgés en raison de la musculature qui ne permet pas un accès complet aux lobes crâniens (Ollivett et al. 2015). Pour ce qui est de la détection des lésions de bronchopneumonie, la sensibilité et la spécificité de l'échographie sont respectivement de 85% et 98% (Lallemand, Coudray 2016). Il est donc plus évident de détecter une lésion pulmonaire à l'échographie, étant donnée la faible corrélation entre le score clinique respiratoire et le score échographique (Hussein, Binici, Staufenbiel 2018). Cela vient du fait que les signes cliniques respiratoires peuvent varier en intensité et en durée, ce qui conduit à une variété de présentation clinique, même si en général l'hyperthermie est le premier signe. De plus, il y a un aspect subjectif de la sévérité des signes cliniques et certains individus peuvent ne pas présenter de signes évocateurs de maladie respiratoire, ce qui peut entraîner une détection inexacte des malades et une identification difficile des individus subcliniques (Ollivett et al. 2015; Fiore et al. 2022). A l'aide de l'échographie thoracique, il est possible d'évaluer la quantité de tissus affectée et la sévérité de la maladie, ce qui semble essentiel pour la mise en place ou non d'un traitement et l'évaluation d'éventuelles complications (Flöck 2004).

Il ne faut pas cependant oublier qu'une lésion de consolidation visualisée à l'échographie n'est pas toujours associée à une infection active. Elle peut aussi être la séquelle d'un épisode infectieux précédent (Buczinski et al. 2014) et donc elle peut représenter un processus inflammatoire aigu ou chronique (Fiore et al. 2022). Il est donc important de confronter l'échographie pulmonaire à l'examen clinique, à l'historique médical de l'animal (Masset et al. 2022) et éventuellement à des marqueurs de l'inflammation active (Buczinski et al. 2017) avant de décider l'instauration d'un traitement médical, car des animaux non malades ou rétablis peuvent présenter des lésions (Cuevas-Gómez et al. 2021; Hussein, Binici, Staufenbiel 2018). C'était le cas de certaines génisses dans notre étude mais également de deux vaches de l'élevage qui présentaient des lésions de consolidation plusieurs mois après la phase clinique. De plus, la génisse ayant été malade pendant plusieurs mois sans effet des traitements a présenté après rémission clinique de nouveaux signes de pleurésie sans atteinte de son état général. Les lésions ne sont donc pas forcément corrélées négativement avec le pronostic clinique (Rademacher et al. 2014). Il est donc important de noter que le critère de choix numéro un pour mettre en place un traitement antibiotique n'est pas une anomalie pulmonaire détectée

à l'échographie mais plutôt une hyperthermie marquée : Hussein et al. ont établi une température rectale supérieure à 39.7°C.

Un autre aspect à prendre en considération est la possibilité de localiser uniquement les lésions adjacentes à la plèvre, ce qui limite l'exploration du parenchyme pulmonaire profond à l'échographie, contrairement au scanner ou à la radiographie. Il n'est donc pas rare de ne pas visualiser de lésions chez certains animaux, malades ou non. Effectivement, une génisse de 3 ans a été échographiée durant le mois de janvier et juste après son premier vêlage fin mars (vache 0512). Elle avait présenté plusieurs épisodes d'hyperthermie et de dyspnée, associés à des traitements, quand elle avait entre 4 et 5 mois et un retard de croissance avait aussi été objectivé. Les deux fois aucune lésion n'était visible dans la portion de poumon accessible à l'échographie. Il est donc possible de faire plusieurs suppositions : soit elle n'a pas eu de séquelles pulmonaires (juste un retard de croissance), soit les lésions se sont résorbées pendant les 2 ans précédant le premier examen échographique, soit les lésions sont situées plus profondément ou plus crânialement dans le parenchyme et sont donc inaccessibles avec ce matériel d'imagerie médicale.

8. Logement des animaux

Pour ce qui est de l'élevage, un fort impact de la conception du bâtiment dans la circulation infectieuse est suspecté. En effet, de nombreux courants d'air sont ressentis et les jeunes génisses, qui y sont très sensibles (Martig et al. 1976), sont les plus proches des entrées d'air. De plus, il y a un mélange de jeunes et d'adultes dans le bâtiment et certains peuvent entrer en contact les uns avec les autres à travers les barrières, ce qui constitue un autre facteur de risque dans la transmission des maladies respiratoires (Nicol 2020). La rénovation d'un nouveau bâtiment pour les génisses est une bonne solution pour améliorer les conditions d'ambiance et ainsi limiter leur contamination par des agents infectieux respiratoires au cours de leur croissance. Il reste à voir si cette stratégie se montrera payante sur le long terme.

Conclusion

L'échographie repose sur un matériel portatif disposant d'un large éventail de sondes et de fréquences. Il est donc facilement utilisable lors de nombreuses suspicions sur le terrain par un vétérinaire exerçant en clientèle rurale ou mixte. Son utilisation, bien que majoritairement obstétricale, peut donc s'étendre à différents organes, comme le système respiratoire profond. Il ne faut cependant pas oublier les limites liées à l'examen échographique du thorax des bovins : la visualisation uniquement des lésions accolées à la plèvre du fait de la trop grande différence d'impédance entre les tissus et l'air, la profondeur importante du thorax limitant l'exploration à une vingtaine de centimètres, ou encore la présence de nombreux artefacts à savoir identifier et interpréter.

De nombreuses lésions peuvent être observées au sein du parenchyme pulmonaire (queues de comète, consolidation, abcès par exemple). Ces lésions peuvent être mise en évidence de manière précoce, au début des signes cliniques ou avant même leur apparition, ce qui est permet la surveillance et la prise en charge thérapeutique précoce des animaux concernés.

Un autre point noté au cours de cette étude, est la possibilité d'effectuer un suivi des lésions pulmonaires au cours du temps et d'avoir une idée précise de leur évolution après un traitement ou non. Certaines sont capables de réduire de taille, voire de guérir complètement. Les lésions trop sévères ne se résorbent pas, mais ne sont pas forcément toutes associées à un mauvais pronostic clinique, elles peuvent être des séquelles d'un ancien épisode infectieux. La mise en évidence de lésion d'extension marquée à sévère permet en revanche de sélectionner les individus à réformer précocement ou à suivre au cours de la croissance afin de limiter les pertes économiques qui sont en général importante lors de pathologie respiratoire en élevage bovin (mortalité précoce, diminution du GMQ, diminution de la production laitière, ...).

L'examen échographique des poumons a donc un rôle à jouer dans la pratique vétérinaire courante pour la détection précoce et le suivi des lésions pulmonaires chez les bovins, notamment chez les génisses de renouvellement. Cependant, les vétérinaires ne s'en servent pas forcément souvent, du fait de la présence d'un seul échographe en général par clinique (il n'y en a pas un par vétérinaire rural) et de l'expérience réduite dans ce domaine.

Références bibliographiques

ABDALLAH, Abdelmonem A., ABDELAAL, Ahmed M., EL-SHEIKH, Abdelkhalek R., SELIM, Hatem et BUCZINSKI, Sébastien, 2019. Determination of the dynamics of respiratory diseases using thoracic ultrasonographic examination in preweaned dairy calves. *The Canadian Veterinary Journal*. août 2019. Vol. 60, n° 8, pp. 859-863.

ABUTARBUSH, Sameeh M., POLLOCK, Colleen M., WILDMAN, Brian K., PERRETT, Tye, SCHUNICHT, Oliver C., FENTON, R. Kent, HANNON, Sherry J., VOGSTAD, Amanda R., JIM, G. Kee et BOOKER, Calvin W., 2012. Evaluation of the diagnostic and prognostic utility of ultrasonography at first diagnosis of presumptive bovine respiratory disease. *Canadian Journal of Veterinary Research*. janvier 2012. Vol. 76, n° 1, pp. 23-32.

BABKINE, Marie, 2008. Examen échographique de la plèvre et des poumons chez les bovins. *Bulletin de la société vétérinaire pratique de France*. 2008. Vol. 92, n° 2 (spécial), pp. 35-37.

BABKINE, Marie et BLOND, Laurent, 2009. Ultrasonography of the Bovine Respiratory System and Its Practical Application. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1 novembre 2009. Vol. 25, n° 3, pp. 633-649. DOI 10.1016/j.cvfa.2009.07.001.

BARONE, Robert, 1996. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3 Splanchnologie I. Appareil digestif et appareil respiratoire*. ISBN 978-2-7114-9046-2.

BELBIS, Guillaume et MAILLARD, Renaud, 2017. Échocardiographie bovine : l'essentiel. *Le Point Vétérinaire* [en ligne]. 2017. N° 017. [Consulté le 19 juin 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/le-point-veterinaire/article-rural-spe/n-2017/echocardiographie-bovine-l-essentiel.html>

BUCZINSKI, S., 2008. Les principes de l'examen échographique, l'appareillage nécessaire et l'obtention d'images de qualité. *Bulletin de la société vétérinaire pratique de France*. 2008. Vol. 92, n° 2 (spécial), pp. 27-30.

BUCZINSKI, S., BUATHIER, C., BÉLANGER, A.M., MICHAUX, H., TISON, N. et TIMSIT, E., 2018. Inter-rater agreement and reliability of thoracic ultrasonographic findings in feedlot calves, with or without naturally occurring bronchopneumonia.

Journal of Veterinary Internal Medicine. 2018. Vol. 32, n° 5, pp. 1787-1792. DOI 10.1111/jvim.15257.

BUCZINSKI, S. et DESCOTEAUX, L., 2009. *Echographie des bovins*. Les Editions du Point Vétérinaire. Collection Atlas. ISBN 978-2-86326-270-2.

BUCZINSKI, S., FORTÉ, G. et BÉLANGER, A.M., 2013. Short communication: Ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease. *Journal of Dairy Science*. juillet 2013. Vol. 96, n° 7, pp. 4523-4528. DOI 10.3168/jds.2013-6577.

BUCZINSKI, S., FORTÉ, G., FRANCOZ, D. et BÉLANGER, A.-M., 2014. Comparison of Thoracic Auscultation, Clinical Score, and Ultrasonography as Indicators of Bovine Respiratory Disease in Preweaned Dairy Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2014. Vol. 28, n° 1, pp. 234-242. DOI 10.1111/jvim.12251.

BUCZINSKI, S., MICHAUX, H., FRANCOZ, D. et BÉLANGER, A.-M., 2017. L'échographie thoracique pour l'évaluation des lésions pulmonaires chez les génisses laitières. *Le Point Vétérinaire*. 2017. N° 17, pp. 84-87.

BUNDZA, A., GREIG, A.S., CHANDER, S. et DUKES, T.W., 1980. Sporadic Bovine Leukosis: A Description of Eight Calves Received at Animal Diseases Research Institute from 1974-1980. *The Canadian Veterinary Journal*. octobre 1980. Vol. 21, n° 10, pp. 280-283.

CASSARD, H., CORBIÈRE, F., FOUCRAS, G., HERMAN, Nicolas, HERRY, Vincent, DOUET, J.Y., MAILLARD, R., MEYER, G. et SCHELCHER, F., 2018. Techniques modernes de contention chimique et d'anesthésie chez les ruminants. *Bulletin des GTV*. 2018. N° 92, pp. 15-24.

CHEONG, Issac, 2023. A case of pneumonia with dynamic air bronchogram diagnosed by lung ultrasound. *Sonography*. 2023. Vol. 10, n° 3, pp. 136-137. DOI 10.1002/sono.12362.

CUEVAS-GÓMEZ, Inmaculada, MCGEE, Mark, SÁNCHEZ, José María, O'RIORDAN, Edward, BYRNE, Nicky, MCDANELD, Tara et EARLEY, Bernadette, 2021. Association between clinical respiratory signs, lung lesions detected by thoracic ultrasonography and growth performance in pre-weaned dairy calves. *Irish Veterinary Journal*. 25 mars 2021. Vol. 74, pp. 7. DOI 10.1186/s13620-021-00187-1.

D'ANJOU, Marc-André, 2011. *Les bases de l'échographie abdominale du chien et du chat*. Faculté de médecine vétérinaire de Montréal. ISBN 2-921531-22-4.

ELMETWALLY, M., ROHN, K. et MEINECKE-TILLMANN, S., 2016. Noninvasive color Doppler sonography of uterine blood flow throughout pregnancy in sheep and goats. *Theriogenology*. 1 avril 2016. Vol. 85, n° 6, pp. 1070- 1079.e1. DOI 10.1016/j.theriogenology.2015.11.018.

FIORE, Enrico, LISUZZO, Anastasia, BELTRAME, Andrea, CONTIERO, Barbara, GIANESELLA, Matteo, SCHIAVON, Eliana, TESSARI, Rossella, MORGANTE, Massimo et MAZZOTTA, Elisa, 2022. Lung Ultrasonography and Clinical Follow-Up Evaluations in Fattening Bulls Affected by Bovine Respiratory Disease (BRD) during the Restocking Period and after Tulathromycin and Ketoprofen Treatment. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 12 avril 2022. Vol. 12, n° 8, pp. 994. DOI 10.3390/ani12080994.

FLÖCK, M., 2004. Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease. *The Veterinary Journal*. mai 2004. Vol. 167, n° 3, pp. 272-280. DOI 10.1016/S1090-0233(03)00110-2.

GAYRARD, V., FLORENTIN, S., JULIA, J., NOUVEL, X., TAVEAU, J. et PICARD-HAGEN, N., 2016. L'échographie : un nouvel outil d'investigation. *Le nouveau praticien vétérinaire*. 2016. Vol. 9, n° 34, pp. 9-37.

GIANNICO, Amália Turner, GIL, Elaine Mayumi Ueno, GARCIA, Daniela Aparecida Ayres et FROES, Tilde Rodrigues, 2015. The use of Doppler evaluation of the canine umbilical artery in prediction of delivery time and fetal distress. *Animal Reproduction Science*. 1 mars 2015. Vol. 154, pp. 105-112. DOI 10.1016/j.anireprosci.2014.12.018.

GINTHER, O. J., 2014. How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology*. 1 janvier 2014. Vol. 81, n° 1, pp. 112-125. DOI 10.1016/j.theriogenology.2013.09.007.

GINTHER, OJ, 1995. *Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: Fundamentals, Book 1*. Equiservices Publishing. Wisconsin. ISBN 0-9640072-4-X.

HERRY, Vincent et MASSET, Nicolas, 2021. L'échographie pulmonaire des bovins. *Bulletin des GTV*. 2021. N° numéro spécial, pp. 43-54.

HERZOG, Kathrin, KOERTE, Juliane, FLACHOWSKY, Gerhard et BOLLWEIN, Heinrich, 2011. Variability of uterine blood flow in lactating cows during the second half of gestation. *Theriogenology*. 1 juin 2011. Vol. 75, n° 9, pp. 1688-1694. DOI 10.1016/j.theriogenology.2010.12.033.

HUSSEIN, Hussein Awad, BINICI, Cagri et STAUFENBIEL, Rudolf, 2018. Comparative evaluation of ultrasonography with clinical respiratory score in diagnosis and prognosis of respiratory diseases in weaned dairy buffalo and cattle calves. *Journal of Animal Science and Technology*. 3 décembre 2018. Vol. 60, pp. 29. DOI 10.1186/s40781-018-0187-3.

ICHER, Laëtitia, 2016. *Échographie du péricarde, de l'endocarde, du poumon et des plèvres chez les bovins: corrélation entre les signes cliniques, les données paracliniques et les examens nécropsiques*. Thèse d'exercice vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

JOURQUIN, Stan, LOWIE, Thomas, BOKMA, Jade et PARDON, Bart, 2024. Accuracy and inter-rater agreement among practitioners using quick thoracic ultrasonography to diagnose calf pneumonia. *Veterinary Record*. 2024. Vol. 194, n° 7, pp. e3896. DOI 10.1002/vetr.3896.

JOURQUIN, Stan, LOWIE, Thomas, DEBRUYNE, Florian, CHANTILLON, Laurens, VEREECKE, Nick, BOYEN, Filip, BOONE, Randy, BOKMA, Jade et PARDON, Bart, 2023. Dynamics of subclinical pneumonia in male dairy calves in relation to antimicrobial therapy and production outcomes. *Journal of Dairy Science*. 1 janvier 2023. Vol. 106, n° 1, pp. 676-689. DOI 10.3168/jds.2022-22212.

KING, A. M., 2006. Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals. *The Veterinary Journal*. 1 mai 2006. Vol. 171, n° 3, pp. 408-420. DOI 10.1016/j.tvjl.2004.10.014.

LALLEMAND, M. et COUDRAY, A., 2016. Échographie thoracique bovine : essai préliminaire en pratique rurale courante. *Le Point Vétérinaire expert rural*. 2016. N° 371, pp. 48-54.

LAMBLIN, Béatrice, 2010. *Les tumeurs des bovins : revue bibliographique et étude rétrospective de 78 cas diagnostiqués à l'ENVV entre 2001 et 2008*.

LERUSTE, H., BRSCIC, M., HEUTINCK, L. F. M., VISSER, E. K., WOLTHUIS-FILLERUP, M., BOKKERS, E. A. M., STOCKHOFE-ZURWIEDEN, N., COZZI, G.,

GOTTARDO, F., LENSINK, B. J. et VAN REENEN, C. G., 2012. The relationship between clinical signs of respiratory system disorders and lung lesions at slaughter in veal calves. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 juin 2012. Vol. 105, n° 1, pp. 93-100. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.01.015.

LUBBERS, Brian V., APLEY, Michael D., COETZEE, Johann F., MOSIER, Derek A., BILLER, David S., MASON, Diane E. et HENAO-GUERRERO, Piedad Natalia, 2007. Use of computed tomography to evaluate pathologic changes in the lungs of calves with experimentally induced respiratory tract disease. 2007. DOI 10.2460/ajvr.68.11.1259.

MAILLARD, R., BELBIS, G. et MOGICATO, G., 2022. *Echographie des bovins (hors appareil génital)*. Med'com. ISBN 978-2-35403-311-8.

MARTIG, J., BOSS, P.H., NICOLET, J. et STECK, F., 1976. Etiology and predisposing factors in respiratory disease of milk-fattened veal calves. *Livestock Production Science*. septembre 1976. Vol. 3, n° 3, pp. 285-294. DOI 10.1016/0301-6226(76)90021-X.

MASSET, Nicolas, ASSIÉ, Sébastien, HERMAN, Nicolas, JOZAN, Thibault et HERRY, Vincent, 2022. Ultrasonography of the cranial part of the thorax is a quick and sensitive technique to detect lung consolidation in veal calves. *Veterinary Medicine and Science*. 26 février 2022. Vol. 8, n° 3, pp. 1229-1239. DOI 10.1002/vms3.774.

NICOL, Jean-Marie, 2020. *Maladies des veaux et des jeunes : Diarrhées des nouveau-nés, maladies respiratoires, maladies ombilicales, troubles nerveux et locomoteurs*. Editions France Agricole. ISBN 978-2-85557-592-6.

OLLIVETT, Theresa L. et BUCZINSKI, Sébastien, 2016. On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1 mars 2016. Vol. 32, n° 1, pp. 19-35. DOI 10.1016/j.cvfa.2015.09.001.

OLLIVETT, T.I., CASWELL, J.I., NYDAM, D.v., DUFFIELD, T., LESLIE, K.e., HEWSON, J. et KELTON, D., 2015. Thoracic Ultrasonography and Bronchoalveolar Lavage Fluid Analysis in Holstein Calves with Subclinical Lung Lesions. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2015. Vol. 29, n° 6, pp. 1728-1734. DOI 10.1111/jvim.13605.

PARDON, Bart, 2019. A quick scan lung ultrasound method and flow chart as a decision aid for bronchopneumonia diagnosis. *XXIV Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina*. 2019. pp. 258-260.

PARDON, Bart, BUCZINSKI, Sébastien et DEPREZ, Piet R, 2019. Accuracy and inter-rater reliability of lung auscultation by bovine practitioners when compared with ultrasonographic findings. *Veterinary Record*. 2019. Vol. 185, n° 4, pp. 109-109. DOI 10.1136/vr.105238.

PRAVETTONI, D., BUCZINSKI, S., SALA, G., FERRULLI, V., BIANCHI, F. et BOCCARDO, A., 2021. Short communication: Diagnostic accuracy of focused lung ultrasonography as a rapid method for the diagnosis of respiratory disease in dairy calves. *Journal of Dairy Science*. avril 2021. Vol. 104, n° 4, pp. 4929-4935. DOI 10.3168/jds.2020-19377.

RABELING, B., REHAGE, J., DÖPFER, D. et SCHOLZ, H., 1998. Ultrasonographic findings in calves with respiratory disease. *Veterinary Record*. 1998. Vol. 143, n° 17, pp. 468-471. DOI 10.1136/vr.143.17.468.

RADEMACHER, R.D., BUCZINSKI, S., TRIPP, H.M., EDMONDS, M.D. et JOHNSON, E.G., 2014. Systematic thoracic ultrasonography in acute bovine respiratory disease of feedlot steers: Impact of lung consolidation on diagnosis and prognosis in a case-control study. *The Bovine Practitioner*. 2014. Vol. 48, n° 1.

REECE, William O., ERICKSON, Howard H., GOFF, Jesse P. et UEMURA, Etsuro E., 2015. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-50148-1.

REMOT, Aude, DESCAMPS, Delphyne, ERNY, Alexandra, CHOTTIN, Claire, DRAJAC, Carole, CARRERAS, Florence, FERRET, Cécile et FABIENNE, Archer, 2023. Méthodes alternatives in vitro pour l'étude des interactions hôte-pathogène du poumon. *INRAE Productions Animales*. juillet 2023. Vol. 36, n° 2, pp. 7574. DOI 10.20870/productions-animales.2023.36.2.7574.

REMY, Dominique, MOUSSAY, Brigitte, L, Guiouillier, MILLEMANN, Yves et BELBIS, Guillaume, 2009. Les deux types de leucose bovine - The two types of bovine leukosis. *Point Vétérinaire*. 1 avril 2009. Vol. 40, pp. 66.

ROBCIS, Rodolphe, DE CAMPOS, Charly, GARAPIN, Bénédicte, LUCAS, Marie-Noëlle, POUJADE, Agnès, GAIDE, Nicolas, DELVERDIER, Maxence et MAILLARD,

Renaud, 2023. Thoracic Tumor Associated with a Unilateral Empyema in a Beef Cow: A Case Report. *Veterinary Sciences*. juin 2023. Vol. 10, n° 6, pp. 376. DOI 10.3390/vetsci10060376.

ROMANOS, Lola, 2017. *Utilisation de l'échographie en pratique vétérinaire rurale (hors reproduction): enquête auprès des vétérinaires praticiens ruraux*. Thèse d'exercice vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

SCHOOL OF VETERINARY MEDICINE - UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON. CalfScan – Calf Lung Ultrasound Scorer. *Food Animal Production Medicine* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.vetmed.wisc.edu/fapm/svm-dairy-apps/calfscan-calf-lung-ultrasound-scorer/>

SCOTT, Phil, 2016. Comparison of ultrasonographic findings obtained using 5 MHz linear and microarray scanners in cattle with lung and pleural pathology. *Proceedings of the 29th World buiatrics congress, Dublin*. 2016. pp. 153.

SHARAWY, Heba A., HEGAB, AbdelRaouf O., RISHA, Engy F., EL-ADL, Mohamed, SOLIMAN, Walid T., GOHAR, Mohamed A., FAHMY, Reham A., FARAG, Virginia M., IMAKAWA, Kazuhiko, BAZER, Fuller W., JAMES, Daniela, ZAGHLOUL, Adel, ABDALLA, Abdelnasser A., RABIE, Mariam M. et ELMETWALLY, Mohammed A., 2022. The vaginal and uterine blood flow changes during the ovsynch program and its impact on the pregnancy rates in Holstein dairy cows. *BMC Veterinary Research*. 17 septembre 2022. Vol. 18, pp. 350. DOI 10.1186/s12917-022-03444-9.

SOLER, André, 2005. Historique et technique de l'échographie. In : *L'échographie obstétricale expliquée aux parents*. Toulouse : Érés. pp. 41-55. 1001 bébés. ISBN 978-2-7492-0512-0.

STREETER, Robert N. et STEP, D. L., 2007. Diagnostic Ultrasonography in Ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 1 novembre 2007. Vol. 23, n° 3, pp. 541-574. DOI 10.1016/j.cvfa.2007.07.008.

Annexes

Annexe 1 : Recueil des commémoratifs des génisses

N° national d'identification	Date de naissance	Antécédent respiratoire	Traitement antérieur	Date traitement
FR 1224020602	23/08/2023	/	/	/
FR 1224020604	02/09/2023	Autour de 1,5 à 2 mois d'âge	Linco-spectin® + Tolfine® ou Diurizone® au moins 2 fois	1 ^{er} début novembre
FR 1224020606	03/09/2023	/	/	/
FR 1224020607	06/09/2023	Fin novembre	Linco-spectin® + Tolfine® au moins 2 fois	1 ^{er} fin novembre
		Vétérinaire le 05/12/2023	Tulaject® + Tolfine® par le vétérinaire	05/12/2023
FR 1224020608	09/09/2023	Autour de 1,5 à 2 mois d'âge	Linco-spectin® + Tolfine® ou Diurizone® au moins 2 fois	1 ^{er} début novembre
FR 1224020610	28/09/2023	Autour de 1,5 à 2 mois d'âge	Linco-spectin® + Tolfine® ou Diurizone® au moins 2 fois	1 ^{er} fin novembre
FR 1224020613	18/10/2023	Autour de 1,5 à 2 mois d'âge	Linco-spectin® + Tolfine® ou Diurizone® au moins 2 fois	1 ^{er} début décembre
FR 1224020614	23/10/2023	Vétérinaire le 05/12/2023 : dysorexie, hyperthermie, bruits respiratoires renforcés	Tulaject® + Tolfine®	05/12/2023
FR 1224020615	25/10/2023	Fin novembre	Linco-spectin® + Tolfine® ou Diurizone® au moins 2 fois	1 ^{er} fin novembre
		Vétérinaire le 05/12/2023 : dysorexie, hyperthermie, bruits respiratoires renforcés, dyspnée, abattement marqué	Tulaject® + Tolfine®	05/12/2023
		Vétérinaire le 19/12/2023 : pas mieux	Tulaject®	19/12/2023
		Vétérinaire 28 et 30/12/2023	Tilmovet® + Dexalone®	28 et 30/12/2023
		Janvier : rechute environ toutes semaines avec hyperthermie	Amphoprim® + Diurizone®	Jusqu'à mi-janvier, Diurizone® le 16/01/2024 et amélioration après
FR 1224020617	07/11/2023	Vétérinaire le 19/12/2023 : dysorexie, hyperthermie, bruits respiratoires renforcés	Tulaject® + Tolfine®	19/12/2023
FR 1224020618	09/11/2023	Vétérinaire le 08/01/2024 : dysorexie, hyperthermie, bruits respiratoires renforcés	Amphoprim® + Metacam®	08/01/2024
FR 1224020620	24/11/2023	/	/	/
FR 1224020625	07/01/2024	26/01/24 : dysorexie Début février : dysorexie,	Amphoprim® + Tolfine®	Début février

		hyperthermie (40°C) un matin		
FR 1224020627	13/01/2024	21/03/2024 : dysorexie	/	/
FR 1224020671	11/12/2023	/	/	/

Annexe 2 : Recueil des commémoratifs des vaches adultes

N° national d'identification	Date de naissance	Antécédent respiratoire	Traitement antérieur	Date traitement
FR 1219130027	09/03/2019	Vétérinaire le 18/10/2024 : hyperthermie (39.7°C), dyspnée marquée, bruits pulmonaires renforcés	Amphoprim® + Fynadine®	18/10/2024 et 19/10/2024
		Vétérinaire le 21/10/2024 : pas mieux	A180®	21/10/2024
FR 1216075741	22/10/2015	/	/	/
FR 1221117489	27/03/2021	/	/	/
FR 1222120512	16/07/2021	En étant génisse : troubles respiratoires importants et retard de croissance sur plusieurs lots	Linco-spectin® + Tolfine® ou Diurizone® puis Draxxin®	Entre 4 et 5 mois d'âge
FR 1221117485	14/01/2021	Autour de 4-5 mois : troubles respiratoires et retard de croissance Première lactation : production laitière faible Début de 2 ^{ème} lactation : production laitière faible	Amphoprim® + Tolfine®	Autour de 4-5 mois d'âge

Annexe 3 : Echographe utilisé dans cette étude



Figure 33 : Echographe Draminsky® iScan2 et sonde semi-convexe rectale 5 MHz (3 à 7.5 MHz), 61.2 cm de rayon de courbure (<https://www.draminski.fr/vet/echographes/draminski-iscan-2/>)

Annexe 4 : Description et localisation des lésions pulmonaires

Suivi FR 1224020602

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
16-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		0
29-févr	5 et 4 droit	ventral	quelques queues de comète		0
08-mars	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
15-mars	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
27-mars	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	2
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		

Suivi FR 1224020604

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
04-janv	4 droit	ventral	quelques queues de comète		1
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
11-janv	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
19-janv	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		2
	4 gauche	ventral	alvéologramme, quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
26-janv	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		2
	4 gauche	ventral	alvéologramme, quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
31-janv	6 gauche	ventral	ras		2
	4 gauche	ventral	alvéologramme, quelques queues de comète	0,5 cm de diamètre	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	6 droit	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
09-févr	8 droit	mi-hauteur	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	4
	7 droit	mi-hauteur	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	

	6 droit	ventral	alvéologramme	1,8 cm de diamètre + < 1 cm de diamètre	
			quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	alvéologramme	1,2 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	alvéologramme, quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
16-févr	4 gauche	ventral	alvéologramme, quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	3
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1 cm de diamètre + 2 cm de profondeur x 1 cm	
			quelques queues de comète		
23-févr	4 gauche	ventral	alvéologramme, quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	3
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	quelques à nombreuses queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 1 cm + <0,5 cm de diamètre	
			quelques queues de comète		
29-févr	7 droit	dorsal	quelques queues de comète		2
	5 droit	ventral	alvéologramme + quelques queues de comète	0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
			alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre (3)	
	5 gauche	ventral	rare queues de comète		
4 gauche	ventral	alvéologramme, quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre		

	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
08-mars	5 droit	ventral	alvéologramme + quelques queues de comète	0,5 cm de diamètre	3
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
			alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	alvéologramme	1,2 cm de diamètre	
quelques queues de comète					
15-mars	7 droit	dorsal	rare queues de comète		2
	5 droit	ventral	alvéologramme + quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
			alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
	6 gauche	dorsal	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
quelques queues de comète					
21-mars	6 et 7 droit	dorsal	rare queues de comète		2
	5 droit	ventral	alvéologramme + quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
	5 gauche	ventral	rare queues de comète		
	4 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	3 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
27-mars	6 et 7 droit	dorsal	quelques queues de comète		2
	5 droit	ventral	alvéologramme + quelques queues de comète	< 0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	rare queues de comète		

	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète	
	5 gauche	ventral	rare queues de comète	
	4 gauche	ventral	nombreuses queues de comète	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	

Suivi FR 1224020606

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
19-janv	4 gauche	ventral	rare queues de comète		0
26-janv	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	5 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		
31-janv	5 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		1
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
09-févr	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
16-févr	6 droit	mi-hauteur à ventral	queues de comète à queues de comète coalescentes en ventral		1
	5 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
23-févr	5 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		1
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
29-févr	5 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		2

	3 droit	ventral	rare queues de comète		
	7 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
08-mars	6 droit	ventral	quelques queues de comète		2
	5 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
4 gauche	ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre		
15-mars	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète		2
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	rare queues de comète		
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
3 gauche	ventral	quelques queues de comète			
21-mars	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
27-mars	7 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	6 gauche	ventral	queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		

	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète	
	3 droit	ventral	rares queues de comète	

Suivi FR 1224020607

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
04-janv	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		3
			consolidation	1,5 cm de profondeur x 4 cm	
11-janv	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		4
	4 gauche	ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 4 cm	
		ventral	quelques queues de comète	coalescentes sur 3 cm	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète	coalescentes sur 1 cm	
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
ventral		consolidation	1,5 cm de profondeur x 4 cm		
19-janv	4 gauche	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 4 cm		4
		ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 2 cm	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 4 cm	coalescentes sur 4 cm	
	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 4 cm	
		ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 4 cm	
26-janv	4 gauche	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 3 cm		4
		ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comètes		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 3 cm	coalescentes sur 3 cm	
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
	4 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 2 cm + 1 cm de profondeur x 3 cm	

		ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 5 cm	
31-janv	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète + plèvre épaissie sur 3 cm	coalescentes sur 2 cm	5
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	quelques queues de comète	coalescentes sur 2 cm	
		ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 2 cm + 1 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 6 cm	
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comètes + plèvre épaissie sur 2 cm		
		ventral	alvéologramme	1 cm de profondeur x 2 cm	
	3 gauche	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
ventral		quelques queues de comète			
09-févr	5 droit	ventral	queues de comète + queues de comète coalescentes		4
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (3)	
	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre (2)	
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 6 cm	
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comètes + plèvre épaissie sur 2 cm		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de profondeur x 1 cm	
	3 gauche	ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 2 cm	
ventral		quelques queues de comète			
16-févr	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète + plèvre épaissie sur 2 cm		4
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	

	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre + 0,5 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 4 cm + 1 cm de profondeur x 2 cm	
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comètes + plèvre épaissie sur 2 cm		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
	3 gauche	ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 1,5 cm	
ventral		nombreuses queues de comète			
23-févr	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète + plèvre épaissie sur 2 cm		3
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre (2)	
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 3 cm	
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comètes + plèvre épaissie sur 1 cm		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
ventral		nombreuses queues de comète	coalescentes sur 1,5 cm		
29-févr	6 droit	ventral	rare queues de comète		3
	5 droit	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 2 cm		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre (2)	
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		

		ventral	consolidation + alvéologramme	1 cm de profondeur x 2 cm + < 1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comètes + plèvre épaissie sur 2 cm		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
		ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 2 cm	
08-mars	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète + plèvre épaissie sur 2 cm		3
	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	consolidation + alvéologramme	1 cm de profondeur x 2 cm + 0,5 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comètes + plèvre épaissie sur 2 cm		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
15-mars	6 droit	ventral	rare queues de comète		3
	5 droit	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 2 cm		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète + plèvre épaissie sur 2,5 cm		
		ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
	6 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comètes		
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	

		ventral	nombreuses queues de comète		
21-mars	6 droit	ventral	rare queues de comète		2
	5 droit	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 2 cm		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète + plèvre épaissie sur 3 cm		
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques à nombreuses queues de comètes		
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
ventral		nombreuses queues de comète			
27-mars	6 droit	ventral	rare queues de comète		2
	5 droit	ventral	quelques queues de comète + plèvre épaissie sur 2 cm		
	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète + plèvre épaissie sur 3 cm		
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques à nombreuses queues de comètes		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		

Suivi FR 1224020608

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
04-janv	7 droit	mi-hauteur	alvéologramme	1,5 cm de diamètre + 1 cm de diamètre	3
		mi-hauteur	quelques queues de comète		
11-janv	7 droit	mi-hauteur	alvéologramme	1 cm de diamètre (2)	3
19-janv	7 droit	mi-hauteur	ras		2
	6 droit	mi-hauteur	rare queues de comète		
	4 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	

		ventral	quelques queues de comète		
26-janv	7 droit	mi-hauteur	alvéologramme	1 cm de diamètre	5
	5 droit	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 4 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	6 gauche	ventral	alvéologramme	1,2 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre + 1 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
31-janv	7 droit	mi-hauteur	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	5
	5 droit	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 4 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	6 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	épanchement (pas retrouvé après...)	1,5 cm de profondeur x 2 cm	
	3 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	épanchement (pas retrouvé après...)	1,5 cm de profondeur x 3 cm	
ventral		alvéologramme	1 cm de diamètre + < 1 cm de diamètre		
09-févr	7 droit	mi-hauteur	rare queues de comète		3
	5 droit	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 4 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	rare queues de comète		

	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
16-févr	7 et 6 droit	mi-hauteur	quelques queues de comète		5
	5 droit	ventral	alvéologramme (pas retrouvés si gros ni avant ni après...)	1,5 cm de diamètre (2)	
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
ventral		consolidation	1 cm de profondeur x 2 cm		
23-févr	5 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	3
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	rare queues de comète		
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
29-févr	5 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	3
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	coalescentes sur 1,5 cm	
	5 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm + 5 cm de	

				profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
08-mars	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		3
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
15-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		3
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
21-mars	5 gauche	ventral	ras		3
	4 gauche	ventral	ras		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	ras		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
27-mars	4 gauche	ventral	ras		3
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	ras		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	

	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		

Suivi FR 1224020610

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
11-janv	5 droit	ventral	alvéologramme	0,7 cm de profondeur x 1,2 cm	3
	5 gauche	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre (2)	
			ventral	quelques queues de comète	
19-janv	5 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	2
	4 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
26-janv	5 droit	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	5
		ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre (2) + 1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
4 gauche	ventral	alvéologramme	1 cm de profondeur x 2 cm		
31-janv	5 droit	ventral	quelques queues de comète		4
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre + < 1 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
09-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		3
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		

	3 droit	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	6 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
16-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		3
	4 droit	ventral	rare à quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète	coalescentes sur 1 cm	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète	coalescentes sur 1 cm	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
23-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		2
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre (2)	
		ventral	quelques queues de comète		
	7 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
3 gauche	ventral	quelques queues de comète			
29-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		1
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
08-mars	9 gauche	ventral	quelques queues de comète	sur le 1,5 cm le plus ventral	1
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		

	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
15-mars	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	rare queues de comète		
21-mars	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	ras		
27-mars	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	ras		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	ras		

Suivi FR 1224020613

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
19-janv	3 droit	ventral	rare queues de comète		0
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
26-janv	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
31-janv	3 droit	ventral	quelques queues de comète	une large	1
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		

09-févr	3 droit	ventral	quelques queues de comète		1
	6 gauche	mi-hauteur à ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
16-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		2
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
23-févr	5 droit	ventral	rare queues de comète		2
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
3 gauche	ventral	rare queues de comète			
29-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		2
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
08-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		0
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
15-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		0
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		

	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
21-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		0
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	rare queues de comète		
27-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		2
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	

Suivi FR 1224020614

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
11-janv	4 droit	ventral	rare queues de comète		0
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
19-janv	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	rare queues de comète		
26-janv	4 droit	ventral	rare queues de comète		0
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
31-janv	5 droit	mi-hauteur	rare queues de comète		0
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
09-févr	5 droit	ventral	rare queues de comète		0
	4 droit	ventral	ras		
	3 droit	ventral	ras		
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		

16-févr	5 droit	ventral	rare queues de comète		0
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
23-févr	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
29-févr	5 gauche	dorsal	rare queues de comète		2
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	ras		
	4 droit	ventral	ras		
	3 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
08-mars	5 gauche	dorsal	ras		2
	4 gauche	ventral	ras		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	7 droit	mi-hauteur	1 grosse queue de comète		
	5 droit	ventral	ras		
	3 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
15-mars	5 gauche	dorsal	rare queues de comète		1
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	7 droit	mi-hauteur	1 grosse queue de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
21-mars	5 gauche	dorsal	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	2
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	7 droit	mi-hauteur	1 grosse queue de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
27-mars	5 gauche	dorsal	rare queues de comète		0
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	7 droit	mi-hauteur	1 grosse queue de comète		
	5 droit	ventral	ras		

	3 droit	ventral	rare à quelques queues de comète	
--	---------	---------	----------------------------------	--

Suivi FR 1224020615

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
04-janv	4 et 5 droit	ventral	pleurésie	1 cm de profondeur x 2 cm	3
		ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 4 cm	
		ventral	nombreuses queues de comète		
	5 gauche	ventral	pleurésie	1,5 cm de profondeur x 6 cm	
	4 gauche	ventral	pleurésie	1,5 cm de profondeur x 4 cm	
	3 gauche	ventral	pleurésie	1,5 cm de profondeur x 4 cm	
11-janv	10 gauche	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		4
	7 gauche	mi-hauteur	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 3 cm	
	5 gauche	ventral	pleurésie + consolidation	1,5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 4 cm	
	4 gauche	ventral	pleurésie + consolidation	1,5 cm de profondeur x 4 cm	
	3 gauche	ventral	pleurésie + consolidation	1,5 cm de profondeur x 4 cm	
	6 à 8 droit	dorsal à ventral	nombreuses queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 4 cm	
	4 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	
3 droit	ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 8 cm		
19-janv	10 gauche	dorsal	RAS		5
	7 gauche	mi-hauteur	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 2 cm	
	5 gauche	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 3 cm	

		ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	consolidation	5 cm de profondeur x 6 cm	
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	7 droit	mi-hauteur	quelques queues de comète		
	6 droit	mi-hauteur	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
		mi-hauteur à ventral	nombreuses queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 4 cm	
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 3 cm	
	3 droit	ventral	consolidation	5 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	pleurésie fibrineuse	1,5 cm de profondeur x 6 cm	
26-janv	7 gauche	mi-hauteur	rares queues de comète		5
	5 gauche	ventral	consolidation	4 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	5 cm de profondeur x 6 cm	
	3 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	7 droit	mi-hauteur	quelques queues de comète		
	6 droit	mi-hauteur	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 5 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 7 cm	
		ventral	nombreuses queues de comète		
3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm		
31-janv	7 droit	mi-hauteur	rares queues de comète		5

	6 droit	mi-hauteur	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 5 cm	
		ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
	6 gauche	mi-hauteur	ras		
	5 gauche	ventral	consolidation	4 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
	3 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 4 cm	
09-févr	5 droit	ventral	consolidation	5 cm de profondeur x 7 cm	5
		ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 2 cm	
	4 droit	ventral	consolidation	2 à 4 cm de profondeur x 9 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
	5 gauche	ventral	consolidation	4 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
	3 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 4 cm	
16-févr	5 droit	ventral	consolidation	4 cm de profondeur x 6 cm	5
		ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 7 cm + 1 cm de diamètre	

		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
	5 gauche	ventral	consolidation	3,5 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
	3 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 4 cm	
23-févr	5 droit	ventral	consolidation	4 cm de profondeur x 6 cm	5
		ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 7 cm + 6 cm de profondeur x 7 cm	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	3,5 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
	3 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 5 cm	
29-févr	5 droit	ventral	consolidation	3,5 cm de profondeur x 6 cm	5
		ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 1 cm	
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 7 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 7 cm + 6 cm de profondeur x 7 cm	

	5 gauche	ventral	consolidation	4 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	2,5 cm de profondeur x 5 cm	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 5 cm	
08-mars	5 droit	ventral	consolidation	3,5 cm de profondeur x 6 cm	5
		ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	pleurésie	1 cm de profondeur x 2 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 7 cm + 6 cm de profondeur x 7 cm	
	5 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
3 gauche	ventral	quelques queues de comète			
	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 5 cm		
15-mars	5 droit	ventral	consolidation	3,5 cm de profondeur x 5,5 cm	5
		ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	pleurésie	1 cm de profondeur x 2 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 7 cm + 6 cm de profondeur x 7 cm	
	5 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 7 cm	

	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	consolidation	2,5 cm de profondeur x 5 cm	
21-mars	5 droit	ventral	consolidation	3,5 cm de profondeur x 5 cm	5
		ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 4 cm	
		ventral	pleurésie	1,5 cm de profondeur x 3 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 7 cm + 6 cm de profondeur x 7 cm	
	5 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 5 cm	
27-mars	5 droit	ventral	consolidation	4 cm de profondeur x 6 cm	5
		ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm + 1 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 7 cm + 6 cm de profondeur x 7 cm	
	5 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 7 cm	
	4 gauche	ventral	consolidation	3 cm de profondeur x 6 cm	
		ventral	quelques queues de comète		

	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	
		ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 5 cm

Suivi FR 1224020617

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
19-janv	6 droit	dorsal	rares queues de comète		0
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rares queues de comète		
31-janv	3 gauche	ventral	rares queues de comète		0
09-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		1
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
16-févr	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		2
	3 droit	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
		ventral	quelques queues de comète		
23-févr	6 droit	dorsal et ventral	quelques queues de comète		1
	5 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
29-févr	6 droit	ventral	quelques queues de comète		1
	5 droit	ventral	rares queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	rares queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
08-mars	6 droit	ventral	rares queues de comète		1
	5 droit	ventral	rares queues de comète		
	4 droit	ventral	rares queues de comète		

	3 droit	ventral	quelques queues de comète	
	4 gauche	ventral	rare queues de comète	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	
15-mars	5 droit	ventral	rare queues de comète	0
	4 droit	ventral	rare queues de comète	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	
21-mars	3 droit	ventral	rare queues de comète	0
	4 gauche	ventral	rare queues de comète	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	
27-mars	5 droit	ventral	rare queues de comète	0
	3 droit	ventral	rare queues de comète	
	5 gauche	ventral	rare queues de comète	
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	

Suivi FR 1224020618

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
11-janv	6 droit	mi-hauteur	alvéologramme	1,2 cm diamètre	4
		mi-hauteur	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	6 gauche	ventral	alvéologramme	0,8 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	alvéologramme	1,5 cm de diamètre	
19-janv	6 droit	mi-hauteur	ras		3
	5 droit	ventral	ras		
	4 droit	ventral	ras		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 5 cm	
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
26-janv	6 droit	mi-hauteur	ras		3
	5 droit	ventral	ras		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 à 3 cm de profondeur x 7 cm	
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	

	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
31-janv	5 droit	ventral	ras		3
	3 droit	ventral	consolidation	2 à 3 cm de profondeur x 7 cm	
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques à nombreuses queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
09-févr	5 droit	ventral	rare queues de comète		3
	4 droit	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 à 3 cm de profondeur x 8 cm	
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
3 gauche	ventral	rare queues de comète			
16-févr	5 droit	ventral	rare queues de comète		3
	4 droit	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 6 cm	
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
		ventral	quelques à nombreuses queues de comète		
3 gauche	ventral	rare queues de comète			
23-févr	5 droit	ventral	ras		3
	4 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre (3)	
		ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 5 cm	
	6 gauche	ventral	rare queues de comète		
4 gauche	ventral	quelques queues de comète			

	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
29-févr	6 gauche	ventral	rare queues de comète		3
	5 gauche	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre (2)	
		ventral	nombreuses queues de comète		
3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 5 cm		
08-mars	6 gauche	ventral	rare queues de comète		3
	5 gauche	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	6 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 1 cm	
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 5 cm de profondeur x 5 cm	
15-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		3
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	6 droit	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	ras		
	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	2 cm de profondeur x 6 cm + 4 cm de profondeur x 5 cm	
21-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		3
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	ras		

	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 6 cm + 4 cm de profondeur x 5 cm	
27-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		3
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	ras		
	5 droit	ventral	ras		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	consolidation	1,5 cm de profondeur x 6 cm + 4 cm de profondeur x 5 cm	

Suivi FR 1224020620

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
19-janv	6 gauche	dorsal	rare queues de comète		0
	4 gauche	ventral	ras		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
26-janv	6 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		1
	4 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	3 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	8 droit	dorsal à mi-hauteur	nombreuses queues de comète		
	6 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
31-janv	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques à nombreuses queues de comète		
	6 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
09-févr	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques à nombreuses queues de comète		

	6 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
16-févr	6 gauche	ventral	rare queues de comète		2
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques à nombreuses queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	3 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	6 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
23-févr	6 gauche	ventral	rare queues de comète		1
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	6 droit	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
29-févr	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	6 droit	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
08-mars	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		2
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	6 droit	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		

	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
15-mars	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		1
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
	6 droit	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
21-mars	5 gauche	ventral	rare queues de comète		1
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	6 droit	ventral	rare queues de comète		
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
27-mars	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		0
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	ras		
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		

Suivi FR 1224020625

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
26-janv	4 droit	ventral	nombreuses queues de comète	coalescentes sur 1 cm	1
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
31-janv	5 droit	ventral	quelques queues de comète	coalescentes sur 1 cm	1
	4 droit	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
09-févr	5 droit	ventral	quelques queues de comète		3
	4 droit	ventral	alvéologramme	1 cm de diamètre	

	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
16-févr	6 droit	ventral	nombreuses queues de comète		3
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	consolidation	1 cm de profondeur x 2 cm	
	6 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
4 gauche	ventral	nombreuses queues de comète			
23-févr	8 gauche	mi-hauteur	quelques queues de comète		3
	6 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	5 gauche	ventral	nombreuses queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	5 droit	ventral	quelques queues de comète		
	4 droit	ventral	alvéologramme	< 1 cm de diamètre	
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
ventral		consolidation	0,8 cm de profondeur x 1,5 cm		
29-févr	8 droit	mi-hauteur	rare queues de comète		3
	5 droit	ventral	rare queues de comète		
	4 droit	ventral	rare queues de comète		
	3 droit	ventral	nombreuses queues de comète		
		ventral	consolidation	0,8 cm de profondeur x 1,5 cm	
	6 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 gauche	ventral	rare queues de comète		
4 gauche	ventral	quelques queues de comète			
08-mars	3 droit	ventral	quelques queues de comète		3
		ventral	consolidation	0,8 cm de profondeur x 1,5 cm	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		

	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
15-mars	5 droit	ventral	rare queues de comète		3
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,8 cm de profondeur x 1,2 cm	
	6 gauche	ventral	rare queues de comète		
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		
21-mars	5 droit	ventral	rare queues de comète		3
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,7 cm de profondeur x 1,2 cm	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
		ventral	alvéologramme	< 0,5 cm de diamètre	
3 gauche	ventral	rare queues de comète			
27-mars	5 droit	ventral	ras		3
	3 droit	ventral	quelques queues de comète		
		ventral	alvéologramme	0,8 cm de profondeur x 1,2 cm	
	5 gauche	ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	rare queues de comète		

Suivi FR 1224020627

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
21-mars	3 droit	ventral	alvéologramme	0,7 cm de diamètre	2
	4 gauche	ventral	rare queues de comète		
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète		
27-mars	3 droit	ventral	alvéologramme	0,5 cm de diamètre + 0,7 cm de diamètre	2
		ventral	quelques queues de comète		
	4 gauche	ventral	ras		

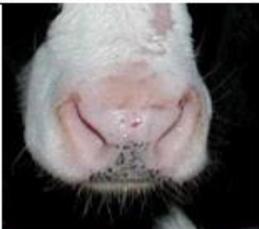
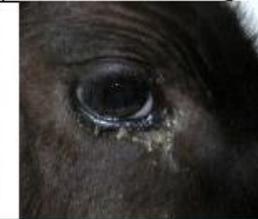
	3 gauche	ventral	quelques queues de comète	
--	----------	---------	---------------------------	--

Suivi FR 1224020671

Date	EIC	Dorsal / ventral	Nature	Taille	Score écho
29-févr	4 gauche	ventral	alvéologramme	0,5 cm de profondeur x 1 cm	2
	3 droit		alvéologramme	< 1cm de diamètre	
08-mars	Tous	dorsal à ventral	RAS		0
15-mars	Tous	dorsal à ventral	RAS		0
21-mars	Tous	dorsal à ventral	RAS		0
27-mars	Tous	dorsal à ventral	RAS		0

Annexe 5 : Score respiratoire de l'Université du Wisconsin-Madison



Calf Health Scoring Criteria			
0	1	2	3
Rectal temperature			
100-100.9	101-101.9	102-102.9	≥103
Cough			
None	Induce single cough	Induced repeated coughs or occasional spontaneous cough	Repeated spontaneous coughs
Nasal discharge			
Normal serous discharge	Small amount of unilateral cloudy discharge	Bilateral, cloudy or excessive mucus discharge	Copious bilateral mucopurulent discharge
			
Eye scores			
Normal	Small amount of ocular discharge	Moderate amount of bilateral discharge	Heavy ocular discharge
			
Ear scores			
Normal	Ear flick or head shake	Slight unilateral droop	Head tilt or bilateral droop
			

NOM : LECLERC

PRENOM : Aude

TITRE : Apports de l'échographie à la détection précoce et au suivi des lésions pulmonaires chez des génisses de renouvellement

RESUME : L'échographie est une technique d'imagerie médicale non invasive, rapide et dont la réalisation est possible au chevet des bovins. Elle présente un intérêt pour de nombreuses affections, notamment les affections respiratoires qui sont fréquemment rencontrées en élevage laitier.

Dans un premier temps, une étude bibliographique des principes de l'échographie et des lésions pulmonaires observables à l'aide de cet appareil a été réalisée. Puis l'évaluation de la précocité de détection des lésions pulmonaires ainsi que leur suivi échographique a été mise en place chez 15 génisses de renouvellement Prim'Holstein dans un élevage aveyronnais soumis tous les ans à des atteintes respiratoires. Des lésions de consolidation ont été détectées chez des génisses au tout début des signes cliniques et leur suivi a permis de constater la guérison de lésions de taille inférieure à 2 cm, mais aussi la présence parfois de lésions sévères sans atteinte clinique associée.

MOTS-CLES : échographie, bovin, lésions pulmonaires, détection précoce, suivi

TITLE : Contributions of ultrasonography to the early detection and the monitoring of lung lesions in replacement heifers

ABSTRACT : Ultrasonography is a non-invasive, rapid medical imaging technique that can be performed at the bedside of cattle. It can be used in numerous conditions, especially respiratory diseases which are frequently encountered in dairy farms.

First, a bibliographic study of the principles of ultrasound and the pulmonary lesions that can be observed using this device was carried out. Then, the evaluation of the early detection of lung lesions as well as their ultrasound monitoring was implemented in 15 Prim'Holstein replacement heifers in an Aveyron breeding farm subject to respiratory damage every year. Consolidation was detected in heifers at the very beginning of clinical signs and their monitoring revealed the healing of lesions measuring less than 2 cm, as well as, sometimes, the presence of severe lesions without associated clinical signs.

KEY WORDS : ultrasonography, bovine, lung lesions, early detection, monitoring