

# **Le diagnostic des pathologies respiratoires chez le veau : nécessité d'une approche globale**

*Bovine respiratory diseases diagnostic in calves : the need for a comprehensive approach*

**Chloé GUILLERMIC**

**Mémoire de fin d'année**

présenté en vue de l'obtention du grade de Master de spécialisation en sciences vétérinaires :  
Internat clinique – Option ruminants

**Année Académique 2019 – 2020**

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

# **Le diagnostic des pathologies respiratoires chez le veau : nécessité d'une approche globale**

*Bovine respiratory diseases diagnostic in calves : the need for a comprehensive approach*

**Chloé GUILLERMIC**

**Promoteur : Bayrou Calixte, PhD**

**Mémoire de fin d'année**

présenté en vue de l'obtention du grade de Master de spécialisation en sciences vétérinaires :  
Internat clinique – Option ruminants

**Année Académique 2019 – 2020**

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

# **Le diagnostic des pathologies respiratoires chez le veau : nécessité d'une approche globale**

## **OBJECTIF DU TRAVAIL**

Ce travail est né de la difficulté que pose le diagnostic des maladies respiratoires chez les bovins. L'idée était de pouvoir utiliser des méthodes diagnostiques applicables sur le terrain, d'évaluer leurs avantages et limites, et de construire une démarche qui pourrait aider et guider les vétérinaires dans leur pratique quotidienne. Les outils diagnostiques qui ont été sélectionnés étaient : la clinique, l'échographie et le lavage broncho-alvéolaire non guidé par endoscopie. Ces procédures ont toutes été décrites dans la littérature comme utiles et réalisables sur le terrain.

Le premier objectif fut de réaliser une revue de la littérature afin de savoir où en était la recherche sur le diagnostic des maladies respiratoires bovines à l'heure actuelle.

Le deuxième objectif a été de mettre en pratique une démarche diagnostique et de sélectionner des critères pour réaliser un diagnostic précis de ces pathologies.

## **RÉSUMÉ**

Les maladies respiratoires bovines ou « *Bovine Respiratory Disease* » forment un complexe qui, malgré le nombre d'études réalisées sur le sujet, reste difficile à définir. Ces maladies sont multifactorielles et impliquent un lien étroit entre l'immunité d'un individu, les pathogènes qu'il abrite et/ou rencontre, et des facteurs environnementaux. L'impact économique de ces pathologies est important à travers leur incidence, leur morbidité et leur mortalité. Il est donc capital de faire un diagnostic précoce.

Ce complexe représente une cause majeure de l'intervention des médecins vétérinaires. Les représentations cliniques sont nombreuses, parfois très évidentes, souvent plus frustrées. En général, le diagnostic repose sur l'examen clinique et des tests de laboratoire tels que la culture et les réactions en chaîne par polymérase. Nous avons cherché à identifier les outils diagnostiques les plus adaptables au terrain et à évaluer leur puissance diagnostique. La clinique, l'échographie et l'examen cytologique du lavage broncho-alvéolaire répondaient aux critères. Au terme de ce travail, l'absence d'un test « *gold standard* » nous a poussé à conclure que le plus important, dans le diagnostic des maladies respiratoires, était d'aborder ce complexe par une approche globale et multimodale.

# **Bovine respiratory diseases diagnostic in calves : the need for a comprehensive approach**

## **PURPOSE OF THE WORK**

This work was born from the difficulty raised by the respiratory disease diagnostic in cattle. The purpose was to experiment diagnostic procedures which were used on the field, to evaluate their benefits and limits, and to built a methodology that could help veterinarians in their daily practice. The diagnostic tools chosen were physical examination, ultrasonography, and cytological examination of non-endoscopic broncho-alveolar lavage fluid. These diagnostic tools have been described in litterature as useful and achievable by practitioners on-farm.

The first aim was to do a review of litterature, and learn what we knew about the diagnosis of Bovine Respiratory Diseases.

The second was to built a methodology and to select criteria to realise an accurate diagnosis of these diseases.

## **SUMMARY**

Bovine Respiratory Disease is a complex which, despite the number of studies carried out on the subject, remains difficult to define. These diseases are multifactorial and involve a close link between an individual's immunity, the pathogens it harbours and/or encounters, and environmental factors. The economic impact of these diseases is significant through their incidence, morbidity and mortality. Early diagnosis is therefore crucial.

This complex is a major cause of veterinary intervention. The clinical representations are numerous, sometimes very obvious, often more subtle. In general, diagnosis is based on clinical examination and laboratory tests such as culture and polymerase chain reaction. We have sought to identify the diagnostic tools most adaptable to the field and to evaluate their diagnostic power. Clinical, ultrasound and cytological examination of bronchoalveolar lavage met the criteria. At the end of this work, the absence of a "gold standard" test led us to conclude that the most important thing in the diagnosis of respiratory diseases was to approach this complex with a global and multimodal approach.

## Remerciements

*« Seul on va plus vite, ensemble, on va plus loin. »*

Proverbe africain

Je remercie Calixte, mon promoteur, présent de la genèse à la construction de ce travail. Je le remercie de m'avoir initiée à ce sujet si vaste, complexe et capital de la médecine bovine. Merci aussi pour son accompagnement, son enseignement et sa bienveillance.

J'adresse toute ma gratitude à Martine et Hugues pour m'avoir accueillie dans leur département. Merci à Philippe pour la transmission de sa pratique. Je remercie Arnaud pour m'avoir appris à me questionner et à réaliser plutôt que d'avoir peur d'agir. Je le remercie aussi de m'avoir fait partager sa grande technicité.

Je remercie Frédéric Rollin pour son humanité, ses convictions et sa passion. C'est en espérant pouvoir encore apprendre de sa vision et de sa réflexion que j'ai réalisé mon internat. Il m'a permis de confirmer qu'un médecin vétérinaire rural est un réel acteur et promoteur de la vie.

Merci à Elise et Marion, mes co-internes, dont l'amitié et la solidarité ont été précieuses pour moi cette année. J'ai beaucoup apprécié leur soutien et leur aide. J'ai appris à leurs côtés et je leur souhaite de bien démarrer la nouvelle vie qui s'offre à elles.

Je remercie Hélène, Justine, Linde, Stéphanie, Salem et Vincent de m'avoir accompagné et montré la voie pour être un bon médecin vétérinaire.

Merci à Coralie pour sa transmission de la rigueur de la médecine de troupeau et de l'analyse des documents. Je la remercie aussi pour sa gentillesse, sa joie de vivre, les longues discussions philosophiques, les cafés, les séances de sport et son aide précieuse en clinique quand j'étais parfois débordée.

Je remercie aussi Michel, José, Alain, Christiaen, Philippe et Sam pour avoir participé à me cultiver sur le monde agricole. Je les remercie aussi, ainsi que Christian, Noémie, Margaux, Nadja, Alice, Marie, pour leur gentillesse et pour m'avoir apporté de la légèreté lorsque j'étais surmenée.

Je remercie mon Sami et ma famille, toujours présents et plein de soutien.

## Table des Matières

1. Le Complexe Respiratoire Bovin.....	7/45
1.1. Pathogenèse.....	7/45
1.2. Épidémiologie.....	9/45
2. Prévalence et Impacts économiques.....	12/45
3. Enjeux du diagnostic des BRD.....	14/45
4. Principaux outils diagnostics.....	16/45
4.1. La clinique.....	16/45
4.2. L'échographie.....	19/45
4.3. Les lavages.....	21/45
4.3.1. Différents types.....	21/45
4.3.2. Le lavage broncho-alvéolaire.....	22/45
4.3.3. Le diagnostic étiologique.....	23/45
4.3.4. L'examen cytologique.....	24/45
4.4. Le diagnostic <i>post-mortem</i> .....	26/45
5. Objectifs du travail.....	27/45
6. En pratique.....	27/45
6.1. Matériel et méthodes.....	27/45
6.2. Résultats.....	29/45
6.3. Discussion.....	31/45
7. Conclusions et perspectives du travail.....	34/45
8. Annexes.....	35/45
9. Bibliographie.....	40/45

## 1. Le Complexe Respiratoire Bovin

Historiquement, les maladies respiratoires des bovins ont été décrites de manière non systématique : certains auteurs mettant l'accent sur l'épidémiologie et les conditions d'apparition, d'autres sur les étiologies infectieuses. Différentes appellations rendent compte de ce processus : « Shipping Fever », « Pneumonie Enzootique », « Pasteurellose », « Mannheimiose » etc... Cependant, ces appellations n'expriment que de manière très incomplète toute la complexité de l'apparition de ces maladies. En effet, les infections expérimentales et les progrès dans le diagnostic étiologique n'ont pas permis d'expliquer ces différentes entités. Il en a alors résulté l'abandon progressif de ces appellations au profit d'une appellation générale : le complexe respiratoire bovin. Celui-ci a le mérite de caractériser ce à quoi les médecins vétérinaires ont à faire : un large, et parfois flou, éventail de pathologies. Leur apparition ne peut se comprendre que dans l'analyse du triangle hôte ↔ agents pathogènes ↔ facteurs environnementaux. Ces pathologies ont également en commun d'être caractérisées par un phénomène inflammatoire touchant l'appareil respiratoire. La lésion la plus souvent observée dans ce complexe est la pneumonie broncho-alvéolaire qui est la conséquence d'une infection par voie aérogène (ou bronchogénique).

Afin de coller à la bibliographie internationale, le terme de Bovine Respiratory Disease (BRD) sera utilisé pour parler des maladies respiratoires bovines, et celui de Bovine Respiratory Disease complex pour parler du complexe en lui-même et donc de la pathogénèse et de ses étiologies.

La difficulté de ce complexe doit notamment tenir au très large diagnostic différentiel qu'il suggère. Les agents étiologiques majeurs, qui causent ou sont associés avec une BRD, sont présentés dans le **Tableau 1**. Le premier repère que l'on peut prendre pour démêler ces pathologies est la dichotomie principale qui se réalise entre les pathologies respiratoires des voies basses et des voies hautes.

### 1.1. Pathogénèse

La synergie virus – bactérie est clairement un facteur majeur de la pathophysiologie du BRDc. Il est bien reconnu que l'effet d'un virus, normalement non fatal, combiné avec des bactéries résidentes dans le tractus respiratoire supérieur chez des individus sains, peut causer des pneumonies bactériennes fatales (Constable et al., 2017). Le développement de ces dernières survient à l'occasion d'une augmentation de l'exposition des poumons aux

bactéries, l'endommagement des défenses pulmonaires, ou les deux (Caswell and Williams, 2016).

Pour induire une infection par voie aérogène, un agent étiologique doit être aérosolisé, survivre en temps qu'aérosol, être déposé dans un site vulnérable du tractus respiratoire d'un hôte sensible, puis se multiplier. Finalement, la pathogénèse des infections respiratoires dépendra de l'endroit du tractus respiratoire où se seront déposés les agents étiologiques. Ces derniers se heurteront à un certain nombre de défenses biochimiques, physiologiques et immunitaires pour prévenir leur entrée. Les premières défenses que ces agents peuvent rencontrer sont la flore microbienne des cavités nasales et l'excrétion nasale (p. ex. les éternuements). Viennent ensuite le réflexe laryngé et de toux, la clairance muco-ciliaire (avec le mucus recouvrant la muqueuse ciliée respiratoires ayant de nombreuses fonctions telles que le « *trapping* » des particules et des polluants, la non dessiccation de la muqueuse, la mise en contact avec des IgA et des macrophages...), la réponse inflammatoire des cellules épithéliales, les macrophages alvéolaires puis les neutrophiles recrutés, et pour finir les anticorps locaux et systémiques (Constable et al., 2017).

Les BRD se présentent le plus souvent sous la forme de broncho-pneumonies dans les populations à risque c'est-à-dire typiquement chez les veaux récemment sevrés ou transportés vers une exploitation pour l'engraissement. La distribution des pneumonies bactériennes par voie aérogène est crânio-ventrale. Ceci s'explique notamment car les défenses seraient moins efficaces dans ces régions. Une autre hypothèse est celle de la gravité qui permettrait aux particules ainsi qu'aux sécrétions aspirées de descendre vers les portions crânio-ventrales (Caswell and Williams, 2016). Les raisons de cette localisation ne sont cependant pas complètement élucidées.

Les virus sont introduits principalement par l'inhalation et causent une bronchiolite primaire (Constable et al., 2017). Celle-ci se caractérise par une inflammation et un œdème des voies respiratoires, une production de mucus augmentée et une nécrose des cellules épithéliales respiratoires (Florin et al., 2017). Si on prend l'exemple du Virus Syncytial Respiratoire Bovin (BRSV), on se rend compte que celui-ci infecte les cellules, les pousse à fusionner et à se répliquer puis provoque la nécrose de ces cellules et, par conséquent, la destruction de l'appareil muco-ciliaire. La destruction des cellules épithéliales provoque l'appel des polymorphonucléaires et des lymphocytes. Le grand volume de débris cellulaires et de mucus encombre alors les voies respiratoires (Caswell and Williams, 2016 ; Florin et al., 2017).

Les bactéries sont, pour la plupart, dans le tractus respiratoire et colonisent l'épithélium respiratoire endommagé (Caswell and Williams, 2016). Elles causent alors aussi une bronchiolite qui s'étendra pour impliquer le parenchyme pulmonaire aux alentours. L'extension des lésions dans les poumons se produit par le passage du matériel infecté le long des bronchioles et dans les vaisseaux lymphatiques. La bronchiectasie et les abcès pulmonaires sont des complications et des causes communes d'un échec de la réponse au traitement (Constable et al., 2017).

Toutes les pneumonies conduisent à une diminution des échanges gazeux entre l'air des alvéoles et le sang. L'anoxie et l'hypercapnie se développent et résultent en de la polypnée, de la dyspnée ou de la tachypnée. Les consolidations provoquent des bruits respiratoires plus lourds et plus forts dans les stades précoces, particulièrement dans les parties antéro-ventrales des poumons, à moins que de l'effusion pleurale ne soit présente et assourdisse les bruits respiratoires. L'accumulation d'un exsudat inflammatoire dans les bronches se manifeste par des sons pulmonaires anormaux tels que des crépitements et des sifflements à l'auscultation (Constable et al., 2017).

## 1.2. Épidémiologie

De manière occasionnelle, les agents viraux produisent un syndrome clinique en l'absence d'une co-infection bactérienne mais leur implication est généralement considérée comme préalable ou concourante à une infection bactérienne. Cependant, en dépit de l'évidence criante de la nature infectieuse des BRD, les chercheurs sont confrontés à la difficulté de recréer la plus commune des représentations cliniques à travers des expositions bactériennes ou virales seules. De plus, les espèces bactériennes impliquées peuvent être isolées au niveau du tractus respiratoire supérieur d'un bovin sain.

C'est là qu'intervient l'importance des facteurs prédisposants (Taylor et al., 2010). Un grand nombre de recherches épidémiologiques ont été conduites afin d'approfondir, évaluer et découvrir ces facteurs. Les plus communément proposés sont les suivants :

- Les infections virales, évoquées précédemment
- Les facteurs individuels tels que l'âge, le poids, le sexe, la race et la génétique,
- Les facteurs environnementaux et/ou de « management ». Ces derniers regroupent le transport, les conditions climatiques, le mélange d'animaux de sources diverses, les étapes stressantes de la vie des animaux telles que le sevrage, la castration, l'écornage.

Le transport est le facteur de risque non-infectieux le plus reconnu universellement pour les BRD, étant en partie responsable de l'utilisation de la dénomination profane « Shipping

Fever » (Taylor et al., 2010). Le transport n'augmente pas seulement le risque d'exposition des animaux à des pathogènes auxquels ils n'ont jamais été exposés mais aussi la réduction de la résistance innée à travers des lésions du tractus respiratoire par des aérosols irritants, de la déshydratation, la mise à jeun, et les effets de stress (Constable et al., 2017; Taylor et al., 2010). De nouveau, selon les résultats de l'étude de Delabouglise et al. (2017), qui traite des impacts économiques des BRD sur la productivité des secteurs de l'élevage français, les BRD affectent principalement la productivité des systèmes dans lesquels le secteur de la viande a une grande importance économique et surtout, dans les systèmes où l'élevage et l'engraissement sont séparés avec donc une grande proportion des veaux transportés hors de leur ferme de naissance.

Les conditions climatiques ont depuis longtemps été incriminées dans l'occurrence des BRD. Ces quelques dernières années, en parallèle de la réduction de la pression d'infection et de l'amélioration de l'immunité du veau via une bonne gestion du colostrum, le lien entre les BRD et le climat en ferme a été plus étudié (van Leenen et al., 2020). De nombreux auteurs ont suggéré que des changements extrêmes et soudains prédisposeraient les bovins aux BRD, et de nombreuses études ont été menées sur la relation entre les variations de la température ambiante et l'occurrence des BRD. Les variables couramment étudiées étaient l'humidité relative, la vitesse du vent, les précipitations, le froid et les poussières. Finalement peu de résultats étaient concordants entre les études (Taylor et al., 2010).

Une étude très récente apporte des résultats intéressants sur l'association des paramètres de qualité de l'air en étable avec des lésions pulmonaires, de l'inflammation et de l'infection des voies respiratoires. En effet, van Leenen et al. (2020) ont évalué les climats dans 60 fermes flamandes selon les variables de températures moyenne, humidité relative, vitesse de l'air, concentrations en ammoniac (NH<sub>3</sub>) et dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), et charge bactérienne de l'air. Ils ont identifié 4 types de fermes :

- Les fermes avec un climat intérieur « normal » caractérisées par une ventilation suffisante (faibles concentrations en NH<sub>3</sub> et CO<sub>2</sub>), une faible charge bactérienne et une vitesse de l'air basse ;
- Les fermes avec un climat chaud, sec et une accumulation de NH<sub>3</sub> ;
- Les fermes « sous-ventilées » avec une accumulation de NH<sub>3</sub> et CO<sub>2</sub>, une haute charge bactérienne dans l'air, des températures et une humidité similaire aux fermes dites « normales » ;
- Les fermes dites « à courants d'air », caractérisées par une haute vitesse de l'air.

Cette étude conclut que seules les températures, la concentration en NH<sub>3</sub> supérieure à 4 ppm et la vitesse de l'air > 0,8 m/s sont associées avec des consolidations pulmonaires chez des veaux élevés en groupe. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la température joue un rôle dans la prédisposition des BRD lorsqu'elle augmente. Les veaux semblent tolérants et adaptables à des températures ambiantes moyennement froides quand les conditions sont réunies, c'est-à-dire lorsqu'ils ont accès à plus de nourriture et une litière sèche.

En ce qui concerne l'humidité, les effets semblent être plus indirects et complexes, notamment par la permission de développement de moisissures et de champignons. Dans l'étude, l'augmentation de l'humidité relative sur 24h était associée à une augmentation des polymorphonucléaires basophiles dans les fluides de Lavages Broncho-Alvéolaires (BAL), déjà observée chez les chevaux lors de l'inhalation d'aérosols contenant des spores ou des particules de champignons. Ces derniers initieraient la réponse inflammatoire ou allergique entravant alors le bon fonctionnement des défenses respiratoires et/ou promouvant la survie de pathogènes respiratoires (van Leenen et al., 2020). Par ailleurs, les basophiles relâchent de l'histamine lors d'une infection bactérienne ou virale dont la conséquence est l'inflammation des voies respiratoires. Les récepteurs à la surface des basophiles se lient avec le IgE pour initier la sécrétion de cytokines qui maintiennent l'inflammation. Plusieurs études sont en accord avec les découvertes de Moisé et al. (2019) qui démontrent que les basophiles sont potentiellement des biomarqueurs de BRD chez les veaux laitiers en pré-sevrage.

Il a été démontré que les bovins qui transitent par des marchés, et qui sont nouvellement reçus dans une exploitation, sont à plus grand risque de BRD que ceux qui proviennent directement de la ferme d'origine ou qui sont élevés dans un seul lieu. Ceci est le résultat non seulement d'une plus grande exposition aux pathogènes, due au mélange d'animaux de diverses sources avec des statuts sanitaires différents, mais aussi d'une augmentation du stress notamment à l'occasion du transport (Taylor et al., 2010). Allen et al. (1992) nous font remarquer que des changements s'opèrent dans la flore bactérienne des voies respiratoires hautes et basses chez les veaux qui arrivent dans le lot d'engraissement. En effet, dans l'étude, la proportion de veaux sains positifs pour *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica*, *Histophilus somni* et *Mycoplasma bovirhinis* est significativement plus grande à l'arrivée que 12 jours après l'entrée dans le lot d'engraissement. Dans cette étude, un seul agent pathogène ne suit pas la tendance de la diminution et augmentera entre l'arrivée et le 12<sup>ème</sup> jour dans cette population de veaux : il s'agit de *Mycoplasma bovis*. Timsit et al. (2016) nous montre aussi l'instabilité du microbiote nasopharyngé du sevrage à l'arrivée dans le lot

d'engraissement et de l'arrivée à 40 jours après. Le stress et l'infection virale peuvent expliquer la dysbiose nasopharyngée qui survient entre le sevrage et le jour d'arrivée dans le lot d'engraissement. Il est avancé qu'un déséquilibre et un appauvrissement de la diversité dans la communauté bactérienne des voies respiratoires hautes peuvent rendre l'hôte moins capable de résister à la colonisation par des bactéries pathogènes ou de contenir les pathogènes résidents.

A la vue de toutes ces données, il est donc logique que l'un des conseils régulièrement donnés pour réduire l'incidence des BRD est d'acheter les animaux directement aux fermes d'origine, sans passage par des étables de transit (Taylor et al., 2010).

La castration et l'écornage ont aussi leur part de responsabilité dans l'augmentation de l'occurrence des BRD. La castration, quelle qu'elle soit, provoquerait un stress physiologique, le développement de réactions inflammatoires, la dépression des fonctions immunitaires, et une réduction des performances. Traditionnellement, les veaux mâles entiers sont castrés immédiatement après l'arrivée dans les exploitations d'élevage ou d'engraissement. Cependant, le stress causé par la castration combiné au stress du sevrage, de la vente et du transport pourrait exacerber les effets délétères causés par la castration (Ratcliff et al., 2014). Premièrement, les taureaux castrés tardivement auraient un plus grand risque d'être atteints de BRD que les taureaux non castrés ou les taureaux castrés plus jeunes (Taylor et al., 2010). Deuxièmement, selon Ratcliff et al. (2014), lorsqu'un veau est castré avant le changement d'exploitation, son GQM moyen est de 0.83 kg/jour comparé à 0.57 kg/jour pour les taurillons castrés à l'arrivée. Les questions importantes qu'il faut donc se poser sont quand et comment réalisés ces actes (Taylor et al., 2010).

## 2. Prévalence et Impacts économiques

Le BRDc est l'une des maladies bovines les plus exhaustivement étudiées avec des recherches qui ont débutées à la fin des années 1800. Les BRD et leurs impacts continuent d'ailleurs aujourd'hui de faire partie des préoccupations majeures. (Ives and Richeson, 2015)

De plus, en Amérique du Nord, malgré les découvertes de la recherche, et l'utilisation répandue des vaccins et antibiotiques en médication de masse, le progrès pour réduire l'impact des BRD au cours des 20 dernières années est resté très limité (Baptiste and Kyvsgaard, 2017). Les données du National Animal Health Monitoring System (NAHMS) de 2011 sont les suivantes :

- Presque tous les plus grands exploitants (> 1 000 têtes) en engraissement traitent leurs vaches à l'arrivée dans le lot d'engraissement. 96% vaccinent et 50.4% incorporent un traitement antibiotique en injectable pour éviter une épidémie de BRD. Pour les exploitants de moins de 1 000 têtes, 92.6% des bovins arrivant en lot d'engraissement sont vaccinés contre les maladies respiratoires et 31% reçoivent un antibiotique en injectable.
- Malgré cet « *arrival processing* », 16.2% des bovins placés en parcs d'engraissement de plus de 1 000 têtes développent une pathologie respiratoire telle que la *Shipping Fever*. Approximativement 2.8% développent une Pneumonie Interstitielle Atypique.
- Les données sur l'élevage des génisses laitières montrent que 18.1% des veaux génisses en pré-sevrage ont eu une BRD et que la mortalité est de 2.3%. Pour les génisses sevrées, les chiffres concernant la prévalence et le taux de mortalité sont de 11.2% et 1.3% respectivement. Ces derniers sont de 1.2% et 0.2% respectivement pour les génisses gestantes (Dargatz and Lombard, 2014).

La réaction face à ces chiffres a été de se reposer encore plus sur la prophylaxie / métaphylaxie antibiotique pour contrôler le BRDc (Baptiste and Kyvsgaard, 2017). Selon Baptiste and Kyvsgaard (2017) et Ives and Richeson (2015), en réalité la médication de masse est conduite par une structure dite « obsolète » du lot d'engraissement et de l'industrie des veaux de boucherie. Il a d'ailleurs été discuté en 1983, lors d'un congrès à Amarillo au Texas, que la vraie étiologie de ce qu'ils appelaient la « *Shipping Fever* » était cette méthode rétrograde utilisée pour commercialiser les veaux de boucherie et, plus spécifiquement encore, la forte segmentation de l'industrie de la viande. Les bovins progressent à travers les phases de la production, changeant de propriétaires à tout moment, impliquant du transport et de multiples mélanges d'individus provenant de divers endroits, une biosécurité minimale et d'autres stress. De plus, il a été estimé que la moyenne du nombre d'intermédiaires entre l'éleveur et le consommateur était de 15. *In fine*, ce type de système apporte de larges opportunités pour l'immunosuppression et la colonisation des voies respiratoires par les pathogènes. Baptiste and Kyvsgaard (2017) pensent que tant que cette infrastructure persistera, les facteurs prédisposants majeurs du BRD seront présents et empêcheront les alternatives à une médication AB de masse.

En ce qui concerne les données scientifiques produites sur le BRDc en France et par les pays voisins, l'incidence des BRD est particulièrement élevée chez les veaux non sevrés de 7 à 150 jours en exploitation d'élevage (laitier ou boucher), chez les veaux mâles sevrés de 250

à 290 jours (laitier ou boucher) qui changent d'exploitation pour aller en engraissement durant les 40 premiers jours suivant l'introduction, et chez les veaux laitiers non sevrés de l'introduction en lot d'engraissement (7 jours) jusqu'à l'abattage à 6 mois (Delabouglise et al., 2017).

Selon certaines études, les BRD augmentent significativement le risque de mort prématurée, diminuent le gain quotidien moyen (GQM) et la qualité de la carcasse. La réduction du GQM résulte soit en un poids plus faible à maturité, soit en un retard dans l'arrivée à maturité. Deux études démontrent que l'occurrence de BRD dans les premières années augmente le risque de dystocie chez les femelles reproductrices (Delabouglise et al., 2017). Teixeira et al. (2017) démontrent que les génisses détectées avec une consolidation à 60 jours de vie ont une plus faible probabilité de survie. Ce résultat est supporté par Adams and Buczinski (2016) qui montrent que le temps moyen avant la mort/l'abattage à cause de mauvaises performances est de 45 jours après examen échographique (à 135 jours d'âge en moyenne, de 104 – 755 jours).

Il a aussi été décrit que les BRD atteignent les performances reproductives par l'augmentation de l'âge au premier vêlage et une probabilité moindre de gestation chez les génisses avec des lésions pulmonaires. Ces faibles performances reproductives peuvent être attribuées à un gain quotidien moyen plus bas durant les six premiers mois. En effet, l'âge retardé au premier vêlage et le taux plus faible de réussite de la première insémination sont fréquemment associés à des croissances suboptimales avant six mois d'âge. Aucune différence n'a été observée dans l'incidence des pathologies du post-partum (Teixeira et al., 2017).

Si on considère une éradication des BRD, le plus haut gain de productivité serait obtenu dans le secteur boucher pour le compartiment « élevage – engraissement » avec une augmentation de 5.1% de la productivité soit un revenu additionnel d'approximativement 95.5 millions d'euros/an en France (Delabouglise et al., 2017).

### 3. Enjeux du diagnostic des BRD

Dans le contexte de la prise de conscience du développement de résistances et de la nécessité de diminuer la consommation des antibiotiques, les données et évolutions de cette consommation sont de la plus grande importance. En examinant les données sur les ventes d'antibiotiques en Belgique par rapport aux pays européens voisins (France, Luxembourg, Allemagne, Royaume-Uni, Pays-Bas) qui ont une structure d'élevage du bétail comparable,

l'utilisation des antibiotiques en Belgique reste haute et des réductions substantielles supplémentaires sont requises pour atteindre les mêmes niveaux. Par exemple, pour l'Allemagne, pays voisin de la Belgique qui la suit pour la vente annuelle d'antibiotiques, en 2017 il y a eu 89 mg/Population Correction Unit (PCU) contre 131.1 mg/PCU en 2017 en Belgique. La PCU prend en compte la population animale d'un pays sur un an et le poids estimé de chaque espèce animale au moment du traitement antibiotique.

Quand on compare les résultats atteints en 2019 et les trois cibles de réduction de l'AMCRA pour 2020, l'objectif de réduire l'utilisation des antibiotiques chez les animaux de 50% pour 2020 n'a pas encore été atteint. De plus, l'utilisation des produits « rouges », selon les classes de couleurs pour les antibiotiques de l'AMCRA, a augmenté pour une deuxième année consécutive (+ 8%) après une baisse pourtant très spectaculaire en 2016 et 2017 (Dewulf et al., 2020 ; European Medicines Agency, 2019).

L'utilisation prudente des antibiotiques est la pratique judicieuse, parce que cette utilisation est rentable tout en essayant de maximiser les effets thérapeutiques cliniques et minimiser à la fois la toxicité liée au médicament et le développement de la résistance aux antimicrobiens (WHO, 2001). Cette utilisation implique un diagnostic précis, une prescription d'antibiotiques de première intention efficaces à court terme et basée sur la sensibilité des agents pathogènes incriminés (Baptiste and Kyvsgaard, 2017 ; Berman et al., 2019).

Classiquement, les méthodes de diagnostic des BRD sont basées sur des observations de signes cliniques, donc sur l'examen général et l'examen spécial respiratoire. La clinique se caractérise par de la dyspnée, de la toux, du jetage nasal voire oculaire, divers degrés d'abattement, de l'anorexie / un faible score de remplissage du rumen, de la fièvre allant de 40 à 41°C, des indications d'une pneumonie à l'auscultation, et un degré variable de réponse au traitement (Constable et al., 2017; Ives and Richeson, 2015).

Bien que le diagnostic clinique puisse être fait rapidement pour des cas sévères ou avancés, il est plus difficile d'identifier les animaux nouvellement infectés, dans des stades précoces de la maladie. Le repérage de ces stades est un facteur critique pour la bonne prise en charge de ces pathologies. En effet, plus le traitement médicamenteux est mis en place tôt dans le processus pathologique, plus il sera efficace. Les retards dans la mise en place d'un traitement sont considérés comme des facteurs majeurs d'échec de traitement (Constable et al., 2017). Rademacher et al. (2014) poussent même plus loin l'idée de la précocité du diagnostic en évoquant l'importance d'une approche préventive : ils traitent de la nécessité d'une

reconnaissance aiguë des animaux à haut risque de subir des effets délétères sur leur santé tels qu'un retard de croissance, une rechute ou un échec de traitement, et la mort.

Le premier défi du vétérinaire face à ce complexe est de faire un diagnostic précis, aussi précoce que possible, en se basant sur les données cliniques et épidémiologiques récoltées en ferme. Cependant, faire la différence entre les diverses pathologies comprises dans ce complexe, en se basant sur les données cliniques peut être peu fiable (Constable et al., 2017). En effet, les signes typiques (par ex. la température rectale et l'altération de la fonction respiratoire) peuvent manquer de sensibilité et de spécificité. De plus, lors de cas subcliniques ou chroniques, les signes peuvent être frustrés voire absents alors que les lésions sont présentes et ralentissent la croissance de l'animal diminuant ainsi ses productions à bas bruit et augmentant les coûts liés à un état de production et de bien-être non optimal (Buczinski et al., 2013).

#### 4. Principaux outils diagnostiques

Chez l'humain, selon les guidelines cliniques, le « *gold standard* » pour le diagnostic d'une pneumonie en milieu hospitalier est la présence d'un infiltrat pulmonaire à la radiographie thoracique (Evertsen et al., 2010). Chez les bovins, l'usage de la radiographie est possible mais limité en général aux hôpitaux vétérinaires universitaires ou aux très grosses structures. De plus, les radiographies se réaliseront plus facilement sur de jeunes animaux, en vues latérales (Constable et al., 2017). Sur le terrain, on ne peut donc pas compter sur la radiographie pour nous aider dans le diagnostic précis des pathologies respiratoires. Quels sont alors les outils disponibles pour réaliser un diagnostic le plus juste possible ?

##### 4.1. La clinique

« Physical examination still have a future » : l'examen clinique a une grande place et depuis longtemps (aussi loin qu'Hippocrate) dans la médecine. Elle en est même l'un des piliers (Shellenberger et al., 2017). Cependant, dans le contexte des maladies respiratoires, la corrélation s'avère difficile à faire entre l'examen clinique général et l'auscultation respiratoire, qui déjà elle-même réclame du praticien une oreille aiguisée, du temps, et du silence. De nombreux supports audios existent afin de définir et caractériser les bruits respiratoires, permettant de se familiariser avec les bruits respiratoires et le lexique qui s'y rapporte (Ausmed Education, 2020).

Dans la plupart des études, les définitions des cas cliniques de BRD sont basées sur la décision de l'éleveur d'appliquer un traitement clinique. Les critères pour juger si un animal a besoin d'une intervention médicale peuvent varier entre les fermes en fonction de l'éleveur et, plus globalement entre les secteurs, en fonction de la valeur économique du bétail (Delabouglise et al., 2017).

Malgré la variabilité de présentations des BRD, l'examen clinique général et spécial respiratoire (auscultation / percussion) sont les méthodes les plus classiques utilisées pour identifier les bovins qui ont besoin d'un traitement. Les symptômes typiques à repérer sont les suivants :

- L'abattement ;
- La fièvre ;
- La toux ;
- Le jetage nasal et/ou oculaire qui sont normalement séreux et peu visibles. On cherche à caractériser la quantité et l'aspect de ces jetages ;
- Une respiration anormale avec une fréquence respiratoire en dehors des normes et un type respiratoire modifié. La norme comprend aussi une inspiration costale active et une expiration abdominale passive ;
- Une auscultation pulmonaire modifiée avec des bruits respiratoires diminués ou augmentés, et des bruits surajoutés de type râles, crépitements, etc...

En médecine humaine, les prédictors de pneumonies sont la dyspnée, la fièvre, la diminution des bruits respiratoires, les râles, les sifflements, une tachycardie et une tachypnée. La tachycardie, la dyspnée, le jetage muco-purulent, et les bruits respiratoires anormaux (râles et rhonchi) sont aussi des prédictors significatifs pour la prescription d'antibiotiques, le meilleur prédictor étant la présence de bruits respiratoires anormaux (Evertsen et al., 2010).

Les problèmes principaux qui se posent avec l'examen clinique général et l'auscultation / percussion thoracique sont leur reproductibilité et leur fiabilité (Wipf et al., 1999). En médecine vétérinaire ont été créés des « algorithmes cliniques » ou systèmes de scoring pour aider les éleveurs, mais aussi les praticiens et les chercheurs, à améliorer et standardiser l'identification des cas de BRD rapidement, sur le terrain, quotidiennement, et sans avoir besoin d'un matériel coûteux (Love et al., 2014).

Dans les systèmes de scoring, une valeur est attribuée à chaque signe clinique et celles-ci sont utilisées pour déterminer un score total qui correspondrait au risque ou à la probabilité que l'individu scoré (voire le groupe) soit malade. A notre connaissance, il en existe actuellement

cinq. Les deux scores les plus couramment utilisés sont, d'une part, le système de scoring développé par des vétérinaires de l'Université du Wisconsin à Madison (McGuirk, 2008) et, d'autre part, celui développé par des vétérinaires de l'Université de Californie à Davis (Love et al., 2014).

Le système du Wisconsin, la Calf Respiratory Scoring Chart (CHRC) (University of Wisconsin-Madison, 2013) comprend cinq signes : la température, la toux, le jetage nasal, le jetage oculaire et la position des oreilles. Ces signes sont scindés en plusieurs niveaux (normal, faiblement anormal, moyennement anormal ou sévèrement anormal). L'examen se réalise sur chaque veau présent dans un groupe  $\leq 20$  veaux. Les veaux qui ont un score  $\geq 5$ , ou qui ont deux ou plus de deux paramètres cliniques avec un score de 2 – 3, sont considérés comme ayant une BRD. Lorsque le groupe est plus grand, la procédure peut être modifiée (McGuirk and Peek, 2014).

Le système Californien (Love et al., 2014) avait pour objectif de créer un modèle plus simple, utilisant seulement la dichotomie des signes cliniques et évitant la manipulation des veaux. Trois systèmes sont ressortis de l'étude et tous avaient une excellente valeur d'accord avec le système du Wisconsin (valeurs  $\kappa$  de Cohen = 0.96 ; 0.94 et 0.92). Le système le plus simple, le BRD3, classifiait correctement 90.2 % des veaux.

Le dernier système de scoring en date est celui développé par Maier et al. (2019). Son intérêt est de comprendre la température ambiante comme un facteur d'ajustement du score et la température rectale comme une étape confirmatoire du score. Ces deux étapes augmentent la spécificité du modèle. La mise de côté volontaire de la température rectale permet d'éviter la manipulation des veaux et la mauvaise classification des veaux malades qui ont une température normale. En effet, la température ne resterait élevée que pour une courte période durant le développement des BRD, rendant ce signe clinique moins fiable. Dans ce système, seuls les veaux suspects doivent être manipulés pour prendre la température.

Une utilisation active de ces systèmes de scoring (recommandation de deux fois par semaine) améliorerait la détection précoce, monitorerait l'efficacité des traitements mis en place, et déterminerait quels veaux pourraient être sevrés évitant alors l'introduction d'animaux malades dans un lot d'animaux sains (McGuirk, 2008).

Si la reproductibilité de l'examen clinique semble assurée par ces systèmes, que pouvons-nous dire de la fiabilité des signes cliniques et de l'auscultation ? En effet, les symptômes sont subjectifs et leur perception varie fortement entre les observateurs, menant à de mauvaises

catégorisations des individus (sain vs. malade), des effets délétères sur le bien-être des animaux et à des traitements antibiotiques inutile. (Love et al., 2014).

Buczinski et al. (2016) rapporte une sensibilité (Se) et une spécificité (Sp) pour l'auscultation thoracique de 72.9% et 53.3% respectivement. Pour la Calf Respiratory Scoring Chart, Buczinski et al. (2015) calculent une Se et une Sp de 62.4% et 74.1% respectivement.

Les signes décrits ne sont pas très indicateurs pour diagnostiquer les pneumonies. Cependant, en combinaison, ils forment une règle de prédiction clinique et/ou un algorithme diagnostic. Ensemble ils ont une meilleure précision diagnostic mais leurs inconvénients sont le temps et leur reproductibilité. Leur utilité n'est cependant pas considérée comme nulle dans l'exclusion d'une pneumonie (Shellenberger et al., 2017).

#### 4.2. L'échographie

En routine, l'échographie est utilisée chez les bovins de manière occasionnelle pour investiguer les voies respiratoires hautes (notamment le larynx). Par contre, elle sera très utile pour évaluer l'intégrité pulmonaire (Babkine and Blond, 2009).

Que voit-on quand on réalise une échographie pulmonaire sur un individu sain ?

Commençons par le début : on peut constater en premier l'apparition d'une ligne hyperéchogène, qui « glisse » sur l'écran au rythme de la respiration. Il s'agit de la ligne pleurale, constituée des 2 plèvres (pariétale et viscérale), dissociables l'une de l'autre seulement en temps réel. Ce mouvement de « glissement » est ce que l'on nomme le « gliding sign » (Babkine and Blond, 2009 ; Kroegel, 2003). Sous cette ligne hyperéchogène, on pourra constater un artéfact de « réverbération », constitué d'une alternance de lignes hyperéchogènes et de zones anéchogènes à faiblement échogènes. Il est produit par le blocage de la progression des ondes échographiques par l'air. Ces 2 paramètres nous montrent l'existence d'un poumon normal, sain.

Quelles lésions sont visibles à l'échographie ?

Il y a les lésions pleurales :

- La plèvre peut être épaissie et/ou irrégulière,
- Il peut y avoir un pneumothorax, qui sera caractérisé par une image immobile avec des artéfacts de réverbération,
- Une effusion pleurale se caractérisera par la présence d'une plage plus ou moins anéchogène entre le poumon et la plèvre pariétale. On recherchera une effusion plutôt en partie thoracique ventrale. Elle peut parfois être localisée autour d'une lésion

pulmonaire, et, si elle ne s'accumule pas en partie thoracique ventrale, sera alors en général de faible quantité.

Les lésions pulmonaires : seules les lésions à la surface des poumons, proches de la plèvre viscérale, seront visualisables (Babkine and Blond, 2009 ; Ollivett and Buczinski, 2016).

- Les « masses » et/ou « nodules » : ils sont en fait des alvéoles remplies de liquide ou d'un matériel plus cellulaire (an- à hypo- échogène) voire des lobules consolidés. On les appelle des alvéologrammes. Ils peuvent représenter des petits abcès, des zones inflammées ou nécrosées, ou des métastases ;
- Les consolidations pulmonaires : le tissu pulmonaire apparaît hypoéchogène, ressemblant au parenchyme hépatique. On pourra y trouver des bronchoaérogrammes, petites bronches remplies d'air qui apparaissent hyperéchogènes et souvent associées à des queues de comètes distales, et des bronchogrammes liquidiens, structure tubulaire anéchogène avec une paroi hyperéchogène. On peut différencier les consolidations lobulaires et lobaires. Les petites zones discrètes de consolidations avec du poumon aéré autour plaident pour une consolidation lobulaire. Les consolidations en pleine épaisseur distalement desquelles on ne voit pas d'artéfact de réverbération plaideront, elles, pour des consolidations lobaires ;
- L'atélectasie : elle résulte de l'augmentation de la pression dans la cavité pleurale ou d'une incapacité du nouveau-né à déployer ses poumons. L'augmentation de la pression peut survenir à la suite d'une effusion pleurale, ou d'un pneumothorax (Babkine and Blond, 2009) ;
- Les artéfacts en « queues de comètes » et le syndrome pulmonaire interstitiel : ces artéfacts sont représentés par une alternance de lignes hyper- et an- échogènes à distances égales (Babkine and Blond, 2009). L'interprétation de ces queues de comètes est controversée : en retrouver quelques-unes sur une image semble être aspécifique, alors qu'un grand nombre d'entre elles, sur l'ensemble de la surface pulmonaire, indiquerait ce que l'on appelle un « syndrome interstitiel ». Selon l'étude de Buczinski et al. (2013), elles sont retrouvées chez les individus « témoins » et « cas ». Leur grand nombre ne doit donc pas être interprété systématiquement comme des lésions associées aux BRD. Selon Reißig and Kroegel (2003) en médecine humaine, la présence d'une multitude de ces artéfacts, distribués sur l'entièreté des poumons, en combinaison avec une ligne pleurale épaissie, irrégulière et fragmentée,

est fortement suggestive d'une pathologie pulmonaire diffuse interstitielle (Reißig and Kroegel, 2003).

Où sont localisées les lésions ?

Comme évoqué précédemment, les lésions de pneumonies alvéolaires sont généralement localisées au niveau des lobes crâniaux, et essentiellement au niveau du lobe crânial droit. Celui-ci est, le plus souvent, accessible échographiquement chez des animaux de moins de 6 mois (Ollivett and Buczinski, 2016).

Qu'en est-il de la sensibilité (Se) et de la spécificité (Sp) ?

Buczinski et al. (2016) rapportent une Se et Sp de 76.5% et 92.9% respectivement. Dans cette étude, comparée à l'auscultation, l'échographie est significativement plus spécifique ; il n'y a, par contre, pas de réelle différence pour la sensibilité. Les résultats pour la Se et Sp sont cohérents avec d'autres études telles que celle de Buczinski et al. (2015) qui notent une Se et une Sp de 79.4% et 93.9% respectivement.

Lorsque Buczinski et al. (2016) ajoutent l'échographie à l'auscultation, la probabilité calculée constatée qu'un veau ait réellement une broncho-pneumonie augmente de 33.2% à 80.7%.

L'échographie pulmonaire est une méthode qui présente beaucoup d'avantages : elle est non invasive, applicable en ferme (notamment avec une sonde rectale), elle permet la détection précoce et le suivi des lésions pulmonaires ainsi que de l'efficacité du traitement, et elle peut s'exécuter rapidement (Ollivett and Buczinski, 2016). L'ajout de l'échographie à l'auscultation améliore significativement la précision du diagnostic des broncho-pneumonies (Buczinski et al., 2016).

Le point critique majeur de cette méthode diagnostic est la maîtrise de la technique (Ollivett and Buczinski, 2016). Il faut aussi garder à l'esprit que l'échographie n'est pas un test parfait. Une mauvaise classification peut survenir pour des cas très précoces sans consolidation et pour des cas avec des lésions profondes entourées de poumon ventilé, produisant des cas faux négatifs. De plus, les lésions chroniques (fibrose) ou non liées à des BRD (atélectasie, néoplasme) peuvent être présentes, menant vers des animaux faux positifs (Buczinski et al., 2015).

### 4.3. Les lavages

#### 4.3.1. Différents types

Il existe 3 techniques de lavage des voies respiratoires basses chez les bovins :

- L'aspiration trans-trachéale (ATT) ;

- Le lavage broncho-alvéolaire (BAL) guidé par endoscopie ;
- Le lavage broncho-alvéolaire non guidé, à « l'aveugle ».

Ces méthodes sont très indiquées pour récolter du matériel cellulaire frais provenant directement des voies respiratoires basses. On peut alors réaliser sur notre prélèvement une virologie (par ex. Fluorescent Antibody Test, Polymerase Chain Reaction), une bactériologie (culture), qui sera beaucoup plus intéressante que sur un échantillon des voies respiratoires hautes, et un examen cytologique qui nous donnera des informations sur le stade et le type du processus inflammatoire en place (Caldow, 2001).

#### 4.3.2. Le Lavage Broncho-Alvéolaire

Pourquoi ce choix ?

Le BAL est considéré comme une technique sécurisée et répétable pour étudier les voies respiratoires basses chez la vache (Prohl et al., 2014). Il peut être réalisé par le biais ou non d'un endoscope. L'avantage, quand on utilise l'endoscope, est que l'on peut se diriger vers les zones pulmonaires qui semblent les plus lésées. En effet, lorsque l'on réalise un BAL sans endoscopie, cet examen se déroule « à l'aveugle » et on ne sait donc pas si on prélève les zones d'intérêt. Van Driessche et al. (2016) nous montre que, sans endoscope, les différentes parties des poumons (dorso-caudale, ventro-caudale, dorso-crâniale et ventro-crâniale) sont échantillonnées de manière aléatoire avec, chez un veau non sédaté, une probabilité à peu près égale pour chaque partie du poumon d'être échantillonnée.

Les désavantages du BAL guidé par l'endoscope sont : la nécessité de désinfecter l'endoscope entre chaque cas, le coût élevé de l'équipement et le risque de dommages lorsqu'on l'utilise en ferme, mais aussi sa faible praticité sur le terrain. Le BAL non guidé vient répondre à ses désavantages. Effectivement, on peut l'utiliser en ferme, en « *single use* », les cathéters sont en général peu coûteux et on peut les fabriquer soi-même. On peut également les stériliser et les réutiliser rendant l'échantillonnage sur un nombre d'animaux représentatif de la population concernée, en un temps limité, possible (Van Driessche et al., 2016).

Comment le réaliser ?

Une contention ferme de l'animal est nécessaire. La narine dans laquelle le cathéter va être inséré est désinfectée avec une compresse alcoolisée. Le cathéter est inséré dans la narine et dirigé vers le méat ventral des cavités nasales. Il bloquera en premier lieu au carrefour entre les voies respiratoire et digestive. A cet endroit, la tête doit être bien étendue vers l'arrière et le cathéter fera des mouvements de « va et vient » jusqu'à ce qu'il passe dans la trachée. On

pourra alors sentir le cathéter buter sur les anneaux de la trachée et/ou le veau toussera et tirera la langue. Le cathéter sera avancé jusqu'à ce qu'il bloque à nouveau. On instillera une certaine dose de solution saline 0.9% que l'on récupérera directement. La récupération d'un liquide trouble, et mousseux sur le dessus, nous indiquera la bonne qualité de notre prélèvement (Constable et al., 2017; McGuirk and Peek, unpublished data).

La dose de liquide instillée aux animaux pour le lavage varie en fonction des études. Pour Bohn and Callan (2007), 30 mL de Ringer Lactate ou NaCl 0.9% seraient suffisant, et il faudrait au moins 180 mL chez les adultes (Abutarbush et al., 2019 ; Bohn and Callan, 2007). La procédure, écrite par McGuirk S. M. and Peek S. F. de l'Université du Wisconsin – Madison, conseille deux fois 120 mL en deux aliquots de 60 mL chacun pour des veaux, et deux fois 240 mL en aliquots de 60 mL pour des adultes. La même procédure est appliquée par (Ollivett et al., 2015). Van Leenen et al. (2020) propose la dose de 0,6 mL/kg.

La sédation de l'animal lors du BAL est aussi un sujet controversé. Malgré le fait que la sédation soit bénéfique pour le confort du praticien mais aussi celui du veau, elle cause systématiquement (100%) un échantillonnage des parties caudo-dorsales des poumons. Ces dernières sont les moins affectées en termes lésionnelles et donc les moins intéressantes à échantillonner pour l'isolement des agents pathogènes responsables mais aussi pour la caractérisation de l'inflammation (Van Driessche et al., 2016). Chez les individus sains, la question ne se pose pas : il y a peu de variations dans les constituants du fluide de BAL entre les lobes pulmonaires. Par contre, chez les individus atteints d'une BRD, il est moins probable que ça soit le cas ; les découvertes dans le fluide de BAL ne seraient pas extrapolables à tout le poumon. Échantillonner le lobe crânio-ventral droit maximiserait alors la sensibilité de la procédure pour détecter des anomalies du tractus respiratoire inférieur (Allen et al., 1992b).

#### 4.3.3. Le diagnostic étiologique

Les lavages (ATT ou BAL) sont des procédures qui sont plus invasives et exigeantes techniquement que le swab nasopharyngé. Ils permettent malgré tout de collecter du matériel qui peut subir un large spectre de procédures diagnostiques, et qui est plus représentatif des atteintes pulmonaires que le matériel présent dans les voies respiratoires hautes (Constable et al., 2017). Beaucoup de tests sont en effet disponibles pour détecter les agents pathogènes impliqués dans la pathologie respiratoire qui sévit :

- La culture microbienne, dont les grands avantages sont de pouvoir détecter des bactéries sans devoir fournir au départ un diagnostic étiologique précis (difficile dans

le cas des BRD (Constable et al., 2017)), ainsi que de réaliser un antibiogramme permettant de connaître la sensibilité de la bactérie cultivée ;

- La culture enrichie avec antibiogramme qui permet de cultiver des espèces bactériennes exigeantes telles que les *Mycoplasma*, et de connaître la sensibilité de la bactérie ;
- La PCR voire qPCR qui permet de détecter rapidement de multiples agents pathogènes, et avec une quantification relative ;
- Le séquençage de prochaine génération (NGS) ou de 3<sup>ème</sup> génération dont la principale qualité est de pouvoir détecter simultanément tous les pathogènes présents sans sélection préalable du(des) pathogène(s) à rechercher.

La gestion de l'utilisation raisonnée des antibiotiques semble être régie par les résultats de ces analyses de laboratoire. Cependant, certaines limites contraignent le praticien dans sa pratique. En effet, quel praticien n'a pas déjà rencontré des difficultés pour interpréter les résultats de ces analyses et pour faire le lien avec la clinique ? De plus, par rapport à une décision empirique, il semble y avoir peu d'informations sur la différence engendrée par l'utilisation systématique de tests de laboratoire, en particulier l'antibiogramme, sur le choix de l'antibiotique de première intention (Pardon and Buczinski, 2020).

#### 4.3.4. L'examen cytologique

Les informations fournies par l'évaluation d'un prélèvement cytologique peuvent aider à se diriger vers d'autres tests diagnostiques directement, à déterminer la meilleure option de traitement et le pronostic de l'animal. Peu importe qui évalue l'échantillon, la meilleure façon d'obtenir des informations diagnostiques utiles d'un prélèvement de cellules est d'être sûr de la qualité de notre échantillon et de sa conservation (Bohn and Callan, 2007).

Premièrement, lorsqu'on collecte un fluide cellulaire comme le fluide de BAL, il faut mettre celui-ci dans un tube avec de l'acide éthylène-diamine-tétra-acétique (EDTA) qui est bactériostatique, prévient la formation du caillot, et préservera les cellules (Bohn and Callan, 2007). L'échantillon frais de fluide broncho-alvéolaire doit être traité dans les deux heures qui suivent la collection ou réfrigéré jusqu'à ce qu'il soit traité (McGuirk, 2008). En effet, si l'analyse est directe, on peut garder l'échantillon à température ambiante. Si on l'analyse après 30 – 60 minutes, il faut le conserver à 4°C (sur glace). Il pourra attendre plus de 24 heures s'il est centrifugé, dans un milieu nutritif et conservé à 4°C (Meyer et al., 2012).

Deuxièmement, lorsque l'on réalise les lames, il faut les faire sécher à l'air libre et à température ambiante. Une fois sèches, on les préservera de la lumière, de la poussière et des éventuels traumatismes, dans une boîte (Bohn and Callan, 2007).

L'idéal est de réaliser des lames au moment même du prélèvement, surtout si l'on sait que le prélèvement va attendre plus d'une heure avant l'analyse. Si le fluide de BAL n'est pas traité rapidement, les cellules peuvent se détériorer. Les lames « fraîches » sont utiles pour aider à déterminer s'il y a une contamination par du sang ou des bactéries, ou si ces substances résultent d'un processus pathologique. En effet, les cellules phagocytent encore les contaminants lorsqu'elles sont dans le tube ; la contamination peut alors apparaître comme étant un processus pathologique si le traitement du prélèvement est retardé. Lors de la contamination bactérienne d'un échantillon, les lames fraîches nous montreront seulement des organismes extra-cellulaires de types variés et des neutrophiles non dégénérés. Si on trouve des bactéries intra- et extra-cellulaires ainsi que des neutrophiles dégénérés, c'est indicatif d'un processus septique. Si aucun micro-organisme n'est présent, une culture peut être réalisée pour confirmer l'origine aseptique du liquide prélevé (Bohn and Callan, 2007).

La première donnée récoltée lors d'une analyse cytologique du fluide de BAL est le comptage cellulaire total. Cependant, cette donnée semble peu fiable et très variable pour en tirer des conclusions. En effet, de grandes différences sont notifiées entre les études. Cela peut être dû à la variation dans la méthode de collecte, les volumes instillés et récupérés, et le nombre d'aliquots (Abutarbush et al., 2019).

L'intérêt se porte plutôt sur l'identification de rapports entre les différentes cellules inflammatoires. La cellule inflammatoire prédominante chez un animal sain dans le fluide de BAL est le macrophage. On peut aussi retrouver des neutrophiles et quelques lymphocytes. Le rapport moyen macrophages/neutrophiles dans le fluide de BAL de veaux sains est de 9/1 (Bohn and Callan, 2007). Ces données sont cohérentes avec plusieurs études notamment celle de Abutarbush et al. (2019) qui notent les proportions cellulaires suivantes : 94.3% ( $\pm 3.9$ ) de macrophages, 4.3% ( $\pm 3.9$ ) de neutrophiles, 1.3% ( $\pm 1.2$ ) de lymphocytes, et de rares éosinophiles. Selon McGuirk (2008), un abaissement disproportionné des macrophages (< 61%) ou une élévation des neutrophiles (> 39%) prouveraient la présence d'une réaction inflammatoire, avec ou sans culture positive. Le plus fréquemment, les études déterminent un seuil de neutrophiles entre 10 et 40% pour parler d'un BAL positif pour les BRD. Cependant, des études doivent encore être menées pour établir un seuil précis. En effet, les plus hautes

sensibilité et spécificité du BAL déterminées par Ollivett et al. (2015) de 81% et 75% respectivement, étaient associées à un seuil de neutrophiles  $\geq 4\%$ .

Chez l'individu présentant une BRD, les rapports cellulaires changent. Allen et al. (1992b) montrent qu'il y a une différence significative dans les taux de macrophages et de neutrophiles entre les individus « contrôles » et « cas respiratoires ». Les « contrôles » montrent une plus grande proportion de macrophages alors que les « cas » montrent une plus grande proportion de neutrophiles. Ils démontrent qu'il existe une corrélation négative très forte entre les proportions de macrophages et de neutrophiles. De plus, les macrophages sont positivement associés avec les « contrôles » alors que les neutrophiles sont positivement associés avec les « cas respiratoires ».

L'accumulation de neutrophiles dans le poumon fait partie de la réponse initiale à l'agression du poumon. Peu importe la raison pour laquelle les neutrophiles augmentent, ce sera indicatif d'une inflammation (Allen et al., 1992b; Bohn and Callan, 2007). Si les neutrophiles sont dégénérés, on peut suspecter un processus septique. L'augmentation des macrophages nous fera plutôt penser à une inflammation chronique (Bohn and Callan, 2007).

Les macrophages peuvent aussi contenir des érythrocytes ou de l'hémosidérine qui seront les indicateurs d'une hémorragie ante-mortem (Bohn and Callan, 2007; Meyer et al., 2012).

La présence d'éosinophiles supérieure à 1% suggère une pneumonie parasitaire ou un processus à médiation immune (Bohn and Callan, 2007).

Des cellules épithéliales respiratoires ciliées peuvent aussi être présentes : ce sont des cellules cuboïdes ou en colonne avec un noyau basal, et souvent une rangée de cils éosinophiliques au pôle apical. Une hyperplasie de cette population est observée lors d'une irritation ou d'une inflammation chronique. Dans le fluide de BAL on peut aussi retrouver un matériel protéique de couleur violette – magenta : il s'agit de mucus (Bohn and Callan, 2007).

Un résumé des types cellulaires que l'on peut rencontrer dans un fluide de BAL est fourni en annexe (**Tableau 2**).

#### 4.4. Le diagnostic post-mortem

Depuis la fin des années 90, Rabeling et al. (1998) proposent l'autopsie et les tests diagnostiques post-mortem comme tests « *gold standard* » pour diagnostiquer les BRD. L'autopsie a été utilisée par Ollivett et al. (2015) et Rabeling et al. (1998) pour évaluer les sensibilités et spécificités de l'échographie thoracique pour le diagnostic des BRD. Ils ont notifié, respectivement, des sensibilités de 86 et 94%, et des spécificités de 98 et 100%.

## 5. Objectifs du travail

Ce travail se propose de comparer (avantages et limites) les trois grandes techniques de diagnostic décrites précédemment en les appliquant de manière simultanée sur 22 cas référés au Pôle Ruminants de la Faculté de Médecine Vétérinaire.

## 6. En pratique

### 6.1 Matériel et méthodes

Cette recherche se base sur le schéma d'une étude transversale de prévalence ou « *Cross-sectional study* ». Elle a été conduite entre Janvier et Juin 2020 sur 22 veaux de 1 à 5 mois, de race Blanc-Bleu-Belge (14/22), Pie-Noir Holstein (7/22) et Blond d'Aquitaine (1/22). Ils provenaient de fermes en Wallonie (Belgique) et ont été soit amenés au Pôle Ruminants – Porcs de la Clinique Universitaire, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, soit vus *in situ* en ferme. Les femelles représentaient 77.3% (17/22) de la population et les mâles 22.7% (5/22). La moyenne d'âge des veaux était d'environ 2 mois et 2 semaines. Le poids moyen des veaux était de 73 kg. Les différents motifs de consultation sont les suivants :

- 31.8% des veaux (7/22) venaient pour motif « Locomoteur »
- 9.1% (2/22) venaient pour motif « Digestif »
- 45.45% (10/22) venaient pour motif « Respiratoire »
- 4.5% (1/22) venaient pour motif « Urinaire »
- 4.5% (1/22) venaient pour motif « Neurologique »
- 4.5% (1/22) venaient pour motif « Etat Général »

Le signalement ERSATERM (Espèce – Race – Sexe – Âge – Poids – Etat du poil – Robe – Boucle) de chaque veau a été réalisé. Le gain quotidien moyen (GQM) a été calculé pour chaque veau. Un examen à distance pour évaluer le comportement, le psychisme, la démarche et l'état d'embonpoint a été réalisé. L'examen général a ensuite été effectué pour évaluer la température rectale (normes de 38,5 – 39,5°C) et des extrémités (froides – tièdes – chaudes) ; les fréquences cardiaque (normes de 80 – 120 battements par minute) et respiratoire (normes de 20 – 50 respirations par minute) ; le pouls (faible, affaibli, PRESS, bien pulsé, frappé) ; l'état d'hydratation (pli de peau inférieur, égal ou supérieur à 2 secondes) ; la vascularisation périphérique par la taille (augmentée, normale ou diminuée) et le nombre (inférieur, égal ou supérieur à 3) des capillaires de la sclère, les muqueuses (roses, pâles, congestives, cyanosées, ictériques) et le temps de remplissage des capillaires (inférieur, égal ou supérieur à 2

secondes) ; et la taille des ganglions sous-maxillaires, pré-scapulaires et pré-cruraux (normaux ou augmentés).

Un examen spécial respiratoire a ensuite été conduit pour évaluer le type de respiration (costo-abdominale, costale ou abdominale) ; caractériser les bruits respiratoires classiques (normaux, diminués, augmentés ou absents) et les bruits surajoutés ; regarder la présence d'un écoulement nasal et/ou oculaire et le caractériser ; évaluer et caractériser une éventuelle toux. Un score entre 0 et 3 a été attribué à chaque animal. Lorsque ce dernier présentait une fréquence respiratoire supérieure à 50, le score attribué était de 1. Si, à l'auscultation, les bruits respiratoires étaient augmentés ou des bruits surajoutés étaient présents, le score attribué était de 2. Le score de 3 était attribué aux animaux pour lesquels autant la fréquence respiratoire que l'auscultation étaient modifiées.

Le système de scoring de la santé respiratoire du veau de l'Université du Wisconsin a ensuite été utilisé et un score a été assigné à chaque veau. Les veaux avec un score total respiratoire supérieur à ou égal à 5 ont été considérés comme ayant une pathologie respiratoire. (McGuirk, 2008)

Après l'examen clinique, une échographie thoracique (Mindray DP-50 Vet Portable Ultrasound System) à l'aide d'une sonde convexe (Mindray Convex Ultrasound Transducer 35C50EA 2.0 à H6.0 MHz) a été réalisée. Tous les espaces intercostaux, à droite comme à gauche et sur tout leur long, ont été observés. Les objectifs de l'échographie étaient alors de localiser les lésions dans les poumons droit et gauche, quantifier les modifications en « queues de comètes », délimiter et mesurer les zones d'hépatisation présentes, et de délimiter et caractériser les éventuelles zones d'épanchement pleural. La planche anatomique 412 (Barone, 2000) de la « Topographie des Poumons et des Plèvres du Bœuf » a été utilisée comme base pour annoter les différentes lésions visibles à l'échographie (**Schéma 1**). Les lésions ont été classées en trois régions :

- Antéro-ventrale, couvrant anatomiquement le lobe crânial droit et la partie crâniale du lobe crânial gauche ;
- Moyenne, représentée anatomiquement par le lobe moyen droit et la partie caudale du lobe crânial gauche ;
- Caudo-dorsale, représentée anatomiquement par les lobes caudaux droit et gauche.

Un score de sévérité a ensuite été attribué aux lésions présentes dans chacune des régions. Lorsqu'une lésion d'un certain grade était présente dans une région, même si elle était seule et peu importe sa taille et son étendue, la région a quand même été considérée comme positive.

De plus, l'attribution d'un score de sévérité plus élevé n'excluait pas la présence de lésions moins sévères dans la région concernée. Dans le tableau final de mise en relation des résultats des différents moyens diagnostics, le score attribué au veau est le score maximum observé dans les poumons. Le système de scoring de la sévérité des lésions pulmonaires à l'échographie est présenté dans le **tableau 3**.

Ensuite, le fluide de BAL a été récolté sur chacun des veaux pour un examen cytologique. Après la désinfection d'une narine avec une compresse alcoolisée à l'éthanol 70%, un cathéter de BAL a été introduit dans cette narine et passé dans le méat ventral. Il a continué de progresser dans le larynx et la trachée, puis a fini par s'arrêter dans une bronche. A ce moment, 30 mL de solution saline stérile 0,9% ont alors été instillés puis récupérés. Le fluide de BAL a été préservé dans un à deux tubes EDTA et placé au frigo si l'analyse n'était pas réalisée dans les deux heures suivant la récolte. Le fluide de BAL a ensuite été centrifugé et placé sur deux à quatre lames grâce à un cytopspin (Thermo Scientific™ Cytospin™ 4). Une à deux lames pour chaque cas ont été colorées au Diff-Quick®, et la ou les deux dernières au May-Grünwald-Giemsa®. Chaque lame a été observée au microscope. Certaines lames étant moins exploitables que d'autres (essentiellement à cause de la faible quantité de cellules présentes), 2 lames ont été choisies pour chaque cas répondant aux critères suivants : « présence de cellules sur au moins 25% du champ au grossissement x10 » et « concentration de coloration permettant de distinguer correctement les cellules ».

En fonction des données récoltées pour chaque cas, une interprétation de l'examen général et l'attribution d'un score final pour chaque examen complémentaire (CHRC, Echographie et BAL) ont été réalisées.

## 6.2. Résultats

Les animaux « positifs » pour un retard de croissance (15/22) correspondaient à ceux qui avaient un GQM inférieur à 0.64 kg/jour. Cette valeur a été choisie à partir de la valeur la plus basse du GQM optimale : 0.8 kg/jour. Etant donné que les veaux n'ont pas tous pu être pesés ou que leur âge était parfois approximatif, nous avons utilisé un facteur de sécurité de 20%.

L'examen général ne pouvait pas être résumé de « positif » ou « négatif ». Il a donc été caractérisé en fonction d'interprétation des données :

- Les animaux « Normal » (12/22) avaient un examen général dans les normes,
- Les animaux en « Choc » (4/22) avaient une température de 36.9°C à 38.7°C ; des extrémités froides, tièdes ou chaudes ; une bradycardie ou une tachycardie ; un pouls

faible ou frappé ; un pli de peau de 3 – 4 secondes ; les capillaires de la sclère augmentés ; des muqueuses pâles, roses ou congestives ; et un TRC  $\leq 2$  ou de 3 secondes,

- L'animal « Maigre » (1/22) avait un score corporel mauvais et était positif pour un retard de croissance,
- Les animaux « Hyperthermie » (3/22) présentaient une température de 39.7°C à 40°C ; des extrémités froides ou tièdes ; une fréquence cardiaque de 88 à 128 bpm ; sans autres modifications notables,
- L'animal « Déshydratation » (1/22) présentait une température de 38.3°C ; les extrémités tièdes ; une fréquence cardiaque de 120 bpm ; un pouls frappé ; un pli de peau de 4 secondes ; et des muqueuses roses,
- L'animal « Cardiaque » (1/22) était mince ; présentait une température de 38.6°C ; des extrémités chaudes ; une fréquence cardiaque de 152 bpm avec un souffle ; un pouls faible ; un pli de peau < 2 secondes ; des capillaires de la sclère augmentés ; des muqueuses congestives ; et un TRC de 2 secondes.

L'examen spécial était « positif » (10/22) quand l'animal présentait un score supérieur à 0. Le score de la santé respiratoire des veaux (CHRC) était « positif » (5/22) lorsque supérieur ou égal à cinq. L'échographie était considérée « positive » (14/22) lorsque le score attribué aux lésions était supérieur à deux. Le BAL était considéré « positif » (12/22) lorsque le pourcentage de macrophages était inférieur à 61%.

**Tableau 4** : Résumé des différents outils diagnostiques et présentation de leur score de sévérité attribué selon des critères définis.

N°	Boucle SANITEL	Retard croissance	Examen général	Examen spécial	CHRC	Echo	BAL
1	BE263613861	1	Normal	3	0	3	0
2	BE664091938	1	Choc	3	0	2	0
3	BE861602972	1	Maigre	0	0	1	0
4	BE161632357	0	Choc	0	0	1	0
5	BE863596264	1	Hyperthermie	0	1	3	1
6	BE361586073	0	Déshydratation	2	0	3	1
7	BE361956857	1	Hyperthermie	0	1	3	1
8	BE...1065	1	Normal	0	1	3	1
9	BE...1049	1	Choc	0	0	3	1
10	BE...1077	1	Normal	2	0	3	0
11	BE262564629	0	Normal	3	0	3	0
12	BE263929048	0	Normal	0	0	2	0

13	BE...3020	0	Normal	1	1	3	1
14	BE463532096	0	Choc	0	0	3	0
15	BE261953496	1	<b>Hyperthermie</b>	0	1	1	1
16	LU918029135	0	Cardiaque	1	0	3	0
17	BE163582684	1	Normal	1	0	3	1
18	BE962575553	1	Normal	0	0	3	1
19	BE262575551	1	Normal	0	0	1	1
20	BE262575550	1	Normal	1	0	3	1
21	BE262575548	0	Normal	1	0	2	0
22	BE062575549	0	Normal	0	0	2	1

Dans ce tableau, les cas « positifs » sont représentés par un score supérieur à 0 et/ou par une couleur jaune, orange ou rouge ; les cas « négatifs » sont représentés par un score de 0 et de la couleur verte. Les couleurs jaune et orange, ainsi que les score associés (1,2 ou 3) représentent des niveaux de sévérité croissants.

### 6.3. Discussion

Le premier élément marquant quand on regarde le tableau 4 est qu'en dehors de quelques veaux sans atteinte pulmonaire (3/22), aucun des veaux ne montre une cohérence pour les 4 tests spécifiques des atteintes respiratoires (Examen spécial, CHRC, Echographie, BAL). Cet élément démontre la complexité du diagnostic des BRD en médecine bovine. Une interprétation clinique de tous ces éléments est donc nécessaire pour chaque cas examiné.

L'échographie apparaît dans notre étude comme le test le plus sensible pour dépister la présence de lésions pulmonaires. Il est d'ailleurs considéré comme le mieux corrélé avec l'autopsie (Ollivett et al., 2015 ; Rabeling et al., 1998). De plus, par le biais d'une échographie de suivi périodique des veaux malades, on pourrait suivre l'évolution du traitement et évaluer le pronostic des cas (Hussein et al., 2018). Cependant, une des limites de cet outil diagnostique réside dans le fait qu'il ne pourra diagnostiquer que des lésions sous-pleurales. Selon Ollivett et al. (2015), les lésions les plus manquées sont localisées dans les portions dorso-caudales et/ou médiales des poumons. De plus, l'échographie n'est qu'indicatrice de l'incidence cumulative d'épisodes de BRD, et qu'à ce jour, très peu de travaux ont été dirigés pour différencier les lésions aiguës et chroniques à l'échographie (Buczinski et al., 2018). La grande sensibilité de cet outil diagnostique est un avantage. Cependant, la réalisation de ce travail nous a montré qu'un apprentissage de l'interprétation des images échographiques pulmonaires est nécessaire avant d'utiliser de manière adéquate cet outil. De plus, cette étude nous a montré que tous les veaux étudiés présentaient des modifications pulmonaires. Elle pose donc la question d'un seuil à partir duquel les modifications doivent être considérées comme significatives. Cette question aurait pu être traitée si une autopsie systématique des veaux étudiés avait pu être réalisée. Une étude

permettant d'établir un seuil d'interprétation des lésions échographiques serait utile pour éviter le sur-diagnostic de maladies respiratoires et standardiser l'interprétation de l'échographie pulmonaire.

Les résultats du lavage broncho-alvéolaire semblaient moyennement corrélés avec les résultats de l'échographie. La cohérence maximum est atteinte pour 64% des veaux (14/22) quand on considère que seuls ceux présentant un score de 3 sont positifs. La principale cause d'incohérence entre le BAL et l'échographie est l'aspect aléatoire de la zone de prélèvement. Or les lésions pulmonaires sont le plus souvent très localisées chez les bovins. Il se peut donc qu'une zone inflammatoire soit visible à l'échographie mais que le BAL prélève une zone saine. Il faut également rappeler qu'une zone inflammatoire profonde n'entretenant pas la surface des poumons pourrait être non détectable à l'échographie.

L'examen clinique et l'examen spécial du système respiratoire font partie du savoir-faire du médecin vétérinaire. Ils sont très importants à réaliser pour avoir une représentation globale des cas rencontrés. Cependant, l'examen clinique seul n'est pas suffisamment précis pour confirmer ou exclure un diagnostic de pneumonie. L'examen pulmonaire a, au mieux, une habilité modérée à prédire la présence d'une pneumonie et est interprétée de manière inconstante, même pour des examinateurs experts (Wipf et al., 1999). En effet, selon Buczinski et al. (2016), la sensibilité et spécificité de l'auscultation thoracique sont de 72.9% (50.1 – 96.4%) et 53.3% (43.3 – 64%) respectivement pour le diagnostic des broncho-pneumonies. Peut-être ne faut-il donc pas attendre que l'examen clinique et l'auscultation nous donnent la réponse pour un diagnostic précis. Cependant, il faut garder en tête qu'ils peuvent nous diriger vers le bon diagnostic. Al-Mulhim et al. (1998) nous partage sa vision « prédictrice » de l'examen général en médecine humaine. En effet, il nous montre que certains signes cliniques (tels qu'une température au-dessus des normes, un pouls élevé, la présence de râles, et une diminution locale des bruits respiratoires) augmentent significativement et indépendamment la probabilité que le patient ait une pneumonie. Pour le système de scoring du Wisconsin, nous avons pris comme seuil, pour définir un cas « positif », un score supérieur à 4. Comme il est décrit par McGuirk (2008) et McGuirk and Peek (2014), un score seuil supérieur ou égal 4 permet de signaler les individus à surveiller. Un score plus sévère supérieur ou égal 5 indique des individus atteints de BRD qui nécessitent d'être traités. Dans cette étude, si l'on n'incluait pas la température dans le système de scoring, seulement 2 veaux (numéros 5 et 15) sur les 22 étaient « positifs ».

Dans ce système de scoring, la température est un élément clé qui peut faire basculer un cas « négatif » en « positif », et vice versa.

Les températures sont pondérées comme suit :

<b>Températures (°C)</b>	37.8 – 38.2	38.3 – 38.8	38.9 – 39.3	≥ 39.4
<b>Scores</b>	0	1	2	3

Dans la littérature, les 2 systèmes de scoring ont des spécificités significativement différentes, 87.4% pour le système californien et 91.2% pour le système du Wisconsin. Ceci est probablement attribuable au fait que le système du Wisconsin sépare chaque signe clinique en différents niveaux de sévérité par rapport à la dichotomie normale/anormale du système Californien, réduisant la probabilité de faux-positifs surtout sur des veaux avec des signes cliniques légers (Love et al., 2016). Malgré tout, comparé aux divers travaux qui érigent ces systèmes comme des moyens de diagnostic précoce et de suivi des animaux suspects de BRD, ce système de scoring nous est apparu très peu sensible. Un biais de l'étude sur l'utilisation de ce scoring était que les veaux ont été manipulés avant l'attribution du score ce qui peut engendrer, suite au stress, une modification transitoire de la posture du veau. Cependant, ce résultat est corrélé avec celui de Hussein et al. (2018) qui nous rapportent que les scores cliniques, déterminés avec le système du Wisconsin, étaient faiblement corrélés avec les scores utilisés pour les lésions échographiques. Selon eux, les signes cliniques respiratoires diminuent ou disparaissent alors que les lésions échographiques sont toujours présentes, ce qui pourrait expliquer ces résultats.

L'étude présente une multitude de biais sur la systématisation de la procédure. En effet, les observateurs pouvaient varier d'un cas à l'autre, mais aussi d'une procédure à l'autre pour le même cas. De plus, aucun intervenant n'était réellement en « aveugle ». Ceci était cependant une décision afin de, non seulement coller à la réalité du terrain et de la pratique, mais aussi que les observateurs puissent se concentrer, lors de l'examen échographique, sur les zones de lésions repérées à l'auscultation. La limite de l'examen échographique que nous avons rencontré dans cette étude, est la nécessité d'une certaine technicité. En fonction de l'expérience de l'examineur, les lésions ont alors pu être sous- ou sur- interprétées.

## 7. Conclusions et perspectives du travail

Alors que l'examen clinique nous apportent une prédiction de pathologies respiratoires, l'échographie nous donne l'occasion de visualiser et caractériser, par leur nombre et leur étendue, les lésions pulmonaires. Elle est donc un outil très utile pour le diagnostic précis des BRD, la prise de décision thérapeutique, le suivi de l'évolution des cas, ainsi que pour déterminer un pronostic. L'examen cytologique du fluide de lavage broncho-alvéolaire offre de belles promesses pour le progrès sur le diagnostic et la prise en charge des maladies respiratoires bovines. Il est cependant limité par la localisation pulmonaire aléatoire de l'échantillonnage.

Des études supplémentaires plus systématiques et précises sont nécessaires pour étudier, notamment l'intérêt de la cytologie, mais aussi pour distinguer les lésions aiguës des lésions chroniques à l'échographie. Les recherches futures devraient intégrer le diagnostic *post-mortem* comme « *gold standard* », à travers l'autopsie et l'histopathologie.

Ce travail n'aura pas apporté de résultats statistiques réellement intéressants mais aura cependant permis aux observateurs une grande progression de leur savoir et de leur technique.

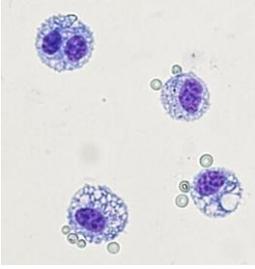
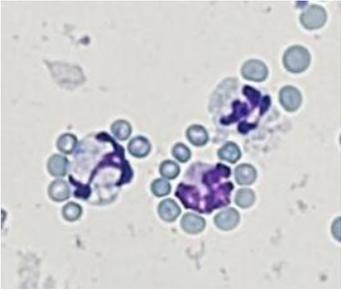
## 8. Annexes

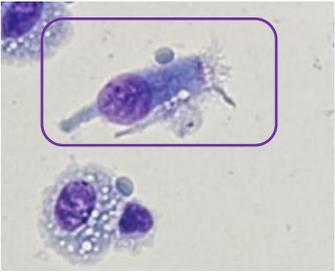
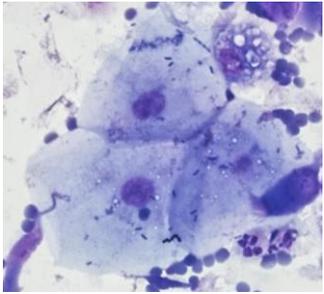
**Tableau 1** : Principaux agents étiologiques impliqués dans les Bovine Respiratory Diseases  
(selon *Constable et al. 2017*)

<b>Virus</b>	<b>Bactéries</b>	<b><i>Mycoplasma</i> spp.</b>	<b>Etiologies inconnues / incertaines</b>	<b>Parasites</b>
Bovine Herpesvirus - 1 (BHV-1)	<i>Mannheimia haemolytica</i>	<i>Mycoplasma bovis</i>	Atypical Interstitial Pneumonia	<i>Dictyocaulus viviparus</i>
Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV)	<i>Pasteurella multocida</i>	<i>Mycoplasma mycoides</i>		
ParaInfluenza - 3 Virus (PI – 3V)	<i>Histophilus somni</i> ( <i>Haemophilus somnus</i> )	<i>Mycoplasma bovirhinis</i>		
Bovine Virus Diarrhea Virus (BVDV)		<i>Mycoplasma dispar</i>		
Bovine CoronaVirus (BoCV)		<i>Ureaplasma diversum</i>		
Bovine AdenoVirus (BAV)				

**Tableau 2** : Tableau récapitulatif des différents types cellulaires présents dans un fluide de BAL, description de leur apparence au microscope et de leurs proportions.

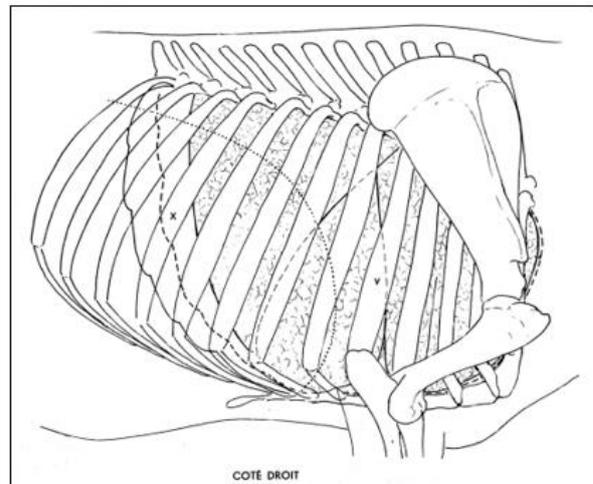
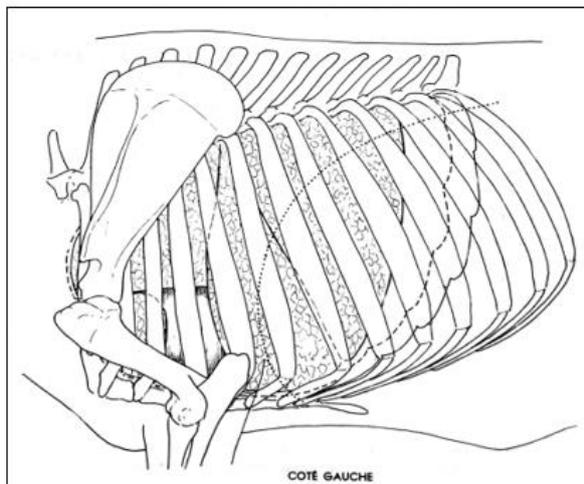
Réalisé avec les données de *Abutarbush et al. (2019)* ; *(Allen et al., 1992b)* ; *(Ollivett et al., 2015)*

Type cellulaire	Description de l'apparence	Proportion chez l'individu sain
<p><u>Macrophages</u></p> 	<p>Variables en taille</p> <p>Souvent bi-, tri- ou multi-nucléés</p> <p>Cytoplasme abondant et ± vacuolé, à bords irréguliers, contenant parfois des granules, débris cellulaires, bactéries ou pollens</p> <p>Quelques figures de mitoses possibles</p>	90%
<p><u>Neutrophiles (PMNn)</u></p> <p>Morphologie hautement variable</p> 	<p>INDIVIDU SAIN</p> <p>Normalement segmentés, non vacuolés</p> <p>Non-dégénérés</p> <p>Similaires à ceux dans la circulation</p>	10%
	<p>BRD</p> <p>Dégénérés souvent accompagnés de PMNn</p> <p>peu segmentés, à cytoplasme vacuolé et présentant des granules</p>	10 – 40 %
<p><u>Lymphocytes</u></p>	<p>Petits noyaux ronds centraux ou excentrés avec une chromatine dense condensée</p> <p>Faible quantité de cytoplasme basophile</p>	< 10%

<p><u>Cellules épithéliales ciliées</u></p> 	<p>Cellules épithéliales ciliées en colonne avec un noyau basal</p> <p>Souvent vues en groupes, on peut aussi les voir seules</p>	<p>Variable</p>
<p><u>Cellules épithéliales des cavités nasales</u></p> 	<p>Grandes cellules squameuses</p> <p>Seules ou en groupe</p> <p>Souvent accompagnées par de nombreuses bactéries extra-cellulaires</p>	<p>Variable</p>
<p><u>Eosinophiles</u></p>	<p>Uniformes en taille</p> <p>Cytoplasme comprenant des petits granules rouge-orange</p>	<p>Rares (&lt; 1%)</p>

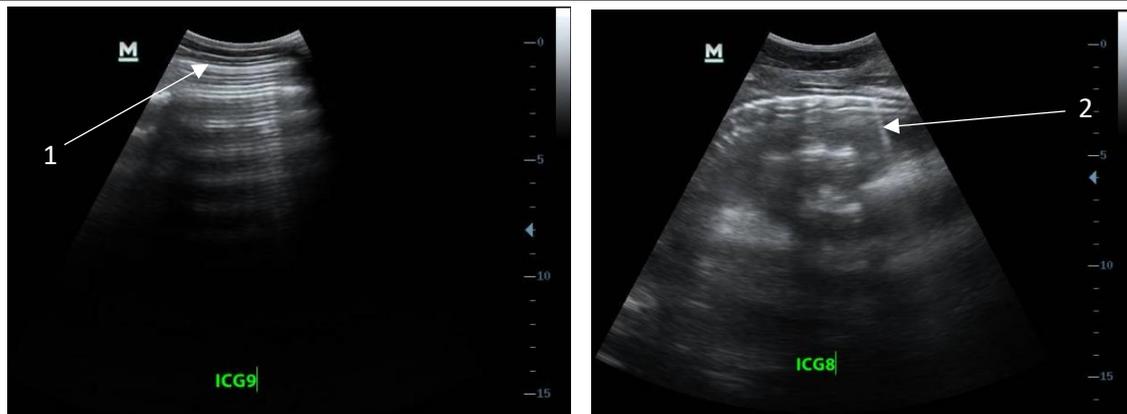
**Schéma 1** : Planche anatomique sur la topographie des poumons et des plèvres du bœuf.

*Modifié de Barone R. (2000).*

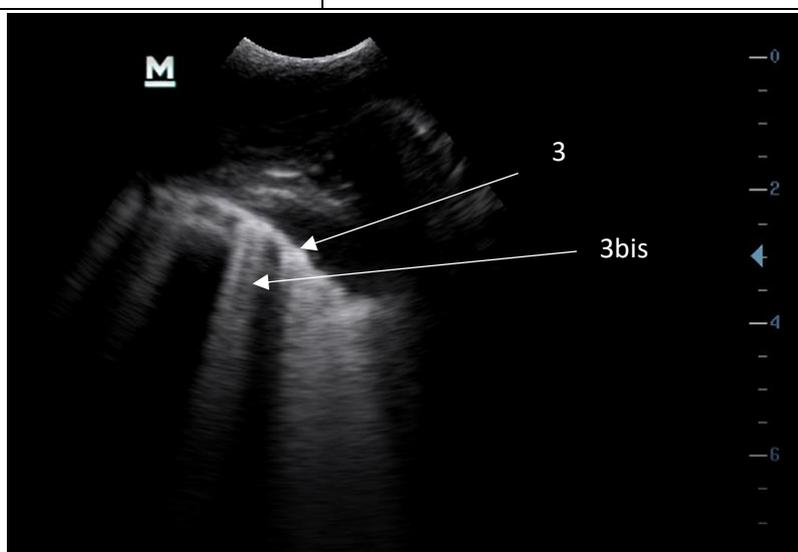


**Tableau 3 :** Système de scoring des lésions respiratoires à l'échographie et images lésionnelles.

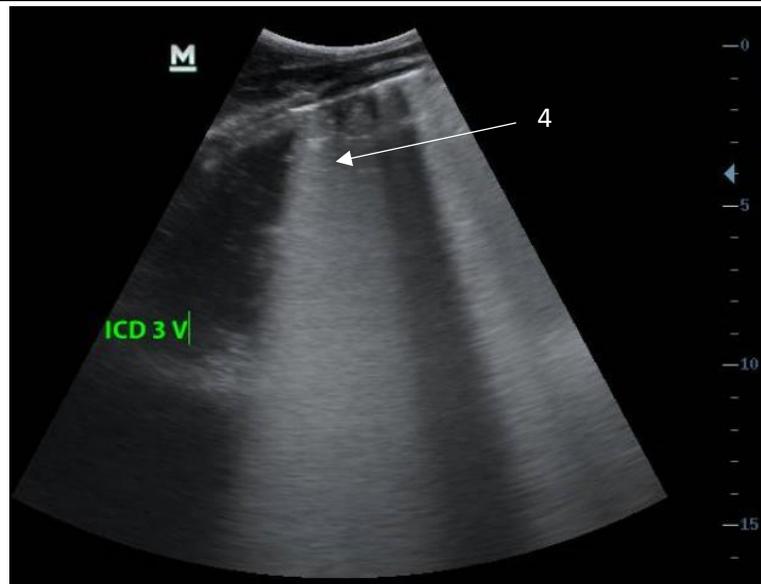
Score de sévérité	Description
	<p>Ligne pleurale lisse, régulière et hyperéchogène</p> <p>Artéfact de réverbération sous la ligne pleurale</p> <p>« Gliding sign » sans accroche</p> <p>Quelques artéfacts en queues de comètes (2) étaient acceptés (maximum 1 à 2 peu profondes et fines par champ échographique)</p>



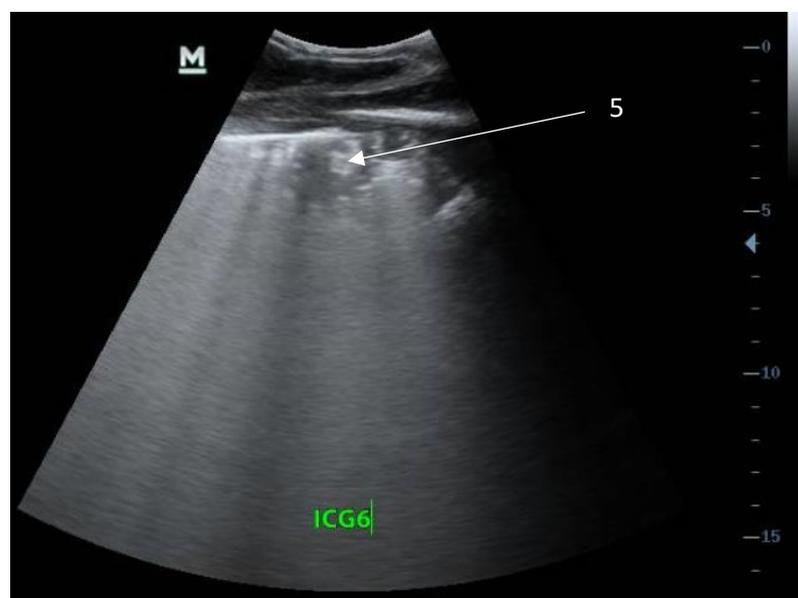
Score de sévérité	Description
1 = Nombre modéré à haut d'artéfacts en queues de comètes et/ou irrégularité de plèvre	<p>Ligne pleurale granuleuse, irrégulière et/ou fragmentée (3)</p> <p>Artéfacts en queues de comètes nombreux (3bis)</p>



Score de sévérité	Description
2 = Artéfacts en queues de comètes coalescentes	Artéfacts en queues de comètes coalescentes (4)



Score de sévérité	Description
3 = Consolidation(s) et/ou épanchement	<p>Ligne pleurale fragmentée ou non visible</p> <p>Visualisation du tissu pulmonaire tel un organe parenchymateux de type foie (5)</p> <p>Présence de bronchogramme (s), bronchoalvéologramme (s), et/ou alvéologramme (s)</p> <p>Épanchement pleural</p>



## 9. Bibliographie

- Abutarbush, S.M., Al-Rukibat, R.K., Qura'n, W., Hananeh, W.M., 2019. Laboratory findings of tracheal wash and bronchoalveolar lavage in normal adult dairy cattle. *J. Appl. Anim. Res.* 47, 46–53. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1561371>
- Adams, E.A., Buczinski, S., 2016. Short communication: Ultrasonographic assessment of lung consolidation postweaning and survival to the first lactation in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99, 1465–1470. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10260>
- Al-Mulhim, F.A., Ibrahim, E.M., Al-Nabhan, A.A., Ibrahim, R.E., Nassim, F.M., Ladipo, G.O., 1998. Clinical prediction rule for pulmonary infiltrates. *Saudi Med. J.* 19, 306–312. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-113-9-664>
- Allen, J.W., Viel, L., Bateman, K.G., Rosendal, S., 1992a. Changes in the bacterial flora of the upper and lower respiratory tracts and bronchoalveolar lavage differential cell counts in feedlot calves treated for respiratory diseases. *Can. J. Vet. Res.* 56, 177–183.
- Allen, J.W., Viel, L., Bateman, K.G., Rosendal, S., Shewen, P.E., 1992b. Cytological findings in bronchoalveolar lavage fluid from feedlot calves: associations with pulmonary microbial flora. *Can. J. Vet. Res.* 56, 122–126.
- Babkine, M., Blond, L., 2009. Ultrasonography of the Bovine Respiratory System and Its Practical Application. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 25, 633–649. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.001>
- Baptiste, K.E., Kyvsgaard, N.C., 2017. Do antimicrobial mass medications work? A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials investigating antimicrobial prophylaxis or metaphylaxis against naturally occurring bovine respiratory disease. *Pathog. Dis.* <https://doi.org/10.1093/femspd/ftx083>
- Berman, J., Francoz, D., Dufour, S., Buczinski, S., 2019. Bayesian estimation of sensitivity and specificity of systematic thoracic ultrasound exam for diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned calves. *Prev. Vet. Med.* 162, 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.025>
- Bohn, A.A., Callan, R.J., 2007. Cytology in Food Animal Practice. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 23, 443–479. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.07.007>

- Buczinski, S., Borris, M.E., Dubuc, J., 2018. Herd-level prevalence of the ultrasonographic lung lesions associated with bovine respiratory disease and related environmental risk factors. *J. Dairy Sci.* 101, 2423–2432. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13459>
- Buczinski, S., Forté, G., 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. *J. Dairy Sci.* 96, 4523–4528. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6577>
- Buczinski, S., L Ollivett, T., 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. *Prev. Vet. Med.* 119, 227–231. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.02.018>
- Buczinski, S., Ménard, J., Timsit, E., 2016. Incremental Value (Bayesian Framework) of Thoracic Ultrasonography over Thoracic Auscultation for Diagnosis of Bronchopneumonia in Preweaned Dairy Calves. *J. Vet. Intern. Med.* 30, 1396–1401. <https://doi.org/10.1111/jvim.14361>
- Caldow, G., 2001. Bronchoalveolar lavage in the investigation of bovine respiratory disease. *In Pract.* 23, 41–43. <https://doi.org/10.1136/inpract.23.1.41>
- Caswell, J.L., Williams, K.J., 2016. Respiratory System, in: Jubb, Kennedy and Palmer's Pathology of Domestic Animals: Sixth Edition. Elsevier Inc., pp. 465-591.e4. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5318-4.00011-5>
- Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.H., Grünberg, W., Radostits, O.M., 2017. Diseases of the Respiratory System, in: *Veterinary Medicine : A Textbook of the Disease of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats*. Saint-Louis, pp. 845–1090.
- Dargatz, D.A., Lombard, J.E., 2014. Summary of BRD data from the 2011 NAHMS feedlot and dairy heifer studies. *Anim. Heal. Res. Rev.* 15, 123–125. <https://doi.org/10.1017/S1466252314000127>
- Delabougliise, A., James, A., Valarcher, J.F., Hagglünd, S., Raboisson, D., Rushton, J., 2017. Linking disease epidemiology and livestock productivity: The case of bovine respiratory disease in France. *PLoS One* 12, 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189090>

- Dewulf, J., Hoet, B., Minne, D., 2020. Belgian Veterinary Surveillance of Antibacterial Consumption - National consumption report 2019 [WWW Document]. URL [https://belvetsac.ugent.be/BelvetSac\\_report\\_2019.pdf](https://belvetsac.ugent.be/BelvetSac_report_2019.pdf) (accessed 8.1.20).
- European Medicines Agency, 2019. Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2017: Trends from 2010-2017 [WWW Document]. Ninth ESVAC Rep. - EMA/294674/2019. URL [https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2017\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2017_en.pdf) (accessed 8.4.20).
- Evertsen, J., Baumgardner, D.J., Regnery, A., Banerjee, I., 2010. Diagnosis and management of pneumonia and bronchitis in outpatient primary care practices. *Prim. Care Respir. J.* 19, 237–241. <https://doi.org/10.4104/pcrj.2010.00024>
- Florin, T.A., Plint, A.C., Zorc, J.J., 2017. Viral bronchiolitis. *Lancet* 389, 211–224. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30951-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30951-5)
- Hussein, H.A., Binici, C., Staufenbiel, R., 2018. Comparative evaluation of ultrasonography with clinical respiratory score in diagnosis and prognosis of respiratory diseases in weaned dairy buffalo and cattle calves. *J. Anim. Sci. Technol.* 60, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40781-018-0187-3>
- Ives, S.E., Richeson, J.T., 2015. Use of Antimicrobial Metaphylaxis for the Control of Bovine Respiratory Disease in High-Risk Cattle. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 31, 341–350. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.05.008>
- Love, W.J., Lehenbauer, T.W., Kass, P.H., Van Eenennaam, A.L., 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* 2014, 1–25. <https://doi.org/10.7717/peerj.238>
- Love, W.J., Lehenbauer, T.W., Van Eenennaam, A.L., Drake, C.M., Kass, P.H., Farver, T.B., Aly, S.S., 2016. Sensitivity and specificity of on-farm scoring systems and nasal culture to detect bovine respiratory disease complex in preweaned dairy calves. *J. Vet. Diagnostic Investig.* 28. <https://doi.org/10.1177/1040638715626204>
- Maier, G.U., Rowe, J.D., Lehenbauer, T.W., Karle, B.M., Williams, D.R., Champagne, J.D., Aly, S.S., 2019. Development of a clinical scoring system for bovine respiratory disease in weaned dairy calves. *J. Dairy Sci.* 102, 7329–7344. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15474>

- McGuirk, S.M., 2008. Disease Management of Dairy Calves and Heifers. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 139–153. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.003>
- McGuirk, S.M., Peek, S.F., 2014. Timely diagnosis of dairy calf respiratory disease using a standardized scoring system. *Anim. Heal. Res. Rev.* 15, 145–147. <https://doi.org/10.1017/S1466252314000267>
- McGuirk, S.M., Peek, S.F., n.d. BAL Collection in Cows and Calves - Food Animal Production Medicine. Madison.
- Meyer, K.C., Raghu, G., Baughman, R.P., Brown, K.K., Costabel, U., Du Bois, R.M., Drent, M., Haslam, P.L., Kim, D.S., Nagai, S., Rottoli, P., Saltini, C., Selman, M., Strange, C., Wood, B., 2012. An official American Thoracic Society clinical practice guideline: The clinical utility of bronchoalveolar lavage cellular analysis in interstitial lung disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 185, 1004–1014. <https://doi.org/10.1164/rccm.201202-0320ST>
- Moisá, S.J., Aly, S.S., Lehenbauer, T.W., Love, W.J., Rossitto, P. V., Van Eenennaam, A.L., Trombetta, S.C., Bortoluzzi, E.M., Hulbert, L.E., 2019. Association of plasma haptoglobin concentration and other biomarkers with bovine respiratory disease status in pre-weaned dairy calves. *J. Vet. Diagnostic Investig.* 31, 40–46. <https://doi.org/10.1177/1040638718807242>
- Ollivett, T.L., Buczinski, S., 2016. On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 32, 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.09.001>
- Ollivett, T.L., Caswell, J.L., Nydam, D. V., Duffield, T., Leslie, K.E., Hewson, J., Kelton, D., 2015. Thoracic Ultrasonography and Bronchoalveolar Lavage Fluid Analysis in Holstein Calves with Subclinical Lung Lesions. *J. Vet. Intern. Med.* 29, 1728–1734. <https://doi.org/10.1111/jvim.13605>
- Pardon, B., Buczinski, S., 2020. Bovine Respiratory Disease Diagnosis: What Progress Has Been Made in Infectious Diagnosis? *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 36, 425–444. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.005>
- Prohl, A., Ostermann, C., Lohr, M., Reinhold, P., 2014. The bovine lung in biomedical research: Visually guided bronchoscopy, intrabronchial inoculation and in vivo sampling techniques. *J. Vis. Exp.* 1–11. <https://doi.org/10.3791/51557>

- Rabeling, B., Rehage, J., Döpfer, D., Scholz, H., 1998. Ultrasonographic findings in calves with respiratory disease. *Vet. Rec.* 143, 468–471. <https://doi.org/10.1136/vr.143.17.468>
- Rademacher, R.D., Buczinski, S., Tripp, H.M., Edmonds, M.D., 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. *Bov. Pract.* 48, 1–10.
- Ratcliff, M.D., Kegley, E.B., Powell, J.G., Hawley, J., Lusby, K.S., Rowe, M.P., Gunter, S.A., Daniels, L.B., Hubbell, D.S., 2014. Effect of method and timing of castration on newly arrived stocker cattle. *Prof. Anim. Sci.* 30, 457–465. <https://doi.org/10.15232/pas.2012-01176>
- Reißig, A., Kroegel, C., 2003. Transthoracic Sonography of Diffuse Parenchymal Lung Disease : The Role of Comet Tail Artifacts. *J. Ultrasound Med.* 22, 173–180.
- Shellenberger, R.A., Balakrishnan, B., Avula, S., Ebel, A., Shaik, S., 2017. Diagnostic value of the physical examination in patients with dyspnea. *Cleve. Clin. J. Med.* 84, 943–950. <https://doi.org/10.3949/ccjm.84a.16127>
- Taylor, J.D., Fulton, R.W., Lehenbauer, T.W., Step, D.L., Confer, A.W., 2010. The Epidemiology of Bovine Respiratory Disease : What is the evidence for predisposing factors ? *Can. Vet. J.* 51, 1095–1102. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1996.tb10027.x>
- Teixeira, A.G.V., McArt, J.A.A., Bicalho, R.C., 2017. Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. *J. Dairy Sci.* 100, 2985–2991. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12016>
- Timsit, E., Workentine, M., Schryvers, A.B., Holman, D.B., van der Meer, F., Alexander, T.W., 2016. Evolution of the nasopharyngeal microbiota of beef cattle from weaning to 40 days after arrival at a feedlot. *Vet. Microbiol.* 187, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.03.020>
- University of Wisconsin-Madison, 2013. Calf Respiratory Scoring Chart [WWW Document]. URL [http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/8calf/calf\\_respiratory\\_scoring\\_chart.pdf](http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/8calf/calf_respiratory_scoring_chart.pdf) (accessed 8.7.20).

- Van Driessche, L., Valgaeren, B., De Schutter, P., Gille, L., Boyen, F., Ducatelle, R., Deprez, P., Pardon, B., 2016. Short communication : Effect of sedation on the intrapulmonary position of a bronchoalveolar lavage catheter in calves. *Vet. Rec.* 179.  
<https://doi.org/10.1136/vr.103676>
- van Leenen, K., Jouret, J., Demeyer, P., Van Driessche, L., De Cremer, L., Masmeijer, C., Boyen, F., Deprez, P., Pardon, B., 2020. Associations of barn air quality parameters with ultrasonographic lung lesions, airway inflammation and infection in group-housed calves. *Prev. Vet. Med.* 181, 105056. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105056>
- WHO, 2001. Organization World Health. Global Strategy for Containment of Antimicrobial Resistance [WWW Document]. World Heal. Organ.  
<https://doi.org/WHO/CDS/CSR/DRS/2001.2> 99 p.
- Wipf, J.E., Lipsky, B.A., Hirschmann, J. V., Boyko, E.J., Takasugi, J., Peugeot, R.L., Davis, C.L., 1999. Diagnosing Pneumonia by Physical Examination. *Arch. Intern. Med.* 159, 1082–1087.