



HAL
open science

Signes cliniques, images échographiques et lésions pulmonaires chez des jeunes bovins référés dans deux écoles vétérinaires françaises pour l'année 2023-2024

Juliette Bretaudeau

► **To cite this version:**

Juliette Bretaudeau. Signes cliniques, images échographiques et lésions pulmonaires chez des jeunes bovins référés dans deux écoles vétérinaires françaises pour l'année 2023-2024. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04879594

HAL Id: dumas-04879594

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04879594v1>

Submitted on 10 Jan 2025

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.

ANNÉE 2024 - Thèse n° 109

**SIGNES CLINIQUES, IMAGES ÉCHOGRAPHIQUES ET
LÉSIONS PULMONAIRES CHEZ DES JEUNES BOVINS
RÉFÉRÉS DANS DEUX ÉCOLES VÉTÉRINAIRES FRANÇAISES
POUR L'ANNÉE 2023-2024**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEURE VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

l'UFR de Médecine de l'Université de Nantes

le 28/10/2024

par

Juliette BRETAUDEAU

Sous la direction de

Sébastien ASSIÉ

Président du jury : Monsieur CAPPELIER Jean-Michel, Professeur à *ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

Membres du jury :

Madame Suzanne CLERGUE, *Praticienne hospitalière à ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

Monsieur Sébastien ASSIÉ, *Maître de Conférences à ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

Membre invité : Madame Maud ROUAULT, *Assistante d'enseignement et de recherche contractuelle à ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

ANNÉE 2024 - Thèse n° 109

**SIGNES CLINIQUES, IMAGES ÉCHOGRAPHIQUES ET
LÉSIONS PULMONAIRES CHEZ DES JEUNES BOVINS
RÉFÉRÉS DANS DEUX ÉCOLES VÉTÉRINAIRES FRANÇAISES
POUR L'ANNÉE 2023-2024**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEURE VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

l'UFR de Médecine de l'Université de Nantes

le 28/10/2024

par

Juliette BRETAUDEAU

Sous la direction de

Sébastien ASSIÉ

Président du jury : Monsieur CAPPELIER Jean-Michel, Professeur à *ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

Membres du jury :

Madame Suzanne CLERGUE, *Praticienne hospitalière à ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

Monsieur Sébastien ASSIÉ, *Maître de Conférences à ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

Membre invité : Madame Maud ROUAULT, *Assistante d'enseignement et de recherche contractuelle à ONIRIS - VetAgroBio Nantes*

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT D'ONIRIS VETAGROBIO-NANTES

Guide de lecture des tableaux suivants :

Pr : Professeur / **Pr ag.** : Pr agrégé / **Pr ass.** : Pr assistant / **IAE** : Ingénieur de l'Agriculture et de l'Environnement / **IE** : Ingénieur d'Études / **HDR** : Habilité à diriger des Recherches / **PLPA** : Professeur Lycée Professionnel Agricole / **PCEA** : Professeur Certifié Enseignement Agricole / **MC** : maître de conférence / **MCC** : MC contractuel / **AERC** : Assistant d'enseignement et de recherche contractuelle / **Ens. cont.** : Enseignant contractuel

Département BPSA Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment		
Responsable : Emmanuel JAFFRES - Adjointe : Frédérique NGUYEN		
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Yassine MALLEM (Pr) Hervé POULIQUEN (Pr)	Antoine ROSTANG (MC) Meg-Anne MORICEAU (MC Stagiaire) Martine KAMMERER (Pr émérite) Marc GOGNY (Pr émérite)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Jean-Marie BACH (Pr) Lionel MARTIGNAT (Pr)	Julie HERVE (Pr) Grégoire MIGNOT (MC)
Histologie et anatomie pathologique	Marie-Anne COLLE (Pr) Jérôme ABADIE (MC) Florian CHOCTEAU (MC Stagiaire)	Laëtitia JAILLARDON (MC) Frédérique NGUYEN (MC) Pierre CORDIER (CERC)
Biochimie alimentaire industrielle	Carole PROST (Pr) Joëlle GRUA (MC)	Clément CATANEO (MC) Alix KHALIL (MC) Laurent LE THUAUT (MC)
Microbiotech	Hervé PREVOST (Pr) Géraldine BOUE (MC) Nabila HADDAD (MC HDR) Emmanuel JAFFRES (MC HDR)	Mathilde MOSSER (MC) Boris MISERY (MC) Raouf TAREB (MC) Judith LORANT (MC stagiaire)
PACENV = VET1	Éléonore BOUGUYON (PRAG) Nicolas BROSSAUD (PRAG)	Charlotte MOCQUARD (PRAG) Aurore CALVEL (PRAG)

Département SAESP Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique

Responsable : Raphaël GUATTEO - Adjoint : Jean-Michel CAPPELIER

Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie BAREILLE (Pr) François BEAUDEAU (Pr) Christine FOURICHON (Pr)	Juan Manuel ARIZA CHACON (MC) Ségolène CALVEZ (Pr) Aurélien MADOUASSE (MC HDR) Nora NAVARRO-GONZALES (MC)
Infectiologie	Alain CHAUVIN (Pr) Emmanuelle MOREAU (Pr) Nathalie RUVOEN-CLOUET (Pr) Pauline MAISONNASSE (CERC)	Albert AGOULON (MC) Suzanne BASTIAN (MC HDR) Léa LOISEL (AERC) Kenny OBERLE (MC) Nadine RAVINET (MC)
Médecine des animaux d'élevage	Catherine BELLOC (Pr) Raphaël GUATTEO (Pr) Anne RELUN (MC) Aurore BOISHARDY (CERC)	Sébastien ASSIE (MC) Isabelle BREYTON (MC) Mily LEBLANC MARIDOR (MC) Maud ROUAULT (AERC)
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel CAPPELIER (Pr) Louis DELAUNAY (MC) Bruno LE BIZEC (Pr)	Sofia STRUBBIA (MC) Marie-France PILET (Pr)

Département DSC Sciences cliniques

Responsable : Catherine IBISCH - Adjointe : Marion FUSELLIER

Anatomie comparée	Eric BETTI (MC) Claude GUINTARD (MC)	
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric AGUADO (Pr) Olivier GAUTHIER (Pr) Eric GOYENVALLE (Pr)	Pierre MAITRE (MC) Caroline TESSIER (MC) Claire DEFOURMESTRAUX (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Jacques GUILLOT (Pr) Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass) Vincent BRUET (MC)	Sabrina VIEU (AERC) Maria Dolores SANCHEZ (CERC)
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Anne COUROUCE (Pr) Jack-Yves DESCHAMPS (Pr) Françoise ROUX (Pr) Juan HERNANDEZ-RODRIGUEZ (Pr Ass) Nora BOUHSINA (MC)	Nicolas CHOUIN (MC) Amandine DRUT (MC) Marion FUSELLIER-TESSON (MC HDR) Catherine IBISCH (MC) Aurélia LEROUX (MC) Odile SENECAAT (MC)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Jean-François BRUYAS (Pr) François FIENI (Pr)	Djemil BENCHARIF (Pr) Lamia BRIAND (Pr)

Département GPA Génie des procédés alimentaires		
Responsable : Sébastien CURET-PLOQUIN - Adjointe : Vanessa JURY		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Sébastien CURET-PLOQUIN (Pr) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr)	Alain LEBAIL (Pr) Olivier ROUAUD (Pr) Kévin CROUVISIER-URION (MC) Vanessa JURY (Pr) Émilie KORBEL (MC)	Jean-Yves MONTEAU (MC HDR) Eve-Anne NORWOOD (MC) Raphaël PORYLES (MC) Laurence POTTIER (MC) Cyril TOUBLANC (MC)
PAC-ING	Cyril GAILLARD (PCEA)	

Département MSC Management, statistiques et communication		
Responsable : Sabrina ROUSSELIERE - Adjointe : Véronique CARIOU		
Mathématiques, statistiques, informatique	Chantal THORIN (Pr Ag) Evelyne VIGNEAU (Pr) Jean-Michel GALHARRET (MC)	Véronique CARIOU (Pr) Benjamin MAHIEU (MC) Michel SEMENOU (MC)
Économie, gestion, législation	Jean-Marc FERRANDI (Pr) Pascal BARILLOT (MC) Ibrahima BARRY (MC) Florence BEAUGRAND (MC) Franck INSGNARES (IE)	Sibylle DUCHAINE (MC) Sonia MAHJOUB (MC) Samira ROUSSELIERE (MC) Christophe PAPINEAU (Ens. Cont.)
Langues et communication	Marc BRIDOU (PLPA) David GUYLER (Ens. Cont.) Nathalie GOODENOUGH (PCEA) Patricia JOSSE (Ens. Cont.)	Shaun MEEHAN (Ens. Cont.) Linda MORRIS (PCEA) Ian NICHOLSON (Ens. Cont)

Formations Techniciens Supérieurs	
Responsable : Laurence FRERET	
	Laurence FRERET (PCEA) Françoise BRICHET (IAE) Christophe CARON (PLPA) Virginie MAGIN (Ens.cont.)

PROTECTION DES DROITS D'AUTEUR ET PLAGIAT

La reproduction d'extraits de cette thèse est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra donc être citée en incluant les éléments bibliographiques suivants :

- Nom et prénoms de l'auteur : BRETAUDEAU Juliette
- Année de soutenance : 2024
- Titre de la thèse : *Signes cliniques, images échographiques et lésions pulmonaires chez des Jeunes Bovins référés dans deux écoles vétérinaires françaises pour l'année 2023-2024.*
- Intitulé du diplôme : Thèse de doctorat vétérinaire
- Université de soutenance : Faculté de Médecine de Nantes
- École de soutenance : ONIRIS - VetAgroBio Nantes
- Nombre de pages : 61.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT D'ONIRIS VETAGROBIO-NANTES	2
PROTECTION DES DROITS D'AUTEUR ET PLAGIAT	5
TABLE DES MATIÈRES	6
LISTE DES ANNEXES	8
LISTE DES TABLEAUX	9
LISTE DES FIGURES	10
LISTE DES ABRÉVIATIONS	11
INTRODUCTION	12
PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE	15
I. Description des anomalies lors de l'examen clinique, l'échographie pulmonaire et l'autopsie des animaux atteints de BPI	15
1. Description des anomalies cliniques	15
a. Signes cliniques généraux.....	15
b. Signes cliniques respiratoires	15
2. Description des anomalies échographiques	16
a. Généralités sur l'échographie pulmonaire.....	16
b. Consolidation pulmonaire	17
c. Queues de comètes	17
d. Autres images d'intérêt	17
3. Description des lésions retrouvées à l'autopsie	18
II. Intérêt diagnostique et pronostique de l'examen clinique, échographique et de l'autopsie .	18
1. Examen clinique et scores cliniques.....	18
a. Intérêt diagnostique	18
i. Température rectale.....	18
ii. Signes cliniques respiratoires	19
iii. Systèmes de score clinique.....	20
b. Intérêt pronostique	21
2. Échographie pulmonaire.....	21
a. Intérêt diagnostique	21
b. Intérêt pronostique	22
c. Limites	23
3. Autopsie pulmonaire	23
DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE	24
I. Cadre et objectif de l'étude	24
1. Cadre de l'étude.....	24
2. Objectif de l'étude	24
II. Matériel et méthodes	24
1. Critères d'inclusion.....	24
2. Données anamnestiques	25
3. Condition de détention et d'utilisation des animaux	25
4. Conditions de réalisation des différents examens et d'analyse des résultats	25

a. Examen clinique des animaux.....	25
b. Échographie pulmonaire.....	26
c. Examen nécropsique des animaux	28
2. Analyse statistique des données.....	30
a. Définitions des variables.....	30
i. Variables relatives aux signes cliniques.....	30
ii. Variables relatives à l'échographie pulmonaire	31
iii. Variables relatives à l'autopsie.....	31
b. Logiciels utilisés et méthode statistique	32
III. Résultats	34
1. Description de l'échantillon utilisé.....	34
2. Description des signes cliniques et de l'anamnèse	34
3. Description des lésions échographiques.....	35
4. Description des lésions à l'autopsie	38
5. Test statistiques d'associations entre plusieurs variables	40
a. Variables échographiques et cliniques.....	40
b. Variables échographiques et relatives à l'autopsie	40
IV. Discussion	42
CONCLUSION.....	45
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	46
ANNEXES.....	54

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Feuille de travail utilisée pour l'inscription du signalement et de l'anamnèse à l'arrivée des animaux.....	56
Annexe 2 : Feuille de travail utilisée à chaque examen clinique.	56
Annexe 3 : Feuille de travail utilisée à chaque examen échographique.	57
Annexe 4 : Feuille de travail utilisée à chaque autopsie pulmonaire.....	58
Annexe 5 : Feuille de travail utilisée pour le renseignement de la suspicion étiologique et des prélèvements réalisés.....	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Aide pour la localisation des lésions visualisées à l'échographie (Ollivett, Buczinski, 2016).	28
Tableau 2 : Variables utilisées pour la description et les tests statistiques relatifs à l'examen clinique.	31
Tableau 3 : Variables utilisées pour la description et les tests statistiques relatifs à l'échographie pulmonaire.	32
Tableau 4 : Variables utilisées pour la description et les tests statistiques relatifs à l'autopsie.....	33
Tableau 5 : Exemple de tableau de contingence à 2 variables utilisé pour le test exact de Fischer.	34
Tableau 6 : Statistiques descriptives des âges, poids et circonférences thoraciques des animaux inclus.	35
Tableau 7 : Modalités et effectifs des variables relatives aux signes cliniques.	36
Tableau 8 : Modalités et effectifs des variables relatives à l'échographie pulmonaire.	37
Tableau 9 : Effectifs et tailles des lésions échographiques d'intérêt en fonction de leur localisation.	38
Tableau 10 : Modalités et effectifs des variables relatives à l'autopsie.	39
Tableau 11 : Résultats des scores lésionnels pour chaque lobe pulmonaire.	40
Tableau 12 : Résultats des valeurs p avec le test exact de Fischer entre les variables relatives aux signes cliniques et les variables relatives aux images échographiques.	41
Tableau 13 : Résultats des valeurs p avec le test exact de Fischer entre les variables relatives à l'autopsie et les variables relatives aux images échographiques.	42

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de la ligne séparant en 2 tous les EIC (Barone, 1976).	27
Figure 2 : Exemples d'images rencontrées lors de différentes échographies pulmonaires (source : plateforme en ligne Nextcloud).	28
Figure 3 : Lésions macroscopiques rencontrées lors de différentes autopsies au cours de l'année (source : plateforme en ligne Nextcloud).....	30

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BoHV-1 : Herpesvirus bovin de type 1

BP : Bronchopneumonie

BPI : Bronchopneumonie Infectieuse

BPIV-3 : Virus parainfluenza de type 3

BRSV : Virus respiratoire syncytial bovin

cm : centimètre

cm² : centimètre carré

EIC : Espace inter-costal

g : gramme

GMQ : Gain Moyen Quotidien

h : heure

JB : Jeune Bovin

kg : kilogrammes

M. bovis : *Mycoplasma bovis*

M. haemolytica : *Mannheimia haemolytica*

mpm : mouvements par minute

P. multocida : *Pasteurella multocida*

PCR : Polymerase Chain Reaction

PI3V : Virus parainfluenza de type 3

QC : queue de comète

VRSB : Virus Respiratoire Syncytial Bovin

INTRODUCTION

Les bronchopneumonies infectieuses (BPI) bovines sont des affections respiratoires enzootiques ou épizootiques d'importance mondiale et concernant tous les types de production en élevage bovin. Elles affectent des animaux de tous âges, mais trois catégories d'animaux sont principalement atteintes : les veaux laitiers de moins de 3 mois, les veaux de boucherie (< 5 mois) et les jeunes bovins (JB) après le sevrage. Les études rapportent en effet une incidence importante chez les veaux laitiers non sevrés, avec cependant une grande disparité entre les lots (Lundborg, Svensson, et Oltenacu, 2005). Dans une province canadienne, 40% des veaux âgés de moins de 6 mois ont été diagnostiqués avec une BPI (Van Donkersgoed et al., 1993). Une étude américaine plus récente a estimé que les BPI étaient la cause de 14,1% des décès chez les génisses avant le sevrage, après les causes digestives (32,0%) (Urie et al., 2018). Dans l'industrie américaine du veau de boucherie, les BPI sont les maladies avec la morbidité la plus élevée et sont les causes de mortalité les plus fréquentes dans les premières semaines après l'arrivée des animaux dans les ateliers d'engraissement (Lava et al., 2016; Pardon et al., 2012). En France, l'incidence des BPI a été estimée à 18,5% durant les 6 premières semaines d'engraissement (Assié et al. 2009) chez les JB. Elle est également la première cause d'utilisation d'antimicrobiens chez ces animaux (Fertner et al. 2016; Pardon et al. 2012). Aux États-Unis, chaque année, plus d'un million d'animaux par an décèdent à la suite d'une BPI (USDA NAHMS, 2008). Chez les bovins adultes, peu de données sont disponibles concernant l'incidence de la maladie. Une analyse de nécropsies faite dans l'Ouest de la France a montré que les affections respiratoires, comprenant les pneumonies infectieuses, étaient la deuxième cause de décès après les troubles digestifs (Dorso et al., 2021).

Les BPI sont fréquentes car leur maîtrise est difficile, notamment à cause de l'implication de nombreux facteurs infectieux, et non infectieux qui favorisent la survenue des cas.

Les agents pathogènes intervenant dans les BPI sont viraux et bactériens (Gaudino et al. 2022) et agissent de manière synergique et séquentielle dans le temps. Les principales bactéries retrouvées dans les cas de BPI, dans l'ordre décroissant des plus fréquemment impliquées, sont commensales de la cavité nasale : *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* (Gaudino et al. 2022). Par ailleurs, *Mycoplasma bovis* est souvent identifiée dans les cas de BPI en association avec d'autres agents pathogènes. L'infection bactérienne survient en majorité après une infection virale ayant fragilisé les systèmes de défense de l'appareil respiratoire profond, créant un milieu favorable au développement bactérien (Panciera et Confer 2010). Les principaux agents viraux sont le virus respiratoire syncytial bovin (VRSB), l'herpès-virus bovin de type 1 (BoHV-1) et le virus para-influenza de type 3 (BPIV-3) (Panciera et Confer 2010).

De plus, les bovins sont des animaux particulièrement sensibles aux infections respiratoires étant donné leurs particularités anatomiques et physiologiques. Les jeunes animaux y sont d'autant plus sensibles en raison notamment d'un développement lent du volume respiratoire par rapport à d'autres espèces (Cooper et Brodersen 2010; Gustin et al. 1988).

Enfin, parmi les facteurs non infectieux, les pratiques d'élevage telles que le mélange d'animaux provenant d'élevages différents, la taille du lot en engraissement de JB ou la gestion de l'alimentation en colostrum des veaux laitiers en sont quelques exemples (Assié et al. 2009; Hay et al. 2014). Le stress lié au transport et à la mise en lot est également un facteur de risque important (Taylor et al. 2010). De plus, les mesures d'hygiène et les conditions d'ambiance influencent la concentration en agents pathogènes : une ventilation insuffisante, une litière sale et humide, une atmosphère poussiéreuse ou une température trop basse favorisent la transmission des agents entre animaux (Caswell 2014; Saegerman et al. 2022).

Les animaux atteints de BPI peuvent présenter des signes cliniques frustes et variables. En effet, ils sont souvent d'intensité légère et peu spécifiques. L'hyperthermie est l'un des premiers signes et peut être l'un des seuls détectés par l'éleveur (Rose-Dye et al. 2011; Theurer et al. 2013). Une anorexie et un abattement peuvent également être observés, mais sont retrouvés dans de nombreuses affections autres que respiratoires. Les signes respiratoires qui accompagnent parfois la BPI sont la polypnée, un jetage nasal et/ou de la toux (Pardon et Buczinski 2020). Sur le terrain, la détection précoce des cas de BPI est faite par les éleveurs, or la sensibilité et la spécificité de l'observation des animaux par ces derniers, et même par des vétérinaires pour détecter les BPI sont mauvaises (Pardon et Buczinski 2020). Des chercheurs ont évalué l'efficacité de l'observation clinique d'un animal, combinée à une prise de température rectale afin de prendre une décision thérapeutique chez des JB en engraissement. Ainsi, cette combinaison a une sensibilité et une spécificité de près de 60 %, ce qui indique que 40 % des animaux non atteints de BPI reçoivent un traitement, tandis que 40 % des animaux atteints n'en reçoivent pas (White et Renter, 2009). Cela montre la difficulté de l'examineur (vétérinaire ou éleveur) à estimer la morbidité de la maladie dans le troupeau et conduit à une mauvaise utilisation des antibiotiques. De plus, il convient de distinguer une atteinte respiratoire basse d'une atteinte haute qui ne requiert pas systématiquement l'utilisation d'antibiotiques.

Par leur grande fréquence, les BPI ont un impact économique considérable dont la majeure partie est due, certes à la mortalité qui en découle, mais aussi à la baisse de performances de production (Bareille et al., 2008). Plusieurs études ont évalué l'impact des BPI sur les performances de croissance des JB en engraissement. Une étude en Afrique du Sud a montré que le Gain Moyen Quotidien (GMQ) des veaux était réduit de 24 grammes (g) par jour, et que la durée d'engraissement était augmentée en moyenne de 5,1 jours, pour les animaux présentant des lésions de BPI à l'abattage (Thompson, Stone, et Schultheiss, 2006). En France et plus particulièrement en Pays de La Loire en 2008, la croissance d'un JB malade était de 300 g de moins par jour en moyenne par rapport à un bovin sain (Bareille et al. 2008). La baisse des performances de croissance n'affecte pas seulement les animaux cliniquement atteints de BPI mais également ceux n'exprimant pas de signes cliniques et leur proportion est importante. Ainsi, selon une étude américaine, 50% des animaux ayant des lésions pulmonaires à l'abattoir n'ont aucun signe clinique de BPI (White et Renter 2009). La prise de poids pendant l'engraissement est plus faible chez les animaux subcliniques et la perte économique est estimée à plusieurs dollars par animal présentant des signes cliniques ou non (Thompson et al., 2006).

Afin d'améliorer la détection clinique précoce des BPI, plusieurs outils diagnostiques ont été développés. Tout d'abord, l'utilisation de biomarqueurs sanguins, comme le lactate et les protéines de la phase aiguë de l'inflammation, a des résultats prometteurs pour la détection précoce de cas de BPI, mais manque de spécificité et doit donc être associée à d'autres méthodes diagnostiques (Li et al. 2022). De plus, certains outils connectés comme les podomètres ou accéléromètres, mesurant les variations de comportement individuel, peuvent mettre en évidence une baisse d'activité des animaux atteints de BPI n'exprimant pas encore de signes cliniques (Pillen et al. 2016). La température ruminale, liée à la température corporelle, peut être mesurée en continu à l'aide de bolus réticulo-ruminaux ce qui permet d'estimer de manière fiable les changements de température corporelle associés aux BPI (Timsit et al. 2011). Cette méthode doit également être associée à un examen clinique afin de limiter l'apparition de faux positifs.

Il n'existe pas de gold standard universel pour le diagnostic des BPI (Buczinski et Pardon 2020; Ollivett et Buczinski 2016) mais l'échographie pulmonaire présente de nombreux avantages.

Elle possède une bonne sensibilité et spécificité en comparaison à d'autres méthodes diagnostiques comme le scoring clinique ou la radiographie thoracique (Reef et al. 1991). Son intérêt a été démontré pour caractériser l'étendue des lésions pulmonaires chez des animaux cliniques mais aussi subcliniques (Buczinski, Forté, Bélanger 2013; Timsit et al. 2019). Il s'agit également d'un moyen pratique et non invasif de diagnostic des BPI chez les veaux laitiers (Ollivett et Buczinski 2016). Chez les JB, la consolidation pulmonaire est statistiquement associée à une baisse du GMQ dans les premières semaines d'engraissement (Cuevas-Gómez et al. 2020), montrant l'importance de cet examen dans la détection précoce et la décision de traitement. Cependant, son intérêt est contestable lorsqu'il s'agit d'animaux de grande taille avec un développement musculaire important, sur lesquels les lésions profondes sont difficilement visibles et la durée d'examen n'est pas profitable (Ollivett et Buczinski 2016). Ainsi, la plupart des études évoquent l'intérêt de cet examen chez des animaux jeunes, notamment les veaux laitiers (Buczinski et al. 2013; Buczinski, L Ollivett, et Dendukuri 2015; Dunn et al. 2018; Lowie et al. 2022; Ollivett et Buczinski 2016; Pravettoni et al. 2021; Teixeira, McArt, et Bicalho 2017). Peu d'études associent l'examen échographique pulmonaire à une autopsie rapprochée dans le temps. De plus, les lésions échographiques décrites dans la grande majorité des études est la consolidation pulmonaire, et les autres lésions échographiques sont peu décrites.

L'objectif de ce travail est de décrire les signes cliniques, les lésions échographiques et les lésions à l'autopsie chez les JB cliniquement atteints de BPI et d'autres sains. Dans une première partie, bibliographique, une description des signes cliniques, des lésions échographiques et des lésions à l'autopsie connues chez les bovins atteints de BPI sera faite. Dans une seconde partie expérimentale, ces mêmes aspects visualisés chez des animaux référés dans les cliniques de médecine bovine de deux Écoles Vétérinaires Françaises, seront présentés.

PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Description des anomalies lors de l'examen clinique, l'échographie pulmonaire et l'autopsie des animaux atteints de BPI

1. Description des anomalies cliniques

a. *Signes cliniques généraux*

L'un des premiers signes cliniques observable lors de BPI chez le veau est l'augmentation de la température corporelle (Theurer et al. 2013). Des veaux ont été inoculés expérimentalement avec *M. haemolytica* et ont présenté une température rectale significativement plus élevée par rapport au groupe témoin avec un pic 12 heures (h) après inoculation (Eberhart et al. 2017; Hixson et al. 2018). L'hyperthermie, lorsqu'elle est présente, apparaît pendant une courte période (Eberhart et al. 2017).

Chez les animaux adultes, ce signe est également fréquent. Une méta-analyse sur des vaches laitières atteintes de BPI a montré que le signe le plus fréquemment rapporté était l'augmentation de la température corporelle (Ferraro et al. 2021).

D'autres signes cliniques généraux sont également rapportés tels que l'abattement et la dysorexie, et ce, chez plusieurs types d'animaux. Dans une étude sur des veaux Holstein, un abattement (attitude et comportement clinique altéré) a été enregistré chez 61% des animaux atteints de BPI (Love et al, 2014). Des veaux mâles Holstein inoculés expérimentalement par *M. haemolytica* présentaient une durée d'alimentation et d'interaction sociale réduite (Hixson et al. 2018). Des JB en parc d'engraissement ont été mis en contact avec des agents infectieux responsables de la BPI, et ont présenté par la suite un temps de repas réduit de 35% par rapport au groupe témoin (Toaff-Rosenstein, Gershwin, et Tucker 2016). De plus, dans une autre étude sur des JB, une augmentation de la consommation moyenne par repas 7 jours avant l'examen visuel des animaux était associée à une diminution du risque d'apparition d'une BPI (Wolfger, Schwartzkopf-Genswein et al. 2015). L'attitude et le changement de comportement alimentaire et social sont donc des signes fréquents et précoces de BPI.

Un autre signe clinique général, est celui de la baisse de productivité individuelle. Chez les veaux laitiers, le diagnostic échographique était corrélé à une diminution du GMQ (Ollivett et Buczinski 2016; Rhodes et al. 2021). Chez les JB, cela se traduit également par une baisse du GMQ (Schneider et al. 2009). Chez les vaches laitières, un diagnostic clinique de BPI par le personnel était précédé d'une réduction de la production laitière de 1 à 4 jours (King et al. 2017).

Tous ces signes cliniques sont peu spécifiques et peuvent être retrouvés dans de nombreuses maladies. Cependant, l'observation d'un signe clinique respiratoire est, elle, plus efficace pour suspecter une BPI.

b. *Signes cliniques respiratoires*

Un signe clinique respiratoire fréquemment rapporté dans les études sur les BPI des bovins est la toux (Divers 2008; Love et al. 2014; Pardon et Buczinski 2020). Elle est fréquente lors de pneumonie aigüe à *M. haemolytica* (Divers 2008). Son incidence varie cependant selon les études. Une méta-analyse de 2021 a montré qu'elle était rapportée dans 65% des études relatives à la BPI

chez la vache laitière (Ferraro et al. 2021). Pourtant, dans une autre étude sur les veaux pré-sevrés, la toux a été observée chez seulement 28% (236/839) des cas diagnostiqués biologiquement ou cliniquement d'une BPI (Love et al. 2014).

L'augmentation de la fréquence respiratoire est également rapportée en cas de BPI. La tachypnée a été signalée dans la moitié des études dans la méta-analyse chez la vache laitière (Ferraro et al, 2021). Chez des veaux expérimentalement inoculés par *M. haemolytica*, la fréquence respiratoire moyenne était significativement élevée, après comparaison avec des veaux témoins du même élevage (Eberhart et al. 2017).

La dyspnée ou difficulté respiratoire est la difficulté au passage de l'air au sein des voies respiratoires. Une dyspnée expiratoire est plus spécifique des voies respiratoires profondes. La dyspnée est moins rapportée que les autres signes précédemment décrits chez les jeunes animaux. Cependant, la méta-analyse décrit que 61% des études relatant de la BPI chez la vache laitière rapportent une dyspnée ou altération de la dynamique respiratoire comme signe clinique chez ces animaux (Ferraro et al. 2021).

Le jetage nasal est un signe clinique retrouvé lors de BPI et son intensité varie. Un jetage séreux est généralement retrouvé lors d'atteintes respiratoires hautes (Timsit, Holman, et al. 2016). La colonisation des voies respiratoires profondes par les bactéries peut provoquer un jetage nasal purulent (Smith et al. 2019).

En pratique, l'auscultation pulmonaire est le signe clinique le plus utilisé par les vétérinaires afin de diagnostiquer une BPI (Rhodes et al. 2021). En cas de BPI, la vitesse du flux de l'air dans les voies respiratoires est altérée engendrant l'apparition de bruits anormaux (sifflements, râles) (Buczinski et al. 2014). Une atténuation des bruits respiratoires est également considérée comme anormale et a été associée à la présence d'épanchement pleural, de pyothorax et de pleurésie fibrineuse chez le mouton (Scott et Sargison 2010).

2. Description des anomalies échographiques

a. *Généralités sur l'échographie pulmonaire*

L'échographie pulmonaire est aujourd'hui largement répandue et très utilisée par les vétérinaires sur le terrain. À l'aide d'une sonde linéaire utilisée pour les échographies transrectales, il est possible d'évaluer facilement et rapidement une grande partie du volume pulmonaire et de détecter aisément des lésions chez les animaux de petite taille, c'est à dire principalement les veaux laitiers (Flöck 2004; Ollivett et Buczinski, 2016; Reinhold et al. 2002). Cet examen est de plus en plus utilisé chez les veaux de boucherie (Berman et al. 2019; Masset et al. 2022). Il permet de mettre en évidence des lésions au sein du parenchyme proches de la plèvre, de les caractériser et d'apprécier leur taille (Babkine et al., 2009).

La méthode d'examen est aujourd'hui standardisée (Rabeling et al. 1998). Après avoir tondu l'animal, la sonde est posée entre deux côtes. Le champ échographique dépend de la taille de l'animal mais s'étend généralement du 10^{ième} au 1^{er} EIC. L'aspect du poumon normal est caractéristique : une ligne hyperéchogène connue sous le nom de ligne pleurale, représente le contact entre la surface du poumon et la plèvre viscérale. Les ondes pénètrent ensuite au sein du parenchyme pulmonaire et sont rapidement réfléchies par l'air contenu dans les alvéoles, créant de nombreuses lignes de réverbération représentant les reflets de la ligne pleurale. Le mouvement de

glissement entre la plèvre pariétale et la plèvre viscérale due aux mouvements respiratoires est également visualisé, appelé “gliding sign” (Babkine et Blond 2009).

Les lésions pulmonaires échographiques sont distinguées en altérations du parenchyme pulmonaire (consolidations), altération de la ligne pleurale (dont les artefacts en queue de comète), épanchement pleural et abcès pulmonaires (Babkine et Blond 2009; Rademacher et al. 2014; Reinhold et al. 2002).

b. Consolidation pulmonaire

Le poumon consolidé a une image caractéristique à l'échographie, due au remplissage des alvéoles sous la plèvre par un matériel inflammatoire et exsudatif. Il prend l'image d'une zone plus ou moins grande, hypoéchogène, qui s'apparente au parenchyme hépatique, et qui peut contenir des tâches hyperéchogènes correspondant aux petites bronches remplies d'air souvent accompagnées de queues de comète (Babkine et Blond 2009). Les abcès, masses, atélectasies, la fibrose et les infarctus pulmonaires peuvent également prendre l'aspect du poumon consolidé et doivent rentrer dans le diagnostic différentiel de la consolidation échographique (Sartori 2010).

Les indicateurs des images d'intérêt de consolidations échographiques ont été étudiés par plusieurs auteurs. Le seuil de profondeur maximale est l'indicateur le plus documenté (Buczinski et al. 2014, Teixeira et al. 2017, Timsit et al. 2019), mais la surface des consolidations a également été utilisée (Masset et al. 2022).

c. Queues de comètes

Les queues de comète (QC) sont des lignes hyperéchogènes verticales artéfactuelles provenant de la surface du poumon, effaçant les lignes de réverbération et se déplaçant avec les mouvements respiratoires. Elles sont observées notamment lors de l'accumulation focale de matériel à la surface du poumon, créant une différence marquée d'impédance acoustique, reflétant les ondes ultrasonores comme des bulles de gaz ou des alvéoles distendues (Babkine et Blond 2009).

Étant des artefacts, les publications sur les QC ne témoignent pas d'une spécificité pathologique ou anatomique (Babkine et Blond 2009; Braun, Gerspach, et Brammertz 2018; Teixeira et al. 2017), mais elles sont associées à certains processus pathologiques en médecine humaine. En effet, il a été démontré que la présence d'une multitude de QC présentait une sensibilité de 93,4% pour le diagnostic du syndrome alvéolo-interstitiel (Lichtenstein et Mezière 2008). Concernant les bovins, un auteur a associé la présence de nombreuses QC à de l'emphysème pulmonaire diagnostiqué à l'autopsie (Flöck 2004).

d. Autres images d'intérêt

Lors de BPI, d'autres lésions peuvent également être retrouvées à l'échographie : l'épanchement pleural, les abcès, les anomalies de la plèvre et dans une moindre mesure le pneumothorax (Babkine et Blond 2009). À notre connaissance, il n'existe pas d'étude évaluant leur incidence chez les bovins atteints de BPI, mais leur observation est intéressante afin de juger de la gravité de l'examen échographique (Buczinski, Buathier et al. 2018; Jourquin et al. 2023; Maier et al. 2019; Tharwat et Oikawa 2011).

3. Description des lésions retrouvées à l'autopsie

La colonisation des agents bactériens dans les voies respiratoires peut provoquer trois schémas type de pneumonie : la bronchopneumonie (BP) suppurée, la BP fibrineuse et la BP caséo-nécrotique (Murray et al. 2016; Panciera et Confer 2010).

La BP suppurée, la plus courante, est bilatérale et localisée préférentiellement dans les lobes cranio-ventraux, de consistance modérément ferme et généralement sans pleurésie. L'intérieur des bronches est comblé par un matériel purulent à mucopurulent. Dans sa forme chronique, une fibrose, des abcès et des adhérences peuvent être observés (Panciera et Confer 2010).

La BP fibrineuse est également bilatérale et préférentiellement cranio-ventrale, de consistance ferme, d'apparence marbrée avec des foyers nécrotiques (Panciera et Confer 2010).

La BP caséo-nécrotique, caractéristique d'une infection à *M. bovis*, préférentiellement crâniale présente des consolidations nodulaires et se caractérise par une nécrose caséuse multifocale. Les infections virales sans complication bactérienne se caractérisent par une BP interstitielle, plus difficile à reconnaître, de localisation préférentielle cranio-ventrale, avec de petites zones d'atélectasie (Panciera et Confer 2010).

Dans la plupart des études évoquant les lésions macroscopiques post-mortem associées à la BPI, un diagramme des poumons est utilisé pour décrire les lésions (Ollivett et al. 2015; Reinhold et al. 2002). L'atteinte macroscopique des poumons n'est pas définie de la même manière selon les études. Le diagnostic de la BPI peut être basé sur la seule présence de tissus pulmonaire ferme rouge foncé (Ollivett et al. 2015). Dans une autre étude, un score de pneumonie sur 4 points différent de 0, en fonction de la surface des tâches de décoloration sur les poumons et de la présence d'abcès, permettait de diagnostiquer une pneumonie (Leruste et al., 2012).

II. **Intérêt diagnostique et pronostique de l'examen clinique, échographique et de l'autopsie**

1. Examen cliniques et scores cliniques

a. *Intérêt diagnostique*

i. Température rectale

Les données concernant la fiabilité de la température corporelle pour le diagnostic et le pronostic des BPI sont peu nombreuses. Une étude sur l'association entre les signes cliniques et les lésions de consolidations supérieures à 1 cm² a montré que la température rectale possède une association significative avec la consolidation échographique (Lowie et al. 2022). Lorsqu'elle est associée à l'auscultation pulmonaire, l'hyperthermie conduit à une plus forte nécessité de traiter à nouveau les animaux pour une BPI, d'après une étude américaine sur les veaux de boucherie (DeDonder et al., 2010).

Pourtant, ce signe n'est pas pathognomonique des BPI et peut-être influencé par les conditions environnementales. Elle augmente pendant une période limitée chez les veaux comme vu précédemment (Eberhart et al. 2017; Hixson et al. 2018). Une étude faite sur des veaux a montré qu'elle dépend notamment de la température ambiante et qu'elle peut donc varier de manière importante au cours d'une journée (Theurer et al. 2014). De plus, une étude sur des vaches de race mixte a rapporté une variabilité intra-opérateur sur la prise de température selon la technique de prise et le type de thermomètre. Cette variabilité peut aller jusqu'à 0,5°C de moins sur la prise de température (Naylor et al, 2012). Ainsi, il peut être utile d'effectuer un suivi de la température

corporelle et un suivi clinique afin d'écarter les faux positifs ou faux négatifs lors de la première prise.

ii. Signes cliniques respiratoires

Selon certains auteurs, la toux est le signe clinique possédant l'association la plus étroite avec les consolidations pulmonaires échographiques (Lowie et al. 2022) mais sa précision restait cependant très modérée (Se : 37,4 %, Sp : 85,7 %). Elle peut faussement induire une suspicion de BPI puisqu'elle est aussi observée lorsque les animaux mangent, lorsqu'ils ont une activité physique intense ou lorsque l'environnement est poussiéreux (Maier et al. 2019).

La fréquence respiratoire est également associée aux consolidations échographiques (Lowie et al., 2022), mais avec une sensibilité et une spécificité moindre que la toux (Se : 36,7 %, Sp : 79,7 %). Elle peut être retrouvée lors d'une augmentation de l'activité physique. Elle constitue aussi un indicateur de stress thermique, notamment chez les vaches laitières (Galán et al. 2018). Ce signe clinique est donc peu spécifique d'une atteinte respiratoire et il n'existe à notre connaissance pas de seuil à partir duquel la sensibilité augmente.

Cependant, le jetage nasal possède une mauvaise corrélation avec les consolidations pulmonaires (Se : 21,3 %, Sp : 83 %)(Lowie et al., 2022). Le jetage nasal est souvent présent lors de maladies respiratoires hautes (Divers, 2008). De plus, ce signe n'a pas une bonne fiabilité entre les évaluateurs et peut être variable au cours d'une journée selon le comportement de l'animal (léchage, nourrissage) (Berman et al. 2021).

La dyspnée est souvent mentionnée en tant que respiration anormale dans les études concernant les BPI des veaux. Une étude cas-témoins Californienne a montré que seulement 19,8% des veaux atteints de BPI présentaient ce signe (Love et al. 2014). Seulement, une étude sur la concordance entre les examinateurs a montré que la respiration anormale avait la concordance la plus faible (Berman, 2021), ce qui témoigne de la subjectivité de l'observation, nécessitant une bonne connaissance de la sémiologie respiratoire.

L'auscultation pulmonaire a une sensibilité modérée pour le diagnostic de la BPI. Une étude évaluant la corrélation entre une auscultation pulmonaire anormale et la présence de consolidation à l'échographie a montré que la sensibilité de l'auscultation était faible chez les veaux laitiers (de 0 à 16,7 %) (Buczinski et al. 2014). Une étude plus récente du même auteur selon une méthode bayésienne de classe latente a obtenu de meilleurs résultats (sensibilité de 72,9%) en la comparant à l'échographie pulmonaire pour le diagnostic des BPI mais sa spécificité était faible (53,3%). Cette différence de résultats peut être dû au fait que les bruits bronchiques y étaient inclus (Buczinski, Ménard, et Timsit 2016). Une étude sur la variabilité des résultats de l'auscultation pulmonaire selon l'examineur, en la comparant aux résultats échographiques, a montré qu'ils pouvaient fortement fluctuer (Pardon, Buczinski, et Deprez 2019). Plus récemment, une étude visant à standardiser la définition des bruits pulmonaires anormaux comme cela est fait en médecine humaine, a montré que le fait de ne pas prendre en compte l'augmentation des bruits respiratoires normaux ou de ne considérer que les bruits pathologiques graves permettait d'augmenter la spécificité de l'auscultation au dépend de la sensibilité (Boccardo et al. 2023). L'auscultation pulmonaire seule pour le diagnostic des BPI peut donc engendrer un nombre important de cas faussement positifs. Elle nécessite par conséquent une bonne connaissance des bruits respiratoires anormaux et de leur seuil pathologique.

iii. Systèmes de score clinique

Sur le terrain, le personnel diagnostique une BPI le plus souvent sur la base de signes cliniques visuels (anorexie, écoulement nasal et oculaire, position des oreilles et de la tête) et la décision finale de traitement est souvent prise par l'observation d'une hyperthermie (White et Renter 2009; Wolfger, Timsit et al. 2015). Cependant, une étude sur la précision diagnostique des signes cliniques de la BPI chez des veaux pré-sevrés a montré que moins de 50% des veaux présentant des images anormales à l'examen échographique étaient traités par l'éleveur (Buczinski et al. 2014). Cela démontre un manque de surveillance adéquate ou une mauvaise sensibilité des méthodes de diagnostic clinique utilisées en routine par les éleveurs. Ainsi, des scores cliniques ont été développés en médecine vétérinaire afin de faciliter la reconnaissance de la maladie sur le terrain. Leur principe est le même : un score est attribué à chaque signe clinique et la somme des scores classe chaque individu selon l'intensité de son atteinte clinique. Un des défis a été d'estimer leur puissance diagnostique en l'absence de méthode de référence pour le diagnostic anté-mortem de la BPI bovine.

Le premier score clinique conçu pour les veaux laitiers avant le sevrage, fut nommé "Wisconsin clinical scoring system", attribuant une note de 0 à 3 selon l'intensité de la température rectale, l'écoulement nasal, la toux, l'écoulement oculaire et la position des oreilles. La définition d'un animal malade variait d'une étude à l'autre : l'animal pouvait être sain si son score pondéré était inférieur ou égal à 3 (Buczinski et al. 2014), ou malade si son score était supérieur ou égal à 5 (Buczinski et al. 2015) ou si au moins 2 signes cliniques avaient un score supérieur ou égal à 2 (Cramer et Ollivett 2019). En considérant un animal malade avec un score supérieur ou égal à 5 et en utilisant une analyse statistique basée sur les classes latentes bayésiennes, la sensibilité et la spécificité de ce score clinique étaient respectivement de 62,4% et 74,1% (Buczinski, Ollivett et al. 2015). Cette dernière étude utilisait la présence de consolidation pulmonaire d'une profondeur de plus de 1 cm comme diagnostique de la BPI. L'une des limites de ce système est que l'attribution des scores possède une part de subjectivité car elle n'est pas quantitative (Berman et al. 2022).

Afin de contourner ce problème, une grille de score clinique développée chez les veaux laitiers avant le sevrage a été conçue, nommée California clinical scoring system (Love et al., 2014). Cette dernière reprend les mêmes signes cliniques que dans le score de Wisconsin mais en notant seulement l'absence ou la présence de ce signe et en estimant l'importance de chaque signe clinique sur la base de coefficients de régression logistique (Aly et al. 2014; Love et al. 2014). Trois systèmes de notation différents ont été évalués et leur efficacité a été estimée en comparant les scores aux résultats d'examen biologiques (PCR ou culture nasopharyngée) et en prenant en compte le score de Wisconsin. Le troisième modèle avec une valeur seuil de score supérieur ou égale à 5, a correctement classé 89,4 % des animaux malades, 90,8 % des témoins et 90,2 % de tous les veaux de l'étude (Love et al., 2014). Ce système a par la suite été légèrement modifié et son efficacité a été évaluée selon une analyse statistique basée sur les classes latentes bayésiennes, et en considérant un diagnostic positif de BPI en cas de visualisation d'une consolidation à l'échographie de plus de 1 cm de profondeur. Ainsi, sa sensibilité et sa spécificité varient respectivement de 66,9 % à 83,0% et de 69,1 à 82,7 % (Buczinski, Fecteau, et al. 2018).

Les BPI ayant également une incidence élevée chez les veaux laitiers sevrés logés en enclos collectifs, un système de notation visant à limiter les manipulations des veaux dans ces conditions a été étudié en Californie (Maier et al., 2019). La BPI était diagnostiquée par auscultation et échographie pulmonaire et le score était posé à partir de signes cliniques et de mesures environnementales (dont l'état corporel et la température ambiante). Ce modèle a montré une

sensibilité entre 64,8% et 76,9% selon les groupes d'animaux utilisés, et une spécificité entre 62,6% et 76,7%.

Un score clinique chez le veau de boucherie au Canada a été développé en prenant en compte la fiabilité des signes cliniques respiratoires, afin de minimiser les variations entre examinateurs (Berman et al. 2021, 2022). Un veau était considéré comme atteint d'une BPI suite à une échographie pulmonaire ou une concentration d'haptoglobine sanguine anormale. Selon une analyse statistique de classe latente bayésienne, les veaux présentant 2 des signes fiables (toux, affaissement unilatéral ou bilatéral des oreilles ou inclinaison de la tête, ou température rectale $\geq 39,7$ °C) étaient considérés comme positifs, avec une Se et une Sp individuelles de 31 % et de 100 % (Berman et al. 2022). Ce score a donc l'avantage de minimiser le nombre de veaux faussement détectés comme atteints de BPI et potentiellement traités à tort.

Aucun système de scoring clinique, à notre connaissance, n'a été développé pour la détection de la BPI chez les animaux adultes et ces systèmes ne sont pas encore utilisés chez les JB. Cependant, une étude a fait un état des lieux des signes cliniques retrouvés dans la littérature des BPI chez la vache laitière adulte, et a pu montrer que les définitions de ces signes sont peu claires dans la bibliographie entraînant une faible sensibilité de diagnostic et potentiellement une mauvaise décision de traitement chez ces animaux (Ferraro et al. 2021).

b. Intérêt pronostique

À notre connaissance, aucune étude n'évalue précisément l'intérêt pronostique des signes cliniques et scores cliniques dans le cadre des BPI des bovins mais la réponse au traitement antibiotique administré suite à un diagnostic clinique a déjà été évaluée. Ainsi, 20 à 35% des veaux traités nécessitent plus d'un traitement antibiotique suite à une récurrence de la maladie montrant l'insuffisance du système d'évaluation clinique utilisé en routine (Ollivett 2020).

2. Échographie pulmonaire

a. Intérêt diagnostique

En l'absence d'examen considéré comme "gold standard" pour la détection des BPI chez les bovins, il est difficile d'estimer l'intérêt diagnostique de l'échographie pulmonaire qui est tout de même aujourd'hui reconnue comme un outil pratique de détection des BPI (Buczinski et al. 2013). Dans la plupart des études, l'échographie est utilisée comme outil diagnostique de référence et est comparée aux signes cliniques de l'animal (Ollivett et al. 2011; Buczinski et al. 2014). Chez des veaux laitiers pré-sevrés, une profondeur de consolidation de plus de 1 cm était significativement associée à une BPI clinique (Buczinski et al. 2014).

La fiabilité diagnostique de l'examen échographique en utilisant l'autopsie comme "gold standard" est évaluée dans un nombre limité d'études qui concernent les veaux (Ollivett et al. 2015; Rabeling et al. 1998; Reinhold et al. 2002). En 1998, un auteur a comparé l'échographie pulmonaire aux lésions post-mortem observées à l'autopsie chez des veaux âgés de 5 mois et a démontré une sensibilité de 85 % et une spécificité de 98 % pour la détection des lésions de BPI (Rabeling et al. 1998). Une étude plus récente a montré que la capacité de l'échographie à détecter les lésions pulmonaires macroscopiques et histopathologiques chez des veaux laitiers était très bonne avec une sensibilité de 94% et une spécificité de 100% (Ollivett et al. 2015). À notre connaissance, aucune

étude ne compare l'examen échographique aux lésions macroscopiques pulmonaires chez des animaux plus âgés.

L'échographie pulmonaire a une bonne capacité à localiser les lésions. Les lésions macroscopiques des poumons lors de BPI se situent majoritairement dans les lobes les plus crâniens et la corrélation avec la distribution des anomalies à l'échographie est bonne (Ollivett et al. 2015; Ollivett et Buczinski 2016; Reinhold et al. 2002). Les résultats d'une étude évaluant l'intérêt d'une technique échographique centrée uniquement sur la partie crânienne du thorax chez le veau a montré que pour 99,2 % des individus présentant des anomalies, les consolidations échographiques étaient dans les lobes pulmonaires crâniens droit ou gauche ou dans le lobe pulmonaire moyen droit (Masset et al. 2022).

b. Intérêt pronostique

La recherche de lésions à l'échographie pulmonaire des bovins s'est avérée utile pour l'établissement d'un pronostic. Des auteurs Irlandais ont démontré un lien entre le score lésionnel échographique et la diminution du GMQ pendant environ 40 jours chez des animaux en pré-sevrage (Rhodes et al. 2021). Chez des veaux laitiers pré-sevrés, la consolidation échographique de tout un lobe pulmonaire diminuait fortement le GMQ pendant 3 semaines (Cuevas-Gómez et al. 2020). Chez les JB, la présence de consolidations pulmonaires à l'échographie était également associée à un GMQ plus faible pendant environ 30 jours (Cramer et Ollivett, 2019).

Outre leur présence, les caractéristiques des consolidations échographiques ont été étudiées par plusieurs auteurs. Ceux les plus associés à un pronostic clinique négatif chez le veau de boucherie étaient la profondeur et la surface maximale des consolidations et la surface totale de consolidation par site (Rademacher et al. 2014). Le seuil de profondeur maximale est l'indicateur le plus documenté (Buczinski et al. 2014, Teixeira et al. 2017, Timsit et al. 2019). Une étude sur le risque de rechute de BPI après traitement chez des JB et génisses a montré que la profondeur (5 cm) des consolidations à l'échographie était associée à un risque de rechute de la maladie augmenté (Timsit et al. 2019). D'autres auteurs ont des seuils plus bas. Une consolidation de plus de 0 cm au sevrage était associée à de moins bonnes performances de reproduction des génisses par la suite (Teixeira et al. 2017). De même, chez des veaux de boucherie et laitiers, la spécificité de l'échographie pulmonaire pour le diagnostic des BPI était augmentée avec un seuil de profondeur de 3cm (Berman et al. 2019). Concernant la surface des consolidations, un seuil de 1 cm² a montré une concordance significative pour le diagnostic des BPI chez des veaux (Masset et al. 2022).

Ces résultats sont contradictoires dans d'autres études (Abutarbush et al. 2011; Rademacher et al. 2014; Timsit et al. 2019). En effet, chez des JB en parc d'engraissement canadien, l'identification de lésions pulmonaires (principalement les consolidations) à l'échographie au moment de l'inclusion des cas à l'étude n'a pas montré d'intérêt pour le suivi de l'état de santé des animaux (Abutarbush et al. 2011). Concernant d'autres lésions à l'échographie, le nombre maximal de QC et la profondeur maximale d'épanchement pleural chez les JB n'avaient pas d'effets négatifs sur le taux de rechute et sur le GMQ (Timsit et al. 2019). De plus, une étude dont l'objectif était d'évaluer la cohérence entre les examinateurs sur la visualisation d'images anormales à l'échographie a montré que pour la présence de QC, elle était faible pour chaque examinateur (Buczinski et al. 2013).

c. Limites

L'examen échographique présente des limites. Les fréquences et les sondes utilisées de nos jours ne permettent pas à l'examineur de détecter des lésions profondes entraînant des faux négatifs. Le poumon fibrosé, cicatrisé et atélectasié peut également engendrer des images de consolidations créant des cas faussement positifs. De plus, les animaux de grande taille sont moins facilement manipulables que les veaux et il est parfois difficile d'atteindre les EIC les plus crâniens chez ces animaux en raison notamment de leur développement musculaire. Une partie des lésions peut ne pas être observée à l'échographie (Ollivett et Buczinski 2016; Rademacher et al. 2014).

3. Autopsie pulmonaire

Il est absurde de parler d'intérêt pronostique dans le cas d'un examen nécropsique. Cet examen est cependant le seul à être considéré comme méthode de référence pour le diagnostic des BPI des bovins. Il convient de ne pas négliger l'importance d'une autopsie sur le terrain, notamment pour renforcer une suspicion clinique sur d'autres animaux et mettre en place un traitement métaphylactique.

À l'issue de cette partie bibliographique, nous avons montré que peu d'études décrivent l'intérêt diagnostique des scores cliniques et de l'échographie pulmonaire chez les JB. Les systèmes de scoring cliniques ont été développés chez les veaux afin de standardiser l'examen clinique fait sur le terrain par le personnel de l'élevage et ont le mérite d'être aisément et assez rapidement reproductibles par les éleveurs, mais la définition d'un animal malade varie et leur précision diagnostique reste limitée. L'échographie pulmonaire, combinée à l'examen clinique, permettrait de différencier les animaux sains des animaux subcliniques et ainsi avoir une décision thérapeutique plus adaptée (Ollivett et Buczinski 2016), mais sa précision diagnostique varie selon les études en l'absence de "gold-standard" pour le diagnostic des BPI. Aussi, il n'existe pas de consensus sur les critères de gravité à examiner lors de l'échographie pulmonaire (nombre, nature, profondeur et surface des lésions).

DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

I. Cadre et objectif de l'étude

1. Cadre de l'étude

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet PROBE JB (**PRO**nostic et diagnostic échographiques des **B**ronchopneumonies **En**zootiques chez les **J**eunes **B**ovins) fruit d'une collaboration entre l'ENVT et ONIRIS Vet AgroBio Nantes. L'objectif principal est d'évaluer la corrélation entre les signes cliniques, les lésions pulmonaires visibles ou non à l'échographie et les lésions pulmonaires observées ou non à l'autopsie des JB. Il s'agit également d'évaluer l'intérêt diagnostique et pronostique de l'échographie dans le cadre des bronchopneumonies infectieuses chez ces animaux.

Pour ce faire, des cas cliniques ont été recrutés par les cliniques de médecine bovine des deux écoles que ce soit parmi les animaux hospitalisés ou lors de visites d'élevage. En raison de la forte proportion de cas référés pour maladie respiratoire dans les deux écoles (plus de 10% des animaux hospitalisés durant l'année scolaire 2020-2021 à Oniris VetAgroBio Nantes et 15-20% pour l'ENVT), l'effectif était jugé suffisant en récoltant des données sur deux années scolaires. Deux équipes de recherche d'INRAE ont participé au projet : l'équipe IMMUNOCARE (avec S. Assié et M. Rouault) de l'UMR BIOEPAR à Nantes et l'équipe IALTA (avec G. Foucras) de l'UMR IHAP à Toulouse. Elles ont contribué à la conception du protocole et encadreront l'analyse des données ainsi que leur valorisation. Toutes les données seront intégrées dans la thèse d'université de Maud Rouault (co-encadrée par F. Meurens, G. Foucras et S. Assié), qui a pour but d'identifier et de combiner des marqueurs, y compris les lésions à l'échographie pulmonaire, afin de décrire et potentiellement de prédire la sensibilité des JB aux BPI et la gravité de ces maladies.

2. Objectif de l'étude

L'objectif de cette thèse vétérinaire est tout d'abord de décrire les signes cliniques, les lésions échographiques et les lésions observées à l'autopsie des cas hospitalisés intégrés à l'étude PROBE JB durant l'année scolaire 2023-2024 dans les cliniques des deux Écoles. Ce travail servira également de base préliminaire à l'étude PROBE JB, en testant des associations simples entre la présence ou l'absence de lésions échographiques, de signes cliniques et de lésions à l'autopsie. Il permettra ainsi d'analyser les premières données recueillies afin d'avoir un aperçu des corrélations possibles entre signes cliniques, lésions échographiques et lésions à l'autopsie. Au total, 24 bovins (dont 9 référés dans la clinique de l'ENVT et 15 référés dans la clinique d'ONIRIS VetAgroBio Nantes) ont été intégrés durant cette période. D'autres animaux continueront à être inclus dans l'étude durant l'année 2024-2025.

II. Matériel et méthodes

1. Critères d'inclusion

Tous les animaux, mâles ou femelles, quelle que soit leur race, du sevrage jusqu'à 18 mois, et dont la taille a permis la réalisation d'une échographie pulmonaire, ont été inclus dans l'étude. La provenance des animaux et leur état clinique n'ont pas été considérés comme critères d'inclusion ou d'exclusion.

Pour chaque animal, un document d'enregistrement a été renseigné après son admission dans les cliniques des deux écoles vétérinaires, comprenant son signalement, son anamnèse, les résultats de l'examen clinique, de l'échographie pulmonaire, ainsi que les résultats des prélèvements (non systématiquement faits) précisant l'étiologie du trouble respiratoire et les résultats de l'autopsie (**Annexe 1, 2, 3, 4, 5**). Les feuilles d'enregistrement complétées ont ensuite été photographiées et stockées sur la plateforme de collaboration en ligne Nextcloud.

Les informations relatives à l'identification de l'animal, sa date de naissance, sa race, son poids et sa circonférence thoracique ont été relevées dès leur arrivée dans les locaux. Initialement, les animaux jugés trop petits devaient être exclus de l'étude, car bien que l'examen échographique soit plus facile à réaliser sur ces individus, les résultats risquaient de ne pas être représentatifs des difficultés rencontrées lors de l'examen chez les jeunes bovins (JB) de plus grand gabarit. Cependant, certains animaux de petite taille ont finalement été inclus afin d'élargir l'échantillon et d'évaluer la pertinence des résultats sur des animaux de différentes morphologies.

2. Données anamnestiques

Les données anamnestiques ont été recueillies par téléphone auprès de l'éleveur responsable de l'exploitation d'où proviennent les animaux. Les informations ont inclus la date de début des troubles respiratoires, le cas échéant, et les traitements administrés pour cette affection. Si d'autres animaux de l'exploitations étaient atteints, cela était également notifié. La feuille de travail utilisée pour renseigner le signalement et l'anamnèse de l'animal est présentée en **Annexe 1**.

3. Condition de détention et d'utilisation des animaux

Le déroulement de l'étude a été validé par le Comité d'Éthique pour la Recherche Vétérinaire d'Oniris (CERVO) sous le numéro : CERVO-2022-7-V.

À leur arrivée, les animaux ont été pesés puis directement placés dans leur box d'hospitalisation préalablement paillé, avec accès à du foin et de l'eau à volonté. Si nécessaire, une thérapie médicamenteuse a été instaurée afin de respecter les règles de bien-être animal en vigueur dans les cliniques des deux écoles vétérinaires.

4. Conditions de réalisation des différents examens et d'analyse des résultats

a. Examen clinique des animaux

L'examen clinique des animaux a été réalisé dans leur box d'hospitalisation, dans les cliniques des deux écoles, quelques heures à 24 heures maximum après leur arrivée. Grâce au niveau de contention élevé possible dans ces locaux, un examen rapproché et complet a pu être effectué sur tous les animaux. La feuille de travail utilisée pour renseigner l'examen clinique de l'animal est présentée en **Annexe 2**.

La température rectale a été prise en début d'examen afin de minimiser les variations dues au stress de la manipulation. Ensuite, différents signes cliniques généraux ont été relevés, tels que l'abattement (évalué à partir de la posture des oreilles et de la tête), le creux du flanc gauche (indiquant le remplissage du rumen), ainsi que la prise alimentaire. L'observation de signes respiratoires éventuels ont également été effectuée. L'amplitude, le rythme et le type de respiration

ont été notés, de même que la fréquence respiratoire, la présence de toux ou de jetage, leur nature et leur intensité. Une auscultation respiratoire minutieuse a ensuite été réalisée, avec un relevé des modifications des bruits respiratoires (atténués, renforcés ou bruits surajoutés) et la localisation des altérations.

Une température rectale supérieure à 39,5°C a été considérée comme anormalement élevée tout comme une fréquence respiratoire supérieure à 20 mouvements par minute (mpm).

b. Échographie pulmonaire

L'échographie pulmonaire ayant pour but de mettre en évidence une atteinte respiratoire basse, a été effectuée maximum 24h avant l'autopsie afin de récolter des données rapprochées dans le temps. Tous les espaces intercostaux (EIC) ont été examinés. Lorsqu'il était impossible de visualiser les poumons sur les EIC les plus caudaux, cela a été notifié.

L'échographe portable utilisé était le *Draminski iScanMini*[®] avec une sonde linéaire de fréquence 7 MHz, une profondeur de 8 cm, un focus d'environ 2 cm. L'animal était contenu à l'aide d'une corde attachée à la tête. Une tonte large était effectuée depuis le 11^{ème} EIC jusqu'au 4^{ème} EIC inclus. Afin de localiser les lésions, chaque EIC était séparé par une ligne imaginaire passant par la pointe de l'épaule et parallèle à la colonne vertébrale (représentée en **Figure 1**), permettant de distinguer pour chaque EIC une partie dorsale et une partie ventrale du thorax. Une solution d'alcool à 70° était pulvérisée sur toute la zone de tonte et la sonde était déplacée de haut en bas le long de chaque demi-EIC.

Pour chaque zone contenant une image anormale, une vidéo a été enregistrée sur l'échographe. Toutes les vidéos ont ensuite été exportées vers un ordinateur et triées avec le dossier de l'animal sur Nextcloud.

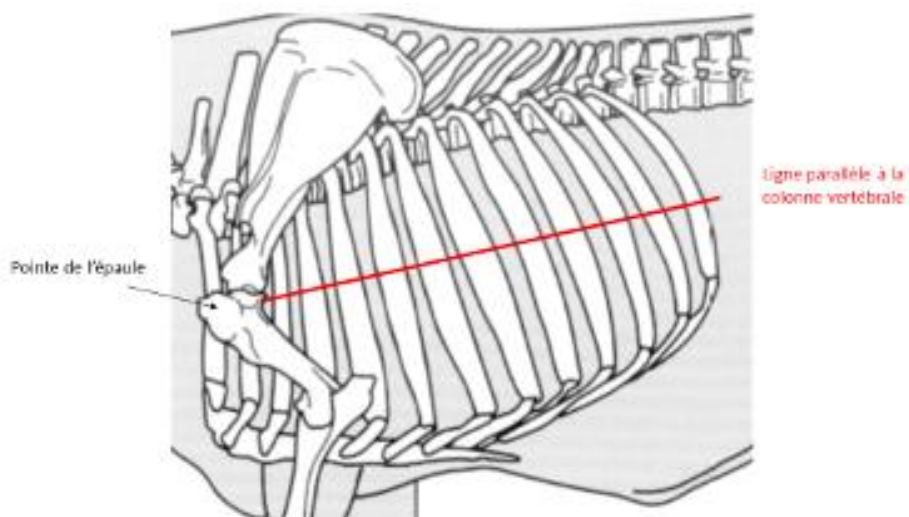


Figure 1 : Schéma de la ligne séparant en 2 tous les EIC (Barone, 1976).

Plusieurs images anormales ont été mises en évidence. La lésion échographique principale a été la consolidation échographique. Pour chaque demi-EIC, la profondeur maximale de la plus grande consolidation échographique et sa surface ont été notées en comptant le nombre de carré de 1 cm². Une consolidation a été considérée comme significative si sa surface était supérieure à 1

cm² (Ollivett et Burton, 2011 ; Buczinski et al., 2014). La présence de plus de 5 QC sur une même image ont également été enregistrée (xQC avec x le nombre de QC observées), ainsi que la présence de QC de plus d'1 cm de large (xQC>1 avec x le nombre de QC de plus d'1 cm de large). Enfin, la présence de toute autre lésion échographique d'intérêt a été notée (épanchement pleural, abcès, pleurésie etc). Les exemples des différentes lésions échographiques ainsi que d'un poumon sain sont illustrés par la **Figure 2**. La feuille de travail utilisée pour renseigner l'examen échographique de l'animal est présentée en **Annexe 3**. Les lésions visualisées à l'échographie ont été localisées sur les poumons de l'animal à l'aide du **Tableau 1**.

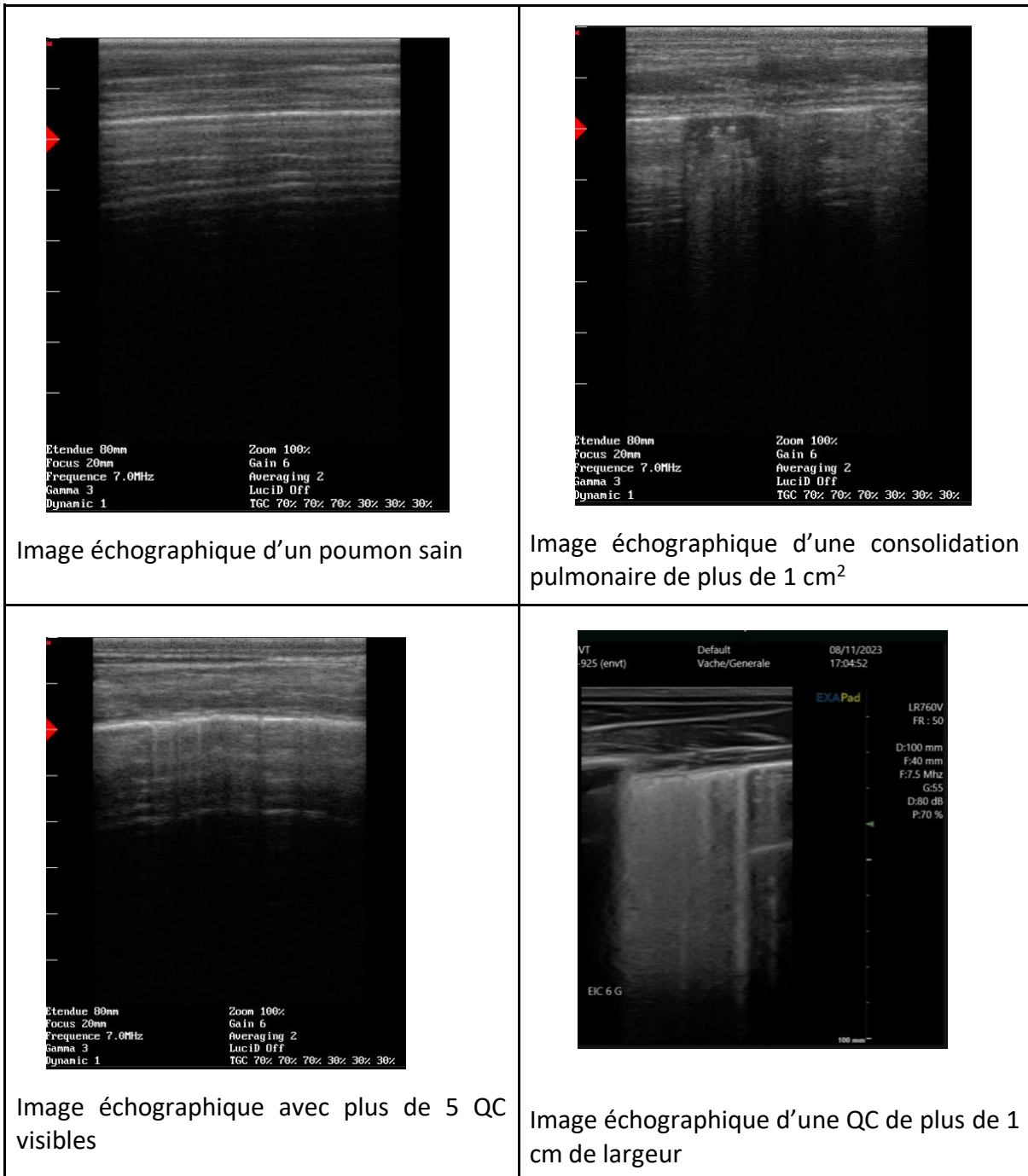


Figure 2 : Exemples d'images rencontrées lors de différentes échographies pulmonaires (source : plateforme en ligne Nextcloud).

Tableau 1 : Aide pour la localisation des lésions visualisées à l'échographie (Ollivett, Buczinski, 2016).

Côté gauche			Côté droit			
EIC 2-3	EIC 4-5	EIC 6-10	EIC 1-2	EIC 3-4	EIC 5	EIC 6-10
Partie crâniale du lobe crânial	Partie caudale du lobe crânial	Lobe caudal	Partie crâniale du lobe crânial	Partie caudale du lobe crânial	Lobe moyen	Lobe caudal

c. Examen nécropsique des animaux

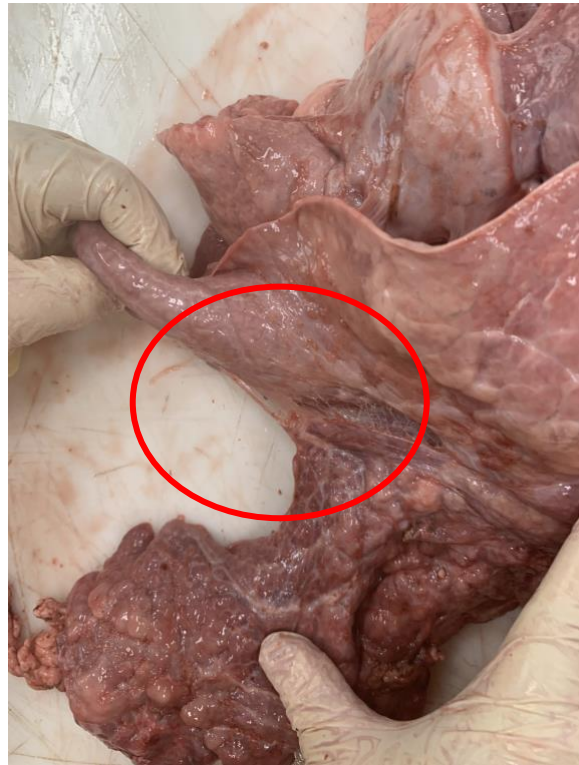
Chaque animal a été euthanasié dans son box d'hospitalisation, puis soumis à une autopsie complète dans un délai de 24 heures maximum après l'échographie pulmonaire. Cette autopsie a inclus un examen standardisé de l'appareil pulmonaire. Il est important de préciser qu'aucune euthanasie n'a été réalisée uniquement dans le cadre de l'étude. Les animaux ont été euthanasiés parce qu'ils étaient soit trop malades, soit jugés sans valeur économique.

Un score d'extension de pleurésie a été attribué aux plèvres pariétales et viscérales. Concernant la plèvre viscérale, le score allait de 0 (absence d'adhérence inter-lobaire) à 4 (adhérence présente sur plus de 60 % de la surface du lobe), et ce pour les faces ventrales et dorsales de chaque lobe pulmonaire. Concernant la plèvre pariétale, la présence (score de 1) ou l'absence (score de 0) de pleurésie était notée. La trachée et les bronches étaient incisées, et la présence (score de 1) ou l'absence (score de 0) de pus était noté. Les poumons étaient minutieusement palpés et observés. Un score d'induration du parenchyme pulmonaire était attribué aux faces ventrales et dorsales de chaque lobe pulmonaire (à l'exception du lobe accessoire où seule la face ventrale était annotée), avec une échelle allant de 0 (palpation normale) à 4 (induration sévère). En présence de lésions macroscopiques visibles, un score d'extension était également donné allant de 0 (absence de lésion) à 4 (lésions couvrant entre 76% à 100% de la surface) pour les faces ventrales et dorsales de chaque lobe pulmonaire. La taille des nœuds lymphatiques trachéo-bronchiques était également prise en compte avec une note allant de 0 (taille normale) à 3 (taille plus que doublée). Des exemples de différentes lésions macroscopiques sont illustrés par la **Figure 3**. Tous ces scores étaient notés dans un diagramme des poumons et renseignés sur la feuille de travail présentée en **Annexe 4**.

Toutes les lésions macroscopiques de l'appareil respiratoire ont été photographiées et transférées sur la plateforme de partage en ligne Nextcloud, ainsi qu'une photo systématique de l'ensemble de l'appareil avant découpe.



Photographie des poumons d'un animal en vue dorsale, dont la partie crâniale du lobe crânial droit a un score d'extension de 4/4 et un score d'induration de 3/3.



Photographie d'une adhérence interlobaire au niveau du lobe crânial droit avec un score de pleurésie viscérale de 3/3.



Photographie d'un score de pleurésie pariétale de 1 démontré par une adhérence entre le lobe caudal droit et la paroi thoracique.



Photographie d'un nœud lymphatique trachéo-bronchique de score 3/3.

Figure 3 : Lésions macroscopiques rencontrées lors de différentes autopsies au cours de l'année (source : plateforme en ligne Nextcloud).

2. Analyse statistique des données

a. Définitions des variables

i. Variables relatives aux signes cliniques

Les signes cliniques respiratoires ont tout d'abord été classés en "signe clinique mineur" et "signe clinique majeur", selon leur sensibilité et leur spécificité à diagnostiquer une maladie respiratoire. Ainsi, la tachypnée et le jetage séreux, muqueux ou muco-purulent ont été considérés comme des signes mineurs (Buczinski, Fecteau et al., 2018, Lowie et al., 2022). La toux (spontanée ou induite), la dyspnée, l'orthopnée et la modification ont, eux, été considérés comme des signes majeurs (Buczinski, Fecteau et al., 2018; Berman et al., 2022). L'auscultation respiratoire a été classée comme signe clinique majeur malgré les résultats divergents dans la littérature à propos de sa sensibilité diagnostique (Buczinski, Forté et al., 2014; Buczinski et al., 2016). Une étude plus récente a eu de meilleurs résultats à propos de l'auscultation pulmonaire (Boccardo et al., 2023).

Tableau 2 : Variables utilisées pour la description et les tests statistiques relatifs à l'examen clinique.

Variable	Valeur possible et signification
<i>Animal_Malade</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal présentant une atteinte de l'état général (abattement ou hyperthermie) et/ou plus d'un signe respiratoire mineur.● 0 : Critères ci-dessus non respectés, animal sain.
<i>Atteinte_EG</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal présentant une atteinte de l'état général (abattement ou hyperthermie)● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Insuff_Respi_1</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal présentant minimum 1 signe clinique respiratoire majeur.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Insuff_Respi_2</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal présentant minimum 2 signes cliniques respiratoires majeurs.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Insuff_Respi_3</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal présentant minimum 3 signes cliniques respiratoires majeurs.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Insuff_Respi_4</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal présentant minimum 4 signes cliniques respiratoires majeurs.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.

Ensuite, plusieurs variables ont été définies et sont présentées dans le **Tableau 2**. Étant donné l'inclusion de tout type d'animaux, quel que soit leur état clinique, la détermination de l'origine de l'atteinte générale était incertaine au moment de l'examen clinique. Ainsi, une variable spécifique de l'atteinte générale a été créée afin de distinguer les animaux présentant un

abattement ou une hyperthermie de ceux ayant uniquement une atteinte respiratoire. Les variables *Insuff_Respi_2*, *Insuff_Respi_3* et *Insuff_Respi_4* ont été créées afin de tenter de quantifier l'atteinte respiratoire.

ii. Variables relatives à l'échographie pulmonaire

Premièrement, l'échographie pulmonaire d'un animal a été considérée comme anormale s'il présentait au moins l'une des 3 images anormales décrites précédemment quelle que soit sa localisation, ou une autre lésion significative (abcès, épanchement pleural, pleurésie). Ensuite, chacune des 3 lésions échographiques d'intérêt a été individualisée à l'aide d'une variable, en considérant l'échographie anormale en présence d'une seule image anormale. Ces variables sont définies dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 : Variables utilisées pour la description et les tests statistiques relatifs à l'échographie pulmonaire.

Variable	Valeur possible et signification
<i>Présence_lésion</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 : Animal présentant l'une des 3 lésions échographiques citées, ou une autre lésion significative, sur n'importe quel EIC ● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>LC_1cm2</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 : Animal présentant au moins une consolidation de plus de 1 cm² visible à l'échographie sur n'importe quel EIC ● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Nb_QC>5</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 : Animal présentant au moins une image avec 5 ou plus de 5 QC visibles à l'échographie ● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>QC>1cm</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 : Animal présentant au moins une image avec une QC de plus de 1 cm d'épaisseur visible à l'échographie ● 0 : Critères ci-dessus non respectés.

iii. Variables relatives à l'autopsie

Pour chaque animal, les scores relatifs au parenchyme pulmonaire (score d'extension et d'induration) des faces ventrales et dorsales de tous les lobes ont été additionnés pour obtenir un "score de pneumonie". Les scores relatifs à la pleurésie (pariétale et viscérale) ont également été additionnés pour calculer un "score de pleurésie". Enfin, tous les scores lésionnels pulmonaires ont été additionnés (score de pneumonie, score de pleurésie, score de pus bronchique et score de taille des nœuds lymphatiques pulmonaires) donnant un "score total". Les variables relatives à l'autopsie des poumons sont définies dans le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Variables utilisées pour la description et les tests statistiques relatifs à l'autopsie.

Variable	Valeur possible et signification
<i>Poumons_Anormaux</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total non nul ou lésion de nature macroscopiquement identifiable.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Pneumonie</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score de pneumonie non nul.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Pleurésie</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score de pleurésie non nul.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_10</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 10.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_20</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 20.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_30</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 30.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_40</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 40.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_50</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 50.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_60</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 60.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_80</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 80.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.
<i>Score_100</i>	<ul style="list-style-type: none">● 1 : Animal possédant un score total supérieur ou égal à 100.● 0 : Critères ci-dessus non respectés.

b. Logiciels utilisés et méthode statistique

L'application Google Sheet a été utilisée afin de regrouper toutes les caractéristiques de chaque animal, issues des examens cliniques, échographiques et nécropsiques, facilitant ainsi les dénombrements.

Le Test exact de Fischer a été utilisé pour tester l'association entre deux variables qualitatives, étant plus adapté pour les effectifs de petite taille que le Test du χ^2 . Ainsi, pour chaque couple de variable, un tableau de contingence a été construit selon le **Tableau 5**.

Tableau 5 : Exemple de tableau de contingence à 2 variables utilisé pour le test exact de Fischer.

	Variable 1 = 0	Variable 1 = 1	Total
Variable 2 = 0	N1	N2	N1+N2
Variable 2 = 1	N3	N4	N3+N4
Total	N1+N3	N2+N4	N1+N2+N3+N4

Les valeurs attendues pour chaque cellule du tableau ont ensuite été calculées en supposant l'hypothèse d'indépendance des deux variables vraies. Par exemple, la valeur attendue pour le couple (*Variable 1 = 0; Variable 2 = 0*) était la suivante :

$$\text{Valeur attendue} = \frac{(N1 + N2) \times (N1 + N3)}{N1 + N2 + N3 + N4}$$

Les valeurs vraies et attendues ont été copiées dans le logiciel R afin de calculer la valeur p. Deux variables étaient significativement associées si la valeur p obtenue était inférieure ou égale à 0,05.

III. Résultats

1. Description de l'échantillon utilisé

Vingt-quatre animaux ont été inclus dans l'étude, dont neuf examinés à l'ENVT et quinze à Oniris VetAgroBio-Nantes. Les statistiques descriptives (âge, poids, circonférence thoracique) sont présentées le **Tableau 6**.

Des animaux d'âge, de race et de taille variés ont en effet été inclus à l'étude afin d'élargir l'échantillon et d'évaluer la pertinence des résultats sur des animaux de différentes morphologies.

Au sein de notre cohorte, dix animaux ont reçu un traitement à indication respiratoire dans leur élevage d'origine. Pour les autres, la date d'apparition des symptômes, s'il y en avait, et les antécédents thérapeutiques n'ont pas toujours été connus.

Tableau 6 : Statistiques descriptives des âges, poids et circonférences thoraciques des animaux inclus

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne ± écart type
Âge (mois) lors de l'examen échographie des animaux *	0,5	17	9,1 ± 5,1
Poids (kg) lors de l'examen échographie des animaux **	48	404	161,7 ± 78,9
Circonférence thoracique (cm) lors de l'examen échographie des animaux ***	88	159	128,1 ± 18,7

* L'âge d'un animal est manquant. ** Les poids de 6 animaux sont manquants. *** Les circonférences thoraciques de 9 animaux sont manquantes.

2. Description des signes cliniques et de l'anamnèse

Les modalités et effectifs de chaque variable relative aux signes cliniques sont présentés dans le **Tableau 7**. Trois animaux considérés comme sains ont présenté toutefois un retard de croissance. Un seul animal sain a été traité pour une indication inconnue, deux jours avant la date de l'examen clinique.

Tous les animaux ayant une atteinte de l'état général ont présenté de l'abattement, et deux d'entre eux également de l'hyperthermie. Parmi ces animaux, seul un (1/6) n'a pas eu de signe respiratoire majeur, ce qui suggère qu'une autre atteinte, non rapportée à l'arrivée de l'animal, a pu en être à l'origine. Il a constitué la seule différence entre les variables *Animal_Malade* et *Insuff_Respi_1*.

Parmi les animaux présentant au moins un signe clinique respiratoire majeur (*Insuff_Respi_1* = 1), quatre n'ont pas eu de troubles respiratoires détectés auparavant. À l'inverse, un animal a reçu un traitement à indication respiratoire 2 jours avant l'examen clinique sans présenter de signe clinique respiratoire.

Parmi ces animaux, 78% (14/18) ont présenté une modification de l'auscultation pulmonaire, principalement due à des bruits normaux renforcés crânialement au 5^{ième} EIC (6/13) ou sur toute

l'aire d'auscultation (6/13) à gauche, et à des bruits normaux renforcés crânialement au 5^{ème} EIC (8/14) à droite. Un seul animal a présenté une modification de l'auscultation pulmonaire uniquement du côté droit. Des bruits surajoutés caudaux au 5^{ème} EIC ont été entendus sur un seul animal, à gauche.

Parmi les animaux présentant au moins un signe respiratoire majeur, 94% (17/18) ont présenté de la toux, dont 39% (7/18) ont eu une toux spontanée. La toux était de faible intensité chez 53% des animaux (9/17), non quinteuse chez 76% (13/17), et sèche chez 63% (10/16*). * Cette information n'a pas été recueillie chez un individu.

Neuf animaux ont présenté de la dyspnée. Tous ont eu des troubles respiratoires rapportés par l'éleveur. 56% (5/9) ont eu une dyspnée qualifiée de mixte, et 33% (3/9) une dyspnée expiratoire. Deux animaux ont présenté également de l'orthopnée, associée soit à une dyspnée mixte, soit à une dyspnée expiratoire. Ces deux animaux ont également présenté le nombre maximum de signes cliniques majeurs (4).

Concernant les signes respiratoires mineurs, seuls trois animaux ont présenté du jetage nasal en faible quantité (pour deux d'entre eux) et dix-sept animaux de la tachypnée. Un seul a présenté un jetage muco-purulent et aucun n'a eu de jetage purulent.

Tableau 7 : Modalités et effectifs des variables relatives aux signes cliniques.

Variable	Modalités et Effectifs
<i>Animal_Malade</i>	0 : 5 animaux 1 : 19 animaux
<i>Atteinte_EG</i>	0 : 18 animaux 1 : 6 animaux
<i>Insuff_Respi_1</i>	0 : 6 animaux 1 : 18 animaux
<i>Insuff_Respi_2</i>	0 : 10 animaux 1 : 14 animaux
<i>Insuff_Respi_3</i>	0 : 16 animaux 1 : 8 animaux
<i>Insuff_Respi_4</i>	0 : 22 animaux 1 : 2 animaux

3. Description des lésions échographiques

Les modalités et effectifs de chaque variable relative à l'échographie sont présentés dans le **Tableau 8**. Les caractéristiques des images de consolidations et de QC, en fonction de la zone échographiée, sont également présentées dans le **Tableau 9**.

Tableau 8 : Modalités et effectifs des variables relatives à l'échographie pulmonaire.

Variable	Modalités et Effectifs
Présence_lésion	0 : 9 animaux 1 : 15 animaux
LC_1cm2 = 1	0 : 12 animaux 1 : 12 animaux
Nb_QC>5 = 1	0 : 16 animaux 1 : 8 animaux
QC>1cm = 1	0 : 21 animaux 1 : 3 animaux

Au total, 15 animaux sur 24 ont présenté des images d'intérêt lors de l'examen échographique. Parmi ces 15 animaux, aucun n'a été qualifié de sain à l'examen clinique. Cependant, 4 animaux qualifiés de malades n'ont présenté aucune anomalie à l'échographie : un avec de l'abatement et les trois autres avec de la toux (spontanée ou déclenchable) et une auscultation pulmonaire anormale.

Parmi les animaux examinés, 54% (13/24) ont présenté au moins une consolidation lors de l'examen échographique, et 12 d'entre eux avaient au moins une consolidation supérieure à 1cm². Au total, 69 consolidations visibles à l'échographie ont été recensées (39 à gauche et 30 à droite) dont 61 mesuraient plus de 1 cm². Seulement 4 consolidations mesuraient moins de 1 cm² (2 à gauche et 2 à droite). Parmi les consolidations de plus de 1 cm², 74% (26/35) à gauche et 73% (19/26) à droite se trouvaient crânialement au 6^{ième} EIC, et 64% se situaient en partie ventrale des poumons.

La partie ventrale du 4^{ième} EIC a présenté le plus de consolidations : 21% (8/39) des consolidations à gauche et 27% (8/30) à droite (**Tableau 9**). En excluant les animaux n'ayant présenté aucune consolidation, les EIC ayant eu en moyenne le plus de consolidation par animal ont été la partie ventrale du 4^{ième} EIC à gauche (0,62 consolidation par animal en moyenne) et la partie ventrale du 5^{ième} et 4^{ième} EIC à droite (0,62 consolidation par animal en moyenne). Les EIC où se sont trouvées les plus grandes consolidations ont été la partie ventrale du 4^{ième} EIC à gauche (30,5 cm²) et la partie ventrale du 5^{ième} EIC à droite (30 cm²). En moyenne, les consolidations les plus grandes ont été dans la partie dorsale du 9^{ième} EIC à gauche (25 cm² en moyenne) et dans la partie ventrale du 6^{ième} EIC à droite (20 cm² en moyenne). 50% des surfaces maximales des consolidations ont été supérieures à 9,5 cm².

Huit animaux ont présenté plus de 5 QC sur une même zone. La partie ventrale du 7^{ième} EIC à gauche et la partie dorsale du 4^{ième} EIC à droite ont compté le plus de QC avec respectivement 24 et 17 QC. Seulement 19 % des QC sont localisées crânialement au 6^{ième} EIC à gauche et 29 % à droite. Les zones avec le plus grand nombre d'images contenant plus de 5 QC ont été la partie ventrale du 7^{ième} EIC à gauche et à droite et la partie dorsale du 4^{ième} EIC à gauche (3 chacune). Un seul animal a présenté à lui seul 48% des images avec plus de 5 QC (12/25). Seulement 3 animaux ont présenté une ou plusieurs QC de plus de 1 cm d'épaisseur et 81% des zones échographiées n'en ont présenté aucune (21/26).

Concernant les autres images d'intérêt, un épanchement pleural a été suspecté chez deux animaux. Des images avec plus de 5 QC ont également été observées chez ces deux animaux, à des localisations différentes. À l'examen clinique, l'un n'a présenté qu'un signe clinique respiratoire

(toux spontanée), et l'autre présentait une dyspnée mixte, une toux spontanée et une modification de l'auscultation pulmonaire.

De la pleurésie a également été suspectée chez deux animaux sur plusieurs zones échographiées. L'un a présenté 3 signes cliniques respiratoires majeurs et l'autre un signe majeur associé à une atteinte de l'état général.

Tableau 9 : Effectifs et tailles des lésions échographiques d'intérêt en fonction de leur localisation.

Côté	Localisation : numéro de l'EIC, partie dorsale (D) ou ventrale (V)	Nombre total de consolidation de plus de 1 cm ²	Moyenne des aires maximales (cm ²) des consolidations de plus de 1 cm ²	Nombre d'image avec plus de 5 QC	Nombre de QC de plus de 1cm d'épaisseur
Gauche	11ème, partie D	0	NA	1	0
	10ème, partie D	1	9	0	1
	9ème, partie D	1	25	1	1
	8ème, partie D	0	NA	2	0
	8ème, partie V	2	22,5	1	2
	7ème, partie D	0	NA	1	0
	7ème, partie V	2	14	3	2
	6ème, partie D	1	9	0	1
	6ème, partie V	4	15	0	4
	5ème, partie D	5	5,68	0	7
	5ème, partie V	7	15,4	1	7
	4ème, partie D	6	7	1	4
	4ème, partie V	8	10,7	0	8
	Droit	11ème, partie D	0	NA	0
10ème, partie D		0	NA	0	0
9ème, partie D		0	NA	0	0
8ème, partie D		1	6	1	1
8ème, partie V		1	4	1	1
7ème, partie D		1	1	2	1
7ème, partie V		2	14,5	3	2
6ème, partie D		2	7,5	1	2
6ème, partie V		2	20	2	2
5ème, partie D		3	1,4	0	3
5ème, partie V		8	13,8	1	8
4ème, partie D		2	8,5	3	2
4ème, partie V		7	12,3	0	7

4. Description des lésions à l'autopsie

Pour chaque variable relative à l'échographie, le nombre d'animaux dont la variable prend la valeur 1 est présenté dans le **Tableau 10**. Les scores et moyennes de chaque lobe pulmonaire sont également détaillés dans le **Tableau 11**.

Tableau 10 : Modalités et effectifs des variables relatives à l'autopsie.

Variable	Modalités et Effectifs
<i>Poumons_Anormaux</i>	0 : 3 animaux 1 : 21 animaux
<i>Score_10 = 1</i>	0 : 7 animaux 1 : 17 animaux
<i>Score_20 = 1</i>	0 : 10 animaux 1 : 14 animaux
<i>Score_30 = 1</i>	0 : 11 animaux 1 : 13 animaux
<i>Score_40 = 1</i>	0 : 13 animaux 1 : 11 animaux
<i>Score_50 = 1</i>	0 : 14 animaux 1 : 10 animaux
<i>Score_60 = 1</i>	0 : 16 animaux 1 : 8 animaux
<i>Score_80 = 1</i>	0 : 18 animaux 1 : 6 animaux
<i>Score_100 = 1</i>	0 : 21 animaux 1 : 3 animaux
<i>Pneumonie = 1</i>	0 : 7 animaux 1 : 17 animaux
<i>Pleurésie = 1</i>	0 : 14 animaux 1 : 10 animaux

Trois animaux ont présenté un score total à l'autopsie nul (*Poumons_Anormaux* = 0). Parmi eux, un animal a présenté des anomalies à l'examen clinique et n'a pas été classé comme sain. L'échographie de cet animal a révélé 3 zones avec plus de 5 QC, tandis que les deux autres n'ont eu aucune lésion échographique. Parmi les animaux présentant un score total non nul (*Poumons_Anormaux* = 1), quatre ont présenté un score de pneumonie nul (*Pneumonie* = 0). Aucun lobe pulmonaire n'a obtenu un score total à l'autopsie nul (pneumonie, pleurésie viscérale et pus bronchique). Les lobes pulmonaires ayant les scores totaux les plus élevés ont été le lobe moyen gauche (155/456) et la partie crâniale du lobe crânial droit (203/456).

Sept animaux ont présenté un score de pneumonie nul. Aucun d'entre eux n'ont eu de consolidation de plus de 1 cm² à l'échographie et un seul a présenté plus de 5 QC. Les lobes pulmonaires avec les scores de pneumonie les plus élevés ont été le lobe moyen gauche (125/336) et la partie crâniale du lobe crânial droit (163/336). En excluant les scores nuls, les lobes pulmonaires avec les plus hauts scores moyens d'extension et d'induration ont été respectivement le lobe crânial gauche et le lobe crânial droit.

Tableau 11 : Résultats des scores lésionnels pour chaque lobe pulmonaire.

Lobe pulmonaire	Score total de pneumonie	Moyenne ± ET des scores d'extension	Moyenne ± ET des scores d'induration	Somme des scores de pleurésie des tous les animaux	Somme des scores de pus bronchique des tous les animaux
Crânial gauche	108	3,50 ± 0,83	1,90 ± 0,54	9	21
Moyen gauche	125	3,32 ± 1,11	1,68 ± 0,55	11	19
Caudale gauche	67	1,60 ± 1,00	1,75 ± 0,70	6	12
Partie crâniale du lobe crânial droit	163	3,36 ± 1,08	1,90 ± 0,64	21	19
Partie caudale du lobe crânial droit	136	3,39 ± 0,98	1,92 ± 0,63	16	15
Moyen droit	131	2,96 ± 1,26	1,89 ± 0,57	16	18
Caudal droit	53	2,67 ± 1,16	1,75 ± 0,60	10	10
Accessoire	50	3,30 ± 1,06	1,89 ± 0,31	2	7

Deux animaux ont présenté un score de 3 de pleurésie pariétale, indiquant des adhérences sur plus de 60% de la surface du lobe, notamment au niveau de la partie crâniale du lobe crânial droit. À l'examen clinique, l'un de ces animaux a eu 3 signes respiratoires majeurs et une atteinte de l'état général, tandis que l'autre a eu 1 signe respiratoire majeur et une atteinte de l'état général également. Une pleurésie a été suspectée à l'échographie chez ces deux animaux, avec plusieurs images avec plus de 5 QC. Cinq animaux ont présenté de la pleurésie pariétale. Un seul d'entre eux n'avait pas de pleurésie viscérale associée. Les lobes avec le score de pleurésie total les plus importants ont été le lobe moyen gauche et la partie crâniale du lobe crânial droit.

Un score total de pus bronchique nul a été attribué à onze animaux. Deux animaux ont présenté un score maximal de pus bronchique (15/15), indiquant la présence de pus dans les bronches sur tous les lobes pulmonaires. Ces deux animaux n'ont eu qu'une seule consolidation de plus de 1cm² et deux zones avec plus de 5 QC à l'échographie. Les lobes pulmonaires avec les scores de pus bronchique totaux les plus élevés ont été le lobe crânial gauche et la partie crâniale du lobe crânial droit.

Trois animaux seulement n'ont présenté aucune lésion macroscopique à l'autopsie de l'appareil respiratoire. À l'examen clinique, le premier animal a néanmoins présenté un signe clinique respiratoire majeur : une toux déclenchable. Les deux autres animaux n'ont présenté aucun

signe clinique respiratoire et ont été considérés comme sains. De plus, l'échographie du premier animal a été jugée anormale car il a présenté plus de 5 QC sur 3 zones différentes. Les échographies des deux autres animaux n'ont révélé aucune image d'intérêt.

Six animaux ont présenté des lésions macroscopiquement identifiables. Quatre d'entre eux avaient de multiples abcès allant de 0,5 cm à 5 cm de diamètre. Un animal a présenté une atrophie complète du lobe crânial gauche et partielle du lobe crânial droit. Enfin, un animal a présenté de multiples foyers de nécrose de 0,2 cm à 0,5 cm de diamètre.

5. Test statistiques d'associations entre plusieurs variables

a. *Variables échographiques et cliniques*

Les résultats du test exact de Fischer (valeurs p) entre les variables relatives aux signes cliniques et les variables relatives à l'échographie sont présentés dans le **Tableau 12**.

Dans notre cohorte, il existe une relation significative entre la présence de lésion à l'échographie et la présence d'anomalie à l'examen clinique, et une relation significative entre la présence de lésion à l'échographie et la présence de signes cliniques respiratoires majeurs. En effet, les variables *Animal_Malade* et *Présence_Lésion*, les variables *Animal_Malade* et *LC_1cm2* et les variables *Insuff_Respi_1* et *Présence_lésion* sont significativement associées ($p < 0,05$).

En revanche, aucune association statistiquement significative n'a été trouvée entre les variables relatives aux QC et les variables cliniques.

De plus, la présence ou l'absence d'atteinte de l'état général n'est pas liée à la présence ou à l'absence de lésions à l'échographie. L'échographie d'un animal abattu ou présentant une hyperthermie n'aura, d'après ces résultats, pas plus de chance de présenter des images d'intérêt.

Tableau 12 : Résultats des valeurs p avec le test exact de Fischer entre les variables relatives aux signes cliniques et les variables relatives aux images échographiques.

	<i>Présence_lésion</i>	<i>LC_1cm2</i>	<i>Nb_QC>5</i>	<i>QC>1cm</i>
<i>Animal_Malade</i>	0,003	0,037	0,130	1
<i>Atteinte_EG</i>	1	1	1	1
<i>Insuff_Respi_1</i>	0,033	0,100	0,211	1
<i>Insuff_Respi_2</i>	0,389	0,089	1	0,266
<i>Insuff_Respi_3</i>	0,052	0,014	0,362	0,546
<i>Insuff_Respi_4</i>	1	1	0,333	1

b. *Variables échographiques et relatives à l'autopsie*

Les résultats du test exact de Fischer (valeurs p) entre les variables relatives à l'autopsie et celles relatives à l'échographie sont présentés dans le **Tableau 13**.

Un score total à l'autopsie non nul (*Poumons_Anormaux* = 1) n'est pas corrélé à la présence ou l'absence d'images d'intérêt à l'échographie. En revanche, il existe une relation significative entre un score total à l'autopsie supérieur ou égal à 10, 20, 30, 40, 50 ou 80 et la présence d'images d'intérêt ou de consolidation à l'échographie. Un score de pneumonie non nul (*Pneumonie* = 1) est

également associé à la présence d'image d'intérêt et la présence de consolidation à l'échographie. L'association entre la présence de consolidation de plus de 1 cm² et un score échographique supérieur ou égal à 20, 30 ou 40 est, elle, hautement significative (p<0,001).

En revanche, aucune corrélation significative n'a été trouvée entre la présence d'images d'intérêt contenant des QC et la présence de lésions macroscopiques à l'autopsie.

Tableau 13 : Résultats des valeurs p avec le test exact de Fischer entre les variables relatives à l'autopsie et les variables relatives aux images échographiques.

	Présence_lésion	LC_1cm2	Nb_QC>5	QC>1cm
<i>Poumons_Anormaux</i>	0,550	0,217	1	1
<i>Score_10</i>	0,009	0,004	0,352	0,530
<i>Score_20</i>	0,003	0,00006	0,079	1
<i>Score_30</i>	0,011	0,0006	0,211	1
<i>Score_40</i>	0,005	0,0006	0,390	1
<i>Score_50</i>	0,013	0,003	0,204	1
<i>Score_60</i>	0,079	0,027	0,363	1
<i>Score_80</i>	0,024	0,014	0,129	1
<i>Score_100</i>	0,239	0,217	0,028	0,343
<i>Pneumonie</i>	0,009	0,005	0,352	0,530
<i>Pleurésie</i>	0,104	0,036	0,204	0,550

IV. Discussion

L'objectif de cette thèse vétérinaire était de décrire les signes cliniques, les lésions échographiques et les lésions observées à l'autopsie des cas hospitalisés intégrés à l'étude PROBE JB durant l'année scolaire 2023-2024, ainsi que de tester les associations entre la présence ou l'absence de lésions échographiques, de signes cliniques et de lésions à l'autopsie. L'examen clinique rapproché, échographique et nécropsique des cas a permis de démontrer qu'il existe une relation significative entre la présence d'images d'intérêt à l'échographie et la présence de signes cliniques respiratoires, ainsi que la présence de lésions macroscopiques à l'autopsie pulmonaire.

Cependant, aucune corrélation n'a été observée entre la présence d'une atteinte générale (définie par un abattement et/ou une hyperthermie) et les résultats échographiques. Deux-tiers des animaux présentant une atteinte de l'état général (4/6) avaient plusieurs signes cliniques respiratoires majeurs. Toutefois, l'autopsie réalisée dans cette étude était limitée au seul appareil pulmonaire, ce qui signifie que d'éventuelles atteintes extra-pulmonaires n'ont pas été prises en compte. Ainsi, dans le cadre de cette étude, il n'était pas pertinent de tester l'effet d'une atteinte de l'état général sur la probabilité de retrouver des images anormales à l'examen échographique.

Dans notre étude, le seuil d'hyperthermie a été fixé à 39,5 °C. Chez le veau, la température physiologique considérée comme hyperthermique est généralement établie à 39,2 °C (Love et al. 2014). En revanche, chez la vache laitière, une méta-analyse indique que les seuils d'hyperthermie varient largement, entre 39,2 °C et 41,1 °C (Ferraro et al. 2021). Cet écart pourrait également avoir influencé nos résultats. Dans notre cohorte de taille réduite, l'utilisation d'un seuil différent aurait pu modifier le nombre d'animaux classés comme ayant une atteinte de l'état général, et ainsi influencer les résultats. Par conséquent, il pourrait être pertinent d'ajuster ce seuil en fonction de l'âge des animaux dans les futures inclusions.

Seule la présence ou l'absence de signe clinique respiratoire majeur, et non leur intensité, a montré une relation significative avec la présence de lésion à l'échographie. Cela suggère que la sévérité de l'atteinte clinique n'augmente pas nécessairement la probabilité de détecter des lésions échographiques. Pourtant, les études sur la fiabilité diagnostique des scores cliniques respiratoires indiquent qu'à partir d'un certain seuil de score, la sensibilité diagnostique augmente (Love et al., 2014). Par exemple, dans le cadre du score de Californie, la précision du diagnostic clinique dépend de la prévalence de la BPI dans l'élevage. Lorsque la prévalence est élevée, traiter systématiquement les veaux présentant un seul signe clinique anormal s'est révélé être la stratégie la plus rentable (Buczinski, Fecteau et al. 2018).

Cependant, il n'existe pas de classification universelle des signes cliniques permettant de poser un diagnostic certain. Cette absence de standardisation rend complexe l'évaluation précise des cas, surtout dans des cohortes de petite taille. Ainsi, dans une cohorte plus grande, une classification plus détaillée et rigoureuse des signes cliniques respiratoires aurait probablement donné des résultats plus fiables.

Dans notre étude, l'écoulement oculaire n'a pas été pris en compte alors qu'il l'était dans de nombreuses études (Berman et al. 2019; Buczinski, Fecteau, et al. 2018; Love et al. 2014; McGuirk et Peek 2014; Rhodes et al. 2021). Cet écoulement est souvent retrouvé lors d'atteinte des voies respiratoires hautes, lors d'irritations dues à l'environnement ou lors de maladies systémiques (Divers 2008; Lowie et al. 2022). De plus, les études ayant pondéré ce signe clinique lui ont attribué une importance minimale (Buczinski, Fecteau, et al. 2018; Love et al. 2014) ce qui a justifié notre décision.

Les consolidations de plus de 1 cm² ont été l'image échographique la plus fréquemment observée, représentant 66% (61/92) du total des lésions échographiques. Au minimum 88% (61/69) des consolidations observées mesuraient plus de 1 cm². Lorsque plusieurs consolidations étaient présentes sur une même image, seule la plus grande était notée, ce qui a pu sous-estimer ce pourcentage.

Au total, 57% (35/61) des consolidations de plus de 1 cm² observées à l'échographie se situaient sur le côté gauche du thorax. Cependant, selon la littérature, le côté droit devrait être plus fréquemment atteint, en raison de la bifurcation bronchique plus caudale du poumon gauche par rapport à celle du poumon droit (Panciera et Confer 2010). Nos résultats montrent également que les lobes crâniens sont les plus touchés, à la fois concernant les consolidations échographiques et également le score de pneumonie à l'autopsie. Les études précédentes sur l'échographie pulmonaire confirment que les EIC crâniens sont les plus souvent atteints chez les veaux laitiers souffrant de BPI (Masset et al. 2022; Pravettoni et al. 2021). Cependant, les animaux de notre cohorte étaient généralement plus âgés que ceux des études antérieures. Cela souligne la nécessité de poursuivre l'étude afin de vérifier si les résultats échographiques des jeunes animaux peuvent être extrapolés aux animaux plus âgés, et si une échographie crâniale suffit dans ce cadre.

Les consolidations se sont révélées être les lésions d'intérêt les plus significatives. Elles étaient significativement associées à la présence d'anomalies cliniques, et à un score de pneumonie et de pleurésie non nul. Ces résultats sont en accord avec les études antérieures considérant cette lésion comme un indicateur clé pour le diagnostic des BPI (Buczinski et al. 2014; Ollivett et al. 2013; Timsit et al. 2019). Un animal a présenté une atrophie complète du lobe crânial gauche et partielle du lobe crânial droit. Cet animal avait plusieurs consolidations visibles à l'échographie, dont deux de grande taille (20 cm²) : l'une au niveau de la partie ventrale du 5^{ème} EIC gauche (correspondant à la partie caudale du lobe crânial gauche) et une au niveau de la partie ventrale du 4^{ème} EIC droit (correspondant à la partie caudale du lobe crânial droit), ce qui semblait cohérent avec l'atteinte macroscopique observée. Cependant, parmi les animaux ayant présenté des lésions macroscopiquement identifiables, certaines n'étaient pas associées à des anomalies à l'échographie. Par exemple, quatre animaux avaient de multiples abcès allant de 0,5cm à 5cm de diamètre, qui n'avaient pas été détectés à l'échographie. Un autre animal a présenté de multiples foyers de nécrose de 0,2 cm à 0,5 cm de diamètre sans lésion échographique associée. Cela soulève des questions quant à la sensibilité de l'échographie, notamment pour détecter les lésions de petite taille.

D'une part, cela suggère que l'autopsie est plus sensible que l'échographie pour détecter certaines lésions pulmonaires. Par exemple, certains animaux considérés comme cliniquement sains présentaient des lésions visibles à l'autopsie qui n'avaient pas été détectées à l'échographie. Cela indique que l'échographie peut manquer de sensibilité pour identifier certaines anomalies pulmonaires, qui ne deviennent évidentes qu'au cours de l'examen post-mortem.

D'autre part, il est aussi possible que l'échographie soit parfois capable de détecter des anomalies subcliniques ou microscopiques, qui ne sont pas visibles à l'autopsie macroscopique. Cela pourrait expliquer certaines disparités entre les résultats échographiques et les observations post-mortem, notamment sur un animal qui a présenté plusieurs QC sur plusieurs zones sans lésions macroscopiques à l'autopsie. Les images échographiques d'intérêt pour les QC ne sont pas associées à l'intensité de l'atteinte clinique d'un bovin, ni à l'intensité de l'atteinte macroscopique. Cependant, dans les cas où l'échographie détecte des QC sans lésion macroscopique associée, cela pourrait refléter des anomalies diffuses ou microscopiques non visibles à l'autopsie. Ces observations mettent en lumière l'importance de l'approche complémentaire entre échographie et autopsie pour obtenir un diagnostic plus complet des lésions pulmonaires.

Parmi les cinq animaux considérés comme sains à l'examen clinique, trois ont néanmoins présenté des lésions à l'autopsie, dont un seul avec une légère adhésion entre deux lobes. Dans une étude portant sur les agents pathogènes et les lésions macroscopiques de bovins en post-sevrage, des lésions pulmonaires macroscopiquement visibles ont été enregistrées chez 66 animaux alors que seulement 23 animaux avaient des antécédents de signes respiratoires (Murray et al. 2017). Certains individus semblent développer une tolérance aux BPI, d'origine multifactorielle (Bassel, Tabatabaei, Caswell 2020), ce qui pourrait expliquer la présence d'animaux subcliniques. L'effectif restreint de notre cohorte pourrait avoir conduit à une sous-estimation du nombre de ces animaux subcliniques.

De plus, seulement quatre animaux avaient un score de pneumonie nul tout en présentant un score total non nul (due la présence d'abcès ou de pleurésie). Cette différence pourrait expliquer l'absence de corrélation significative entre les lésions macroscopiques post-mortem et les anomalies échographiques, contrairement à ce qui a été observé pour un score de pneumonie non nul. La relation entre le score à l'autopsie et la présence de consolidation de plus de 1 cm² était hautement significative pour un score total supérieur ou égale à 20, 30 ou 40. Ainsi, définir une atteinte pulmonaire post-mortem avec un score supérieur ou égal à 20, combinée à un échantillon plus large, pourrait fournir des résultats plus pertinents.

CONCLUSION

À ce jour, les Bronchopneumonies infectieuses (BPI) chez les bovins constituent une préoccupation majeure, tant sur le plan thérapeutique avec l'utilisation fréquente d'antibiotiques, que sur le plan économique. Le premier objectif de cette étude était de décrire les signes cliniques, les lésions échographiques et les lésions macroscopiques à l'autopsie pulmonaire chez les jeunes bovins atteints ou non de BPI. Parmi les vingt-quatre animaux examinés, dix-neuf ont été considérés comme malades cliniquement. Quinze animaux ont présenté des images d'intérêt à l'échographie pulmonaire. La lésion la plus représentée était la consolidation échographique de plus de 1cm² et elle se situait majoritairement dans les lobes crâniaux. Vingt et un animaux inclus dans l'étude avaient des lésions macroscopiques à l'autopsie des poumons. Les lobes les plus atteints étaient également les lobes crâniaux. La répartition des âges dans notre cohorte était large, allant de 0,5 à 17 mois, ce qui justifie de poursuivre l'étude afin de vérifier si une échographie crâniale peut suffire chez les JB.

Le deuxième objectif était de tester la corrélation entre la présence d'images d'intérêt à l'échographie pulmonaire, la présence d'anomalies cliniques et la présence de lésions macroscopiques à l'autopsie. Nos résultats montrent une relation significative entre la présence d'images d'intérêt à l'échographie et la présence d'anomalies cliniques et de lésions macroscopiques à l'autopsie pulmonaire pour notre cohorte, en particulier pour les consolidations de plus de 1cm². Aucune tendance claire n'a été observée concernant la répartition des queues de comète. L'absence de correspondance parfaite entre certaines anomalies macroscopiques et les images échographiques pose la question de la sensibilité diagnostique de l'échographie pulmonaire pour détecter les BPI.

Cette étude préliminaire, intégrée au projet PROBE JB, met en avant l'importance de continuer à inclure de nouveaux cas afin d'élargir la cohorte. Cela permettra non seulement de consolider ou d'infirmes les résultats obtenus, mais aussi d'évaluer si une classification plus détaillée des signes cliniques pourrait améliorer la fiabilité diagnostique. Poursuivre l'étude permettra également d'affiner la compréhension du rôle de l'échographie dans le diagnostic des BPI chez les JB.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABUTARBUSH, S. M., POLLOCK, C. M., WILDMAN, B. K., PERRETT, T., SCHUNICHT, Oliver C., FENTON, R. K., HANNON, S. J., VOGSTAD, A. R., JIM, G. K. et BOOKER, C. 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, p. 23-32.

ALY, Sharif S., LOVE, William J., WILLIAMS, Deniece R., LEHENBAUER, Terry W., VAN EENENNAAM, Alison, DRAKE, Christiana, KASS, Philip H. et FARVER, Thomas B., 2014. Agreement between bovine respiratory disease scoring systems for pre-weaned dairy calves. *Animal Health Research Reviews*. Décembre 2014, Vol. 15, n° 2, p. 148-150. DOI 10.1017/S1466252314000164

ASSIÉ, S., BAREILLE, N., BEAUDEAU, Fr. et SEEGER, H., 2009. Management- and housing-related risk factors of respiratory disorders in non-weaned French Charolais calves. *Preventive Veterinary Medicine*. Octobre 2009, Vol. 91, n° 2-4, p. 218-225. DOI 10.1016/j.prevetmed.2009.06.003

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

BAREILLE, N., SEEGER, H., DENIS, G., D'OFFAY, J. M. et ASSIÉ, S., 2008. Impact technique et économique des troubles respiratoires des jeunes bovins lors de l'engraissement. *15èmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*. 3 décembre 2008. pp. 77-80.

BERMAN, J., FRANCOZ, D., ABDALLAH, A., DUFOUR, S. et BUCZINSKI, S., 2022. Development and validation of a clinical respiratory disease scoring system for guiding treatment decisions in veal calves using a Bayesian framework. *Journal of Dairy Science*. Décembre 2022, Vol. 105, n° 12, p. 9917-9933. DOI 10.3168/jds.2021-21695

BERMAN, J., FRANCOZ, D., ABDALLAH, A., DUFOUR, S. et BUCZINSKI, S., 2021. Evaluation of inter-rater agreement of the clinical signs used to diagnose bovine respiratory disease in individually housed veal calves. *Journal of Dairy Science*. Novembre 2021, Vol. 104, n° 11, p. 12053-12065. DOI 10.3168/jds.2021-20503

BERMAN, J., FRANCOZ, D., DUFOUR, S. et BUCZINSKI, S., 2019. Bayesian estimation of sensitivity and specificity of systematic thoracic ultrasound exam for diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned calves. *Preventive Veterinary Medicine*. Janvier 2019, Vol. 162, p. 38-45. DOI 10.1016/j.prevetmed.2018.10.025

BOCCARDO, A., FERRARO, S., SALA, G., FERRULLI, V., PRAVETTONI, D. et BUCZINSKI, S., 2023. Bayesian evaluation of the accuracy of a thoracic auscultation scoring system in dairy calves with bronchopneumonia using a standard lung sound nomenclature. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. Juillet 2023, Vol. 37, n° 4, p. 1603-1613. DOI 10.1111/jvim.16798

BRAUN, U., GERSPACH, C. et BRAMMERTZ, C., 2018. The frequency of abnormal ultrasonographic findings in the lungs of 129 calves with bronchopneumonia. *Schweiz Arch Tierheilkd*. Décembre 2018, Vol. 160, n° 12, p. 737-741. DOI 10.17236/sat00189

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*. Septembre 2018, Vol. 32, n° 5, p. 1787-1792. DOI 10.1111/jvim.15257

BUCZINSKI, S., FECTEAU, G., DUBUC, J. et FRANCOZ, D., 2018. Validation of a clinical scoring system for bovine respiratory disease complex diagnosis in preweaned dairy calves using a Bayesian framework. *Preventive Veterinary Medicine*. Août 2018, Vol. 156, p. 102-112. DOI 10.1016/j.prevetmed.2018.05.004

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, p. 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*. Janvier 2014, Vol. 28, n° 1, p. 234-242. DOI 10.1111/jvim.12251

BUCZINSKI, S., MÉNARD, J. et TIMSIT, E., 2016. Incremental Value (Bayesian Framework) of Thoracic Ultrasonography over Thoracic Auscultation for Diagnosis of Bronchopneumonia in Preweaned Dairy Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. Juillet 2016, Vol. 30, n° 4, p. 1396-1401. DOI 10.1111/jvim.14361

BUCZINSKI, S., OLLIVETT, T.L. et DENDUKURI, N., 2015. Bayesian estimation of the accuracy of the calf respiratory scoring chart and ultrasonography for the diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*. Mai 2015, Vol. 119, n° 3-4, p. 227-231. DOI 10.1016/j.prevetmed.2015.02.018

BUCZINSKI, S. et PARDON, B., 2020. Bovine Respiratory Disease Diagnosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Juillet 2020, Vol. 36, n° 2, p. 399-423. DOI 10.1016/j.cvfa.2020.03.004

CASWELL, J. L., 2014. Failure of Respiratory Defenses in the Pathogenesis of Bacterial Pneumonia of Cattle. *Veterinary Pathology*. Mars 2014, Vol. 51, n° 2, p. 393-409. DOI 10.1177/0300985813502821

COOPER, V.L. et BRODERSEN, B.W., 2010. Respiratory Disease Diagnostics of Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Juillet 2010, Vol. 26, n° 2, p. 409-416. DOI 10.1016/j.cvfa.2010.04.009

CRAMER, M.C. et OLLIVETT, T.L., 2019. Growth of preweaned, group-housed dairy calves diagnosed with respiratory disease using clinical respiratory scoring and thoracic ultrasound—A cohort study. *Journal of Dairy Science*. Mai 2019, Vol. 102, n° 5, p. 4322-4331. DOI 10.3168/jds.2018-15420

CUEVAS-GÓMEZ, I., MCGEE, M., MCCABE, M., CORMICAN, P., O'RIORDAN, E., MCDANELD, T. et EARLEY, B., 2020. Growth performance and hematological changes of weaned beef calves diagnosed with respiratory disease using respiratory scoring and thoracic ultrasonography. *Journal of Animal Science*. Novembre 2020, Vol. 98, n° 11, p. skaa345. DOI 10.1093/jas/skaa345

DEDONDER, K., THOMSON, D. U, LONERAGAN, G. H, NOFFSINGER, T., TAYLOR, W. et APLEY, M. D., 2010. *Lung Auscultation and Rectal Temperature as a Predictor of Lung Lesions and Bovine Respiratory Disease Treatment Outcome in Feedyard Cattle*. 2010.

DIVERS, T.J., 2017. Respiratory Diseases. In : PEEK Simon F. et DIVERS, Thomas J., *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 3rd Edition. Elsevier. 978-0-323-39055-2

DORSO, L., ROUAULT, M., BARBOTIN, C., CHARTIER, C. et ASSIÉ, S., 2021. Infectious Bovine Respiratory Diseases in Adult Cattle: An Extensive Necropsic and Etiological Study. *Animals*. Août 2021, Vol. 11, n° 8, p. 2280. DOI 10.3390/ani11082280

DUNN, T.R., OLLIVETT, T.L., RENAUD, D.L., LESLIE, K.E., LEBLANC, S.J., DUFFIELD, T.F. et KELTON, D.F., 2018. The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*. Juin 2018, Vol. 101, n° 6, p. 5404-5410. DOI 10.3168/jds.2017-13870

EBERHART, N.L., STORER, J.M., CALDWELL, M., SAXTON, A.M. et KRAWCZEL, P.D., 2017. Behavioral and physiologic changes in Holstein steers experimentally infected with *Mannheimia haemolytica*. *American Journal of Veterinary Research*. Septembre 2017, Vol. 78, n° 9, p. 1056-1064. DOI 10.2460/ajvr.78.9.1056

FERRARO, S., FECTEAU, G., DUBUC, J., FRANCOZ, D., ROUSSEAU, M., ROY, J.-P. et BUCZINSKI, S., 2021. Scoping review on clinical definition of bovine respiratory disease complex and related clinical signs in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Juin 2021, Vol. 104, n° 6, p. 7095-7108. DOI 10.3168/jds.2020-19471

FERTNER, M., TOFT, N., MARTIN, H.L. et BOKLUND, A., 2016. A register-based study of the antimicrobial usage in Danish veal calves and young bulls. *Preventive Veterinary Medicine*. Septembre 2016, Vol. 131, p. 41-47. DOI 10.1016/j.prevetmed.2016.07.004

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

GALÁN, E., LLONCH, P., VILLAGRÁ, A., LEVIT, H., PINTO, S. et DEL PRADO, A., 2018. A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. LOOR, Juan J. (dir.), *PLOS ONE*. Novembre 2018, Vol. 13, n° 11, p. e0206520. DOI 10.1371/journal.pone.0206520

GAUDINO, M., NAGAMINE, B., DUCATEZ, M.F. et MEYER, G., 2022. Understanding the mechanisms of viral and bacterial coinfections in bovine respiratory disease: a comprehensive literature review of experimental evidence. *Veterinary Research*. Septembre 2022, Vol. 53, n° 1, p. 70. DOI 10.1186/s13567-022-01086-1

GUSTIN, P., BAKIMA, M., ART, T., LEKEUX, P., LOMBA, F. et VAN DE WOESTIJNE, K.P., 1988. Pulmonary function values and growth in Belgian white and blue double-musled cattle. *Research in Veterinary Science*. Novembre 1988, Vol. 45, n° 3, p. 405-410. DOI 10.1016/S0034-5288(18)30974-3

HAY, K.E., BARNES, T.S., MORTON, J.M., CLEMENTS, A.C.A. et MAHONY, T.J., 2014. Risk factors for bovine respiratory disease in Australian feedlot cattle: Use of a causal diagram-informed approach to estimate effects of animal mixing and movements before feedlot entry. *Preventive Veterinary Medicine*. Novembre 2014, Vol. 117, n° 1, p. 160-169. DOI 10.1016/j.prevetmed.2014.07.001

HILL, T.M., BATEMAN, H.G., SUAREZ-MENA, F.X., DENNIS, T.S. et SCHLOTTERBECK, R.L., 2016. Short communication: Changes in body temperature of calves up to 2 months of age as affected by time

of day, age, and ambient temperature. *Journal of Dairy Science*. Novembre 2016, Vol. 99, n° 11, p. 8867-8870. DOI 10.3168/jds.2016-10994

HIXSON, C.L., KRAWCZEL, P.D., CALDWELL, J.M. et MILLER-CUSHON, E.K., 2018. Behavioral changes in group-housed dairy calves infected with *Mannheimia haemolytica*. *Journal of Dairy Science*. Novembre 2018, Vol. 101, n° 11, p. 10351-10360. DOI 10.3168/jds.2018-14832

JOURQUIN, S., LOWIE, T., DEBRUYNE, F., CHANTILLON, L., VEREECKE, N., BOYEN, F., BOONE, R., BOKMA, J. et PARDON, B., 2023. Dynamics of subclinical pneumonia in male dairy calves in relation to antimicrobial therapy and production outcomes. *Journal of Dairy Science*. Janvier 2023, Vol. 106, n° 1, p. 676-689. DOI 10.3168/jds.2022-22212

KING, M.T.M., DANCY, K.M., LEBLANC, S.J., PAJOR, E.A. et DEVRIES, T.J., 2017. Deviations in behavior and productivity data before diagnosis of health disorders in cows milked with an automated system. *Journal of Dairy Science*. Octobre 2017, Vol. 100, n° 10, p. 8358-8371. DOI 10.3168/jds.2017-12723

LAVA, M., SCHÜPBACH-REGULA, G., STEINER, A. et MEYLAN, M., 2016. Antimicrobial drug use and risk factors associated with treatment incidence and mortality in Swiss veal calves reared under improved welfare conditions. *Preventive Veterinary Medicine*. Avril 2016, Vol. 126, p. 121-130. DOI 10.1016/j.prevetmed.2016.02.002

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*. Juin 2012, Vol. 105, n° 1-2, p. 93-100. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.01.015

LI, J., ZHU, Y., SHOEMAKE, B., LIU, B., ADKINS, P. et WALLACE, L., 2022. A systematic review of the utility of biomarkers as aids in the early diagnosis and outcome prediction of bovine respiratory disease complex in feedlot cattle. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. Juillet 2022, Vol. 34, n° 4, p. 577-586. DOI 10.1177/10406387221081232

LOVE, W.J., LEHENBAUER, T.W., KASS, P.H., VAN EENENNAAM, A.L. et ALY, S.S., 2014. Development of a novel clinical scoring system for on-farm diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *PeerJ*. Janvier 2014, Vol. 2, p. e238. DOI 10.7717/peerj.238

LOWIE, T., VAN LEENEN, K., JOURQUIN, S., PAS, M.L., BOKMA, J. et PARDON, B., 2022. Differences in the association of cough and other clinical signs with ultrasonographic lung consolidation in dairy, veal, and beef calves. *Journal of Dairy Science*. Juillet 2022, Vol. 105, n° 7, p. 6111-6124. DOI 10.3168/jds.2021-21570

LUNDBORG, G.K., SVENSSON, E.C. et OLTENACU, P.A., 2005. Herd-level risk factors for infectious diseases in Swedish dairy calves aged 0–90 days. *Preventive Veterinary Medicine*. Mai 2005, Vol. 68, n° 2-4, p. 123-143. DOI 10.1016/j.prevetmed.2004.11.014

MAIER, G.U., ROWE, J.D., LEHENBAUER, T.W., KARLE, B.M., WILLIAMS, D.R., CHAMPAGNE, J.D. et ALY, S.S., 2019. Development of a clinical scoring system for bovine respiratory disease in weaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*. Août 2019, Vol. 102, n° 8, p. 7329-7344. DOI 10.3168/jds.2018-15474

- MASSET, N., ASSIÉ, S., HERMAN, N., JOZAN, T. et HERRY, V., 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*. Mai 2022, Vol. 8, n° 3, p. 1229-1239. DOI 10.1002/vms3.774
- MCGUIRK, S.M. et PEEK, S.F., 2014. Timely diagnosis of dairy calf respiratory disease using a standardized scoring system. *Animal Health Research Reviews*. Décembre 2014, Vol. 15, n° 2, p. 145-147. DOI 10.1017/S1466252314000267
- MURRAY, G.M., MORE, S.J., SAMMIN, D., CASEY, M.J., MCELROY, M.C., O'NEILL, R.G., BYRNE, W.J., EARLEY, B., CLEGG, T.A., BALL, H., BELL, C.J. et CASSIDY, J.P., 2017. Pathogens, patterns of pneumonia, and epidemiologic risk factors associated with respiratory disease in recently weaned cattle in Ireland. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. Janvier 2017, Vol. 29, n° 1, p. 20-34. DOI 10.1177/1040638716674757
- MURRAY, G.M., CASSIDY, J.P., CLEGG, T.A., TRATALOS, J.A., MCCLURE, J., O'NEILL, R.G., SAMMIN, D.J., CASEY, M.J., MCELROY, M., EARLEY, B., BOURKE, N. et MORE, S.J., 2016. A retrospective epidemiological analysis of risk factors for a primary necropsy diagnosis of bovine respiratory disease. *Preventive Veterinary Medicine*. Septembre 2016, Vol. 132, p. 49-56. DOI 10.1016/j.prevetmed.2016.08.009
- NAYLOR, J.M., STREETER, R.M. et TORGERSON, P., 2012. Factors affecting rectal temperature measurement using commonly available digital thermometers. *Research in Veterinary Science*. Février 2012, Vol. 92, n° 1, p. 121-123. DOI 10.1016/j.rvsc.2010.10.027
- OLLIVETT, T. L., 2020. BRD treatment failure: clinical and pathologic considerations. *Animal Health Research Reviews*. Décembre 2020, Vol. 21, n° 2, p. 175-176. DOI 10.1017/S1466252320000328
- OLLIVETT, T. L., HEWSON, J., SHUBOTZ, R. et CASWELL, J., 2013. Ultrasonographic progression of lung consolidation after experimental infection with *Mannheimia haemolytica* in Holstein bull calves. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*. Septembre 2013, p. 147. DOI 10.21423/aabppro20133812
- OLLIVETT, T.L. et BUCZINSKI, S., 2016. On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Mars 2016, Vol. 32, n° 1, p. 19-35. DOI 10.1016/j.cvfa.2015.09.001
- OLLIVETT, T.L. et BURTON, A.J., 2011. Use of Rapid Thoracic Ultrasonography for Detection of Subclinical and Clinical Pneumonia in Dairy Calves. *THE AABP PROCEEDINGS*. 2011. Vol. VOL. 44.
- OLLIVETT, T.L., CASWELL, J.L., 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*. Novembre 2015, Vol. 29, n° 6, p. 1728-1734. DOI 10.1111/jvim.13605
- PANCIERA, R.J. et CONFER, A.W., 2010. Pathogenesis and Pathology of Bovine Pneumonia. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Juillet 2010, Vol. 26, n° 2, p. 191-214. DOI 10.1016/j.cvfa.2010.04.001
- PARDON, B. et BUCZINSKI, S., 2020. Bovine Respiratory Disease Diagnosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Juillet 2020, Vol. 36, n° 2, p. 425-444. DOI 10.1016/j.cvfa.2020.03.005

- PARDON, B., BUCZINSKI, S. et DEPRez, P.R., 2019. Accuracy and inter-rater reliability of lung auscultation by bovine practitioners when compared with ultrasonographic findings. *Veterinary Record*. Juillet 2019, Vol. 185, n° 4, p. 109-109. DOI 10.1136/vr.105238
- PARDON, B., DE BLEECKER, K., HOSTENS, M., CALLENS, J., DEWULF, J. et DEPRez, P., 2012. Longitudinal study on morbidity and mortality in white veal calves in Belgium. *BMC Veterinary Research* . 2012, Vol. 8, n° 1, p. 26. DOI 10.1186/1746-6148-8-26
- PILLEN, J.L., PINEDO, P.J., IVES, S.E., COVEY, T.L., NAIKARE, H.K. et RICHESON, J.T., 2016. Alteration of activity variables relative to clinical diagnosis of bovine respiratory disease in newly received feedlot cattle. *The Bovine Practitioner*. Janvier 2016, p. 1-8. DOI 10.21423/bovine-vol50no1p1-8
- 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, p. 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*. Octobre 1998, Vol. 143, n° 17, p. 468-471. DOI 10.1136/vr.143.17.468
- RADEMACHER, R.D., BUCZINSKI, S., 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. 2014, Vol. 48, n° 1
- REEF, V.B., BOY, M.G., REID, C.F., ELSER, A., 1991. Comparison between diagnostic ultrasonography and radiography in the evaluation of horses and cattle with thoracic disease: 56 cases (1984–1985). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Juin 1991. 198, 2112–2118.
- REINHOLD, P., RABELING, B., GÜNTHER, H. et SCHIMMEL, D., 2002. Comparative evaluation of ultrasonography and lung function testing with the clinical signs and pathology of calves inoculated experimentally with *Pasteurella muftocida*. *Veterinary Record*. Janvier 2002, Vol. 150, n° 4, p. 109-114. DOI 10.1136/vr.150.4.109
- RHODES, V., RYAN, E.G., HAYES, C.J., MCALOON, C., O'GRADY, L., HOEY, S., MEE, J.F., PARDON, B., EARLEY, B. et MCALOON, C.G., 2021. Diagnosis of respiratory disease in preweaned dairy calves using sequential thoracic ultrasonography and clinical respiratory scoring: Temporal transitions and association with growth rates. *Journal of Dairy Science*. Octobre 2021, Vol. 104, n° 10, p. 11165-11175. DOI 10.3168/jds.2021-20207
- ROSE-DYE, T. K., BURCIAGA-ROBLES, L. O., KREHBIEL, C. R., STEP, D. L., FULTON, R. W., CONFER, A. W. et RICHARDS, C. J., 2011. Rumen temperature change monitored with remote rumen temperature boluses after challenges with bovine viral diarrhea virus and Mannheimia haemolytica¹². *Journal of Animal Science*. Avril 2011, Vol. 89, n° 4, p. 1193-1200. DOI 10.2527/jas.2010-3051
- SAEGERMAN, C., GAUDINO, M., SAVARD, C., BROES, A., ARIEL, O., MEYER, G. et DUCATEZ, M.F., 2022. Influenza D virus in respiratory disease in Canadian, province of Québec, cattle: Relative importance and evidence of new reassortment between different clades. *Transboundary and Emerging Diseases*. Mai 2022, Vol. 69, n° 3, p. 1227-1245. DOI 10.1111/tbed.14085

- SARTORI, Sergio., 2010. Emerging roles for transthoracic ultrasonography in pulmonary diseases. *World Journal of Radiology* . 2010, Vol. 2, n° 6, p. 203. DOI 10.4329/wjr.v2.i6.203
- SCHNEIDER, M. J., TAIT, R. G., BUSBY, W. D. et REECY, J. M., 2009. An evaluation of bovine respiratory disease complex in feedlot cattle: Impact on performance and carcass traits using treatment records and lung lesion scores^{1,2}. *Journal of Animal Science*. Mai 2009, Vol. 87, n° 5, p. 1821-1827. DOI 10.2527/jas.2008-1283
- SCOTT, P.R. et SARGISON, N.D., 2010. Ultrasonography as an adjunct to clinical examination in sheep. *Small Ruminant Research*. Août 2010, Vol. 92, n° 1-3, p. 108-119. DOI 10.1016/j.smallrumres.2010.04.011
- SMITH, B.D., VON METRE, D., PUSTERLA, N. et WOOLUMS, A.R., 2019. Large Animal Internal Medicine 6th Edition. 6th Edition. Mosby.
- TAYLOR, J. D., FULTON, R. W., LEHENBAUER, T. W., STEP, D. L. et CONFER, A. W., 2010. The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors? *The Canadian Veterinary Journal*. octobre 2010. Vol. 51, n° 10, pp. 1095-1102.
- TEIXEIRA, A.G.V., MCART, J.A.A. et BICALHO, R.C., 2017. Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. *Journal of Dairy Science*. Avril 2017, Vol. 100, n° 4, p. 2985-2991. DOI 10.3168/jds.2016-12016
- THARWAT, M. et OIKAWA, S., 2011. Ultrasonographic evaluation of cattle and buffaloes with respiratory disorders. *Tropical Animal Health and Production*. Avril 2011, Vol. 43, n° 4, p. 803-810. DOI 10.1007/s11250-010-9766-0
- THEURER, M. E., ANDERSON, D. E., WHITE, B. J., MIESNER, M. D., MOSIER, D. A., COETZEE, J. F., LAKRITZ, J. et AMRINE, D. E., 2013. Effect of *Mannheimia haemolytica* pneumonia on behavior and physiologic responses of calves during high ambient environmental temperatures¹. *Journal of Animal Science*. Août 2013, Vol. 91, n° 8, p. 3917-3929. DOI 10.2527/jas.2012-5823
- THEURER, M.E., ANDERSON, D.E., WHITE, B.J., MIESNER, M.D. et LARSON, R.L., 2014. Effects of weather variables on thermoregulation of calves during periods of extreme heat. *American Journal of Veterinary Research*. Mars 2014, Vol. 75, n° 3, p. 296-300. DOI 10.2460/ajvr.75.3.296
- THOMPSON, P. N., STONE, A. et SCHULTHEISS, W. A., 2006. Use of treatment records and lung lesion scoring to estimate the effect of respiratory disease on growth during early and late finishing periods in South African feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. Février 2006. Vol. 84, n° 2, pp. 488-498.
- TIMSIT, E., BAREILLE, N., SEEGERS, H., LEHEBEL, A. et ASSIÉ, S., 2011. Visually undetected fever episodes in newly received beef bulls at a fattening operation: Occurrence, duration, and impact on performance. *Journal of Animal Science*. Décembre 2011, Vol. 89, n° 12, p. 4272-4280. DOI 10.2527/jas.2011-3892
- TIMSIT, E., HOLMAN, D.B., HALLEWELL, J. et ALEXANDER, T.W., 2016. The nasopharyngeal microbiota in feedlot cattle and its role in respiratory health. *Animal Frontiers*. Avril 2016, Vol. 6, n° 2, p. 44-50. DOI 10.2527/af.2016-0022
- TIMSIT, E., TISON, N., BOOKER, C.W. et BUCZINSKI, S., 2019. Association of lung lesions measured by thoracic ultrasonography at first diagnosis of bronchopneumonia with relapse rate and growth

performance in feedlot cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. Mai 2019, Vol. 33, n° 3, p. 1540-1546. DOI 10.1111/jvim.15483

TOAFF-ROSENSTEIN, R.L., GERSHWIN, L.J. et TUCKER, C.B., 2016. Fever, feeding, and grooming behavior around peak clinical signs in bovine respiratory disease. *Journal of Animal Science*. Septembre 2016, Vol. 94, n° 9, p. 3918-3932. DOI 10.2527/jas.2016-0346

URIE, N.J., LOMBARD, J.E., SHIVLEY, C.B., KOPRAL, C.A., ADAMS, A.E., EARLEYWINE, T.J., OLSON, J.D. et GARRY, F.B., 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*. Octobre 2018, Vol. 101, n° 10, p. 9229-9244. DOI 10.3168/jds.2017-14019

USDA, 2018. Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations, 2014. USDA-APHIS-VS, CEAH, Fort Collins, CO: National Animal Health Monitoring System (NAHMS).

VAN DONKERSGOED, J.V., RIBBLE, C.S., BOYER, L.G. et TOWNSEND, H.G.G., 1993. Epidemiological Study of Enzootic Pneumonia in Dairy Calves in Saskatchewan. Février 1993, *Can. Vet. J.* 34:731–735.

WHITE, B.J. et RENTER, D.G., 2009. Bayesian Estimation of the Performance of Using Clinical Observations and Harvest Lung Lesions for Diagnosing Bovine Respiratory Disease in Post-weaned Beef Calves. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. Juillet 2009, Vol. 21, n° 4, p. 446-453. DOI 10.1177/104063870902100405

WOLFGER, B., SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S., BARKEMA, H. W., PAJOR, E. A., LEVY, M. et ORSEL, K., 2015. Feeding behavior as an early predictor of bovine respiratory disease in North American feedlot systems. *Journal of Animal Science*. Janvier 2015. Vol. 93, n° 1, pp. 377-385.

WOLFGER, B., TIMSIT, E., WHITE, B.J. et ORSEL, K., 2015. A Systematic Review of Bovine Respiratory Disease Diagnosis Focused on Diagnostic Confirmation, Early Detection, and Prediction of Unfavorable Outcomes in Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Novembre 2015, Vol. 31, n° 3, p. 351-365. DOI 10.1016/j.cvfa.2015.05.005

ANNEXES

Annexe 1 : Feuille de travail utilisée pour l'inscription du signalement et de l'anamnèse à l'arrivée des animaux.

1 – Signalement

Date d'examen de l'animal :		N° de dossier interne :		N° de dossier Clovis :	
N° 10 chiffres :			Date de naissance :		
Race :		Poids :		Circonférence thoracique :	

2 – Anamnèse

Date de début des troubles respiratoires :			
Traitement 1 :	Date :	Molécule :	Posologie :
Traitement 2 :	Date :	Molécule :	Posologie :
Traitement 3 :	Date :	Molécule :	Posologie :
Autres animaux atteints ?	oui/non		

Annexe 2 : Feuille de travail utilisée à chaque examen clinique.

Abattement :	oui/non	Fréquence respiratoire (mpm) :			
Température :					
Retard de croissance :	oui/non	Age estimé (mois) :			
Dyspnée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> inspiratoire <input type="checkbox"/> expiratoire <input type="checkbox"/> mixte				
Orthopnée :	oui/non	Toux spontanée :	oui/non		
Toux	<input type="checkbox"/> spontanée <input type="checkbox"/> déclenchable <input type="checkbox"/> absente				
	<input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> forte				
	<input type="checkbox"/> non quinteuse <input type="checkbox"/> quinteuse				
	<input type="checkbox"/> humide <input type="checkbox"/> sèche				
Jetage	oui/non	quantité :	<input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> modérée <input type="checkbox"/> forte		
	nature :	<input type="checkbox"/> séreux <input type="checkbox"/> muqueux <input type="checkbox"/> muco-purulent <input type="checkbox"/> purulent			
Auscultation pulmonaire : <i>*5^{ème} EIC ≈ pointe du coude</i>	<input type="checkbox"/> bruits normaux renforcés	<input type="checkbox"/> à gauche	<input type="checkbox"/> à droite	<input type="checkbox"/> crânialement au 5 ^{ème} EIC*	<input type="checkbox"/> sur l'ensemble de l'aire d'auscultation
	<input type="checkbox"/> bruits normaux atténués	<input type="checkbox"/> à gauche	<input type="checkbox"/> à droite	<input type="checkbox"/> crânialement au 5 ^{ème} EIC*	<input type="checkbox"/> sur l'ensemble de l'aire d'auscultation
	<input type="checkbox"/> bruits surajoutés	<input type="checkbox"/> à gauche	<input type="checkbox"/> à droite	<input type="checkbox"/> crânialement au 5 ^{ème} EIC*	<input type="checkbox"/> sur l'ensemble de l'aire d'auscultation
Autres affections :					

Annexe 3 : Feuille de travail utilisée à chaque examen échographique.

Manipulateur (nom-prénom-école-statut) :

			RAS	Lésions de consolidation (nombre sur la zone / surface max / profondeur max)	Queues de comètes	Autres
<i>Exemple</i>				<i>LC (2 / 3cm² / 2 cm)</i>	<i>6QC</i>	
Côté gauche	11 ^{ème} EIC*	haut				
	10 ^{ème} EIC	haut				
	9 ^{ème} EIC	haut				
	8 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	7 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	6 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	5 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	4 ^{ème} EIC*	haut				
	bas					
Côté droit	11 ^{ème} EIC*	haut				
	10 ^{ème} EIC	haut				
	9 ^{ème} EIC	haut				
	8 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	7 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	6 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	5 ^{ème} EIC	haut				
		bas				
	4 ^{ème} EIC*	haut				
	bas					

**en fonction du gabarit de l'animal (NO si non observable)*

Annexe 4 : Feuille de travail utilisée à chaque autopsie pulmonaire.

Notes affectées à chaque critère :

Plèvre pariétale : Pleurésie

Score d'extension	0	1
Description lésions de pleurésie	absence	présence

Plèvre viscérale : Pleurésie

Score	0	1	2	3	4
Description lésions de pleurésie	absence	Adhésion Inter lobes	Pleurésie < 30 % de la surface du lobe	Pleurésie 30 à 60 % de la surface du lobe	Pleurésie > 60 % de la surface du lobe

Parenchyme pulmonaire

- Induration.

Score	0	1	2	3
Description induration	absence	Légère (consistance des lèvres)	Modérée (consistance du nez)	Sévère (consistance du front)

- Extension.

Score	0	1	2	3	4
% du lobe induré	0 %	De 1 à 25 %	De 26 à 50 %	De 51 à 75 %	De 76 à 100%

Trachée et bronche

Score	0	1
Pus bronchique	oui	non

Nœuds lymphatiques pulmonaires

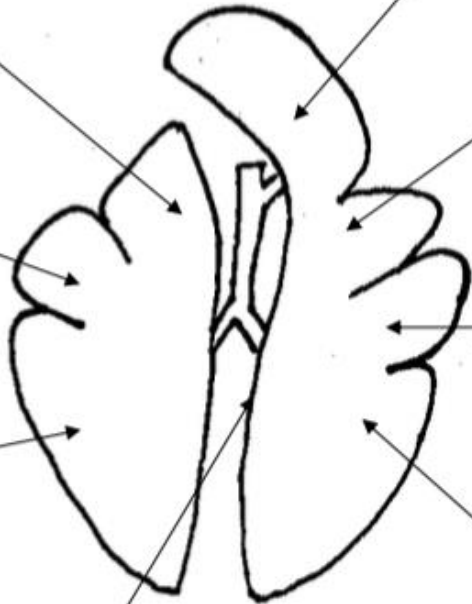
Score	0	1	2	3
Augmentation de taille	1 x	1.5 x	2 x	> 2 x

Poumon - vue dorsale

Pneumonie :
Ext :
Ind :
Pleurésie :
Bronches :

Pneumonie :
Ext :
Ind :
Pleurésie :
Bronches :

Pneumonie :
Ext :
Ind :
Pleurésie :
Bronches :



Pneumonie :
Ext :
Ind :
Pleurésie :
Bronches :

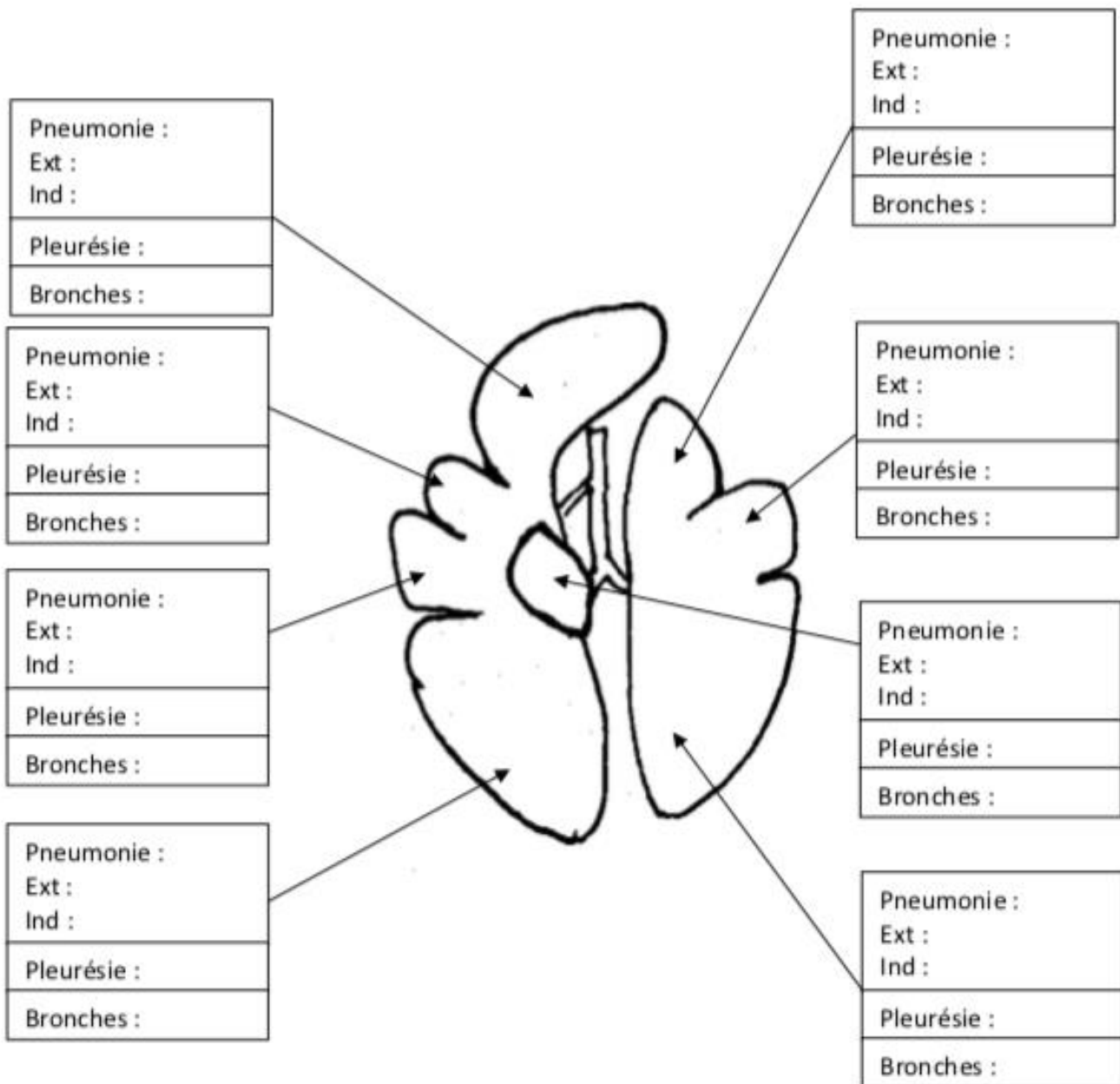
Pneumonie :
Ext :
Ind :
Pleurésie :
Bronches :

Pneumonie :
Ext :
Ind :
Pleurésie :
Bronches :

Pneumonie :
Ext :
Ind :
Pleurésie :
Bronches :

Nœuds lymphatiques :

Poumon - vue ventrale



Score pleurésie	0	1
Hémi thorax droit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hémi thorax gauche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Annexe 5 : Feuille de travail utilisée pour le renseignement de la suspicion étiologique et des prélèvements réalisés.

Diagnostic :	<input type="checkbox"/> Probable <input type="checkbox"/> De certitude <input type="checkbox"/> Non établi			
Lésions macroscopiques compatibles avec :				
Lésions histologiques compatibles avec :				
Analyse PCR : oui/non				
Type de prélèvement :	<input type="checkbox"/> ENP	<input type="checkbox"/> LBA	<input type="checkbox"/> ATT	<input type="checkbox"/> Poumon
Agents recherchés et résultats :	<i>Histophilus somni</i>	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
	<i>Mannheimia Haemolytica</i>	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
	<i>Pasteurella multocida</i>	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
	<i>Mycoplasma bovis</i>	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
	VRSB	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
	PI3	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
	Influenza D	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
	Coronavirus	<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
		<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
		<input type="checkbox"/> recherché	pos / nég	Ct =
Autres analyses :				

Juliette BRETAUDEAU

**SIGNES CLINIQUES, IMAGES ÉCHOGRAPHIQUES ET LÉSIONS PULMONAIRES
CHEZ DES JEUNES BOVINS RÉFÉRÉS DANS DEUX ÉCOLES VÉTÉRINAIRES
FRANÇAISES POUR L'ANNÉE 2023-2024.**

**CLINICAL FEATURES, ULTRASOUND IMAGES AND PULMONARY LESIONS IN YOUNG
CATTLE FROM TWO FRENCH VETERINARY SCHOOLS DURING THE 2023-2024 YEAR.**

Thèse d'État de Doctorat Vétérinaire : Nantes, le 28 Octobre 2024

RÉSUMÉ

Les bronchopneumonies infectieuses (BPI) sont un enjeu économique considérable pour la filière bovine et notamment pour les jeunes bovins. Aujourd'hui, il n'existe pas de méthode diagnostique de référence pour cette maladie.

Le premier objectif de ce travail de thèse était de décrire les signes cliniques, les images échographiques et les lésions pulmonaires à l'autopsie des jeunes bovins référés dans deux Écoles Vétérinaires Françaises, celle de Nantes et celle de Toulouse, au cours de l'année 2023-2024. Une cohorte de 24 animaux d'âges variés a été examinée et parmi eux, 19 animaux ont été malades, 15 animaux ont présenté des images anormales à l'échographie et 21 animaux des lésions pulmonaires à l'autopsie. La lésion échographique principale a été la consolidation de plus de 1 cm². Les lobes les plus atteints à l'échographie et à l'autopsie ont été les lobes crâniaux.

Le deuxième objectif était de tester la corrélation entre l'examen échographique, l'examen clinique et l'autopsie. Il existait une relation significative entre la présence de consolidations de plus de 1 cm² à l'échographie et la présence d'anomalies cliniques, mais la classification des signes cliniques de cette étude a pu diminuer la fiabilité des résultats. Il existait également une relation significative entre la présence de consolidations de plus de 1 cm² à l'échographie et la présence d'un score de pneumonie non nul à l'autopsie pulmonaire. Cependant, certaines anomalies macroscopiques n'ont pas été retrouvées à l'échographie pulmonaire ce qui compromet la sensibilité diagnostique de cet examen pour détecter les BPI. L'effectif réduit de cette cohorte était la principale limite de l'étude et la poursuite du projet pourrait permettre d'évaluer de manière significative l'intérêt diagnostique et pronostique de l'échographie pulmonaire chez les jeunes bovins.

MOTS CLÉS :

- Maladie respiratoire
- Bronchopneumonie infectieuse
- Jeune bovin
- Échographie pulmonaire
- Signes et symptômes
- Lésion macroscopique
- Autopsie
- Diagnostic

DATE DE SOUTENANCE : 28/10/2024