



LE BCoV AU SEIN DU COMPLEXE RESPIRATOIRE BOVIN POLY-INFECTIEUX, MULTIFACTORIEL

T. JOZAN - MSD Santé Animale 49070 Beaucauzé, France. Thibault.jozan@msd.com

Cet article propose une revue actualisée des publications sur les infections respiratoires des bovins par le coronavirus bovin (BCoV) en faisant le point sur les aspects épidémiologiques, diagnostiques, son rôle pathogène et sa prévention.

Mots clés : BCoV, Coronavirus bovin, complexe respiratoire, prévention, vaccination

Résumé

Le coronavirus bovin (BCoV) a évolué au cours du temps d'un tropisme digestif à un double tropisme pneumo-entérique.

Il occupe aujourd'hui une place prédominante parmi les agents primaires du complexe respiratoire bovin en élevages laitiers, naisseurs et engraisseurs. Son rôle pathogène a fait l'objet de nombreuses études expérimentales et de terrain publiées ces dernières années. Il génère au moins une infection de l'appareil respiratoire supérieur subclinique à modérée. Il peut également provoquer une pneumonie interstitielle avec détresse respiratoire et mortalité. Dans les conditions du terrain, il est plus généralement associé avec d'autres agents infectieux, favorisant les surinfections bactériennes.

Les individus infectés peuvent exprimer des signes cliniques digestifs et/ou respiratoires. L'expression clinique (forme digestive et/ou respiratoire) et l'intensité des signes cliniques seraient plus liées aux interactions avec le microbiote local et les autres agents associés, la voie d'inoculation (oro/nasale), la charge infectieuse et l'immunité au niveau des muqueuses de l'hôte qu'à des différences génétiques entre les souches.

Le transfert d'immunité maternelle spécifique par le colostrum permet une bonne protection au niveau digestif et une réduction indirecte de la pression d'infection dans l'environnement des veaux mais ne confère pas de protection au niveau de la muqueuse respiratoire supérieure.

Prévalence et diagnostic

Les épisodes respiratoires sont généralement causés par un stress primaire (infectieux souvent viral ou non infectieux) associé ou non à une surinfection secondaire par les bactéries de la flore respiratoire supérieure et/ou profonde^(1,2,3,4) (Figure 1).

Les données d'analyses réalisées par les laboratoires départementaux et des dernières études épidémiologiques réalisées en élevages laitiers, naisseurs et engraisseurs en France et en Belgique (Tableau 1) montrent que le BCoV occupe une place prédominante parmi les agents viraux primaires de bronchopneumonies. Il est le virus le plus fréquemment détecté par PCR lors de bronchopneumonies bovines, que ce soit sur des prélèvements de poumons, d'écouillons nasaux profonds (ENP) ou de lavages bronchoalvéolaires (LBA).⁽⁵⁾

A l'arrivée des jeunes bovins français en Italie, 3 études récentes^(6, 7, 8) rapportent une situation comparable avec une augmentation considérable de la prévalence du BCoV : 65-75% d'animaux positifs, soit 3 à 4 fois plus qu'à leur départ des élevages naisseurs.

Les épisodes impliquant le BCoV sont décrits tout au long de la saison au bâtiment (description épidémiologique réalisée en Belgique de novembre à mai) de manière moins saisonnière que pour le VRSB (pic en novembre-décembre).^(1,8)

Une étude réalisée dans 19 élevages naisseurs français où 3 à 5 veaux ont été prélevés par ENP et LBA en début d'infection (stade hyperthermie), le BCoV a été mis en évidence dans 62% des épisodes lorsque les PCR de mélanges étaient réalisées à partir des ENP (versus 42% à partir des LBA). Il était isolé seul dans 33% des LBA positifs.⁽⁹⁾

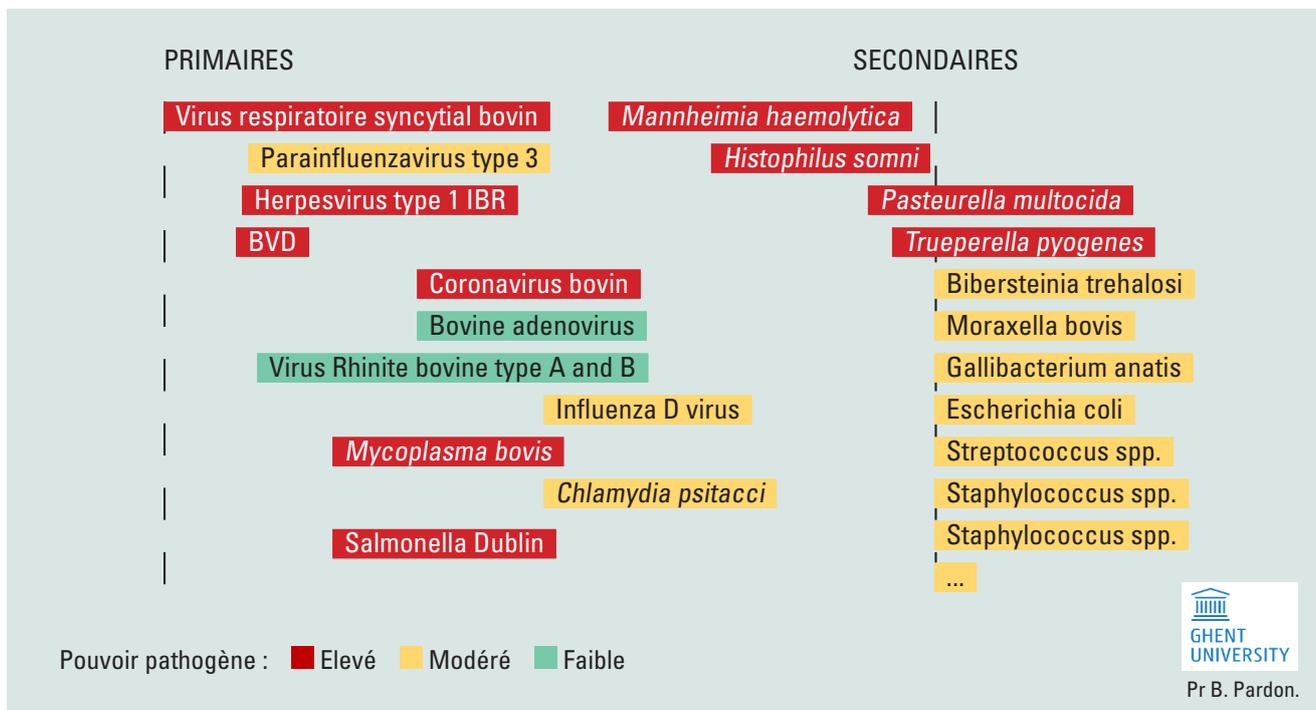


Figure 1: Synthèse du rôle primaire / secondaire et pouvoir de virulence (en général) des principaux agents du complexe respiratoire bovin (d'après P. Bardon, JNGTV 2022)

Il est important de pouvoir prélever 3 à 5 animaux en début d'épisode (derniers animaux malades + congénères en hyperthermie) et d'associer les types de prélèvements avant d'écarter l'implication d'un ou plusieurs agents primaires de bronchopneumonies tels que le BCoV, le VRSB et le Pi3. ^(1, 2, 10)

Lorsqu'il n'est pas possible de prélever suffisamment d'animaux en début d'épisode, il paraît prudent d'associer à la PCR, une histologie en cas de mortalité et/ou des sérologies Elisa IgG spécifiques (3 à 5 semaines après épisode sur 6 animaux âgés d'au moins 3 mois, au mieux 6 mois, non vaccinés vis-à-vis des valences investiguées). ^(10, 11, 12)

Infection et transmission

Une transmission directe par les animaux infectés (excrétion longue et ré-excrétion subclinique possible) et indirecte par l'environnement et les vecteurs contaminés.

L'introduction du virus dans un troupeau peut s'expliquer par l'introduction d'animaux infectés (infection longue et ré-excrétion), la transmission du virus entre élevage par voie aérienne ou par l'intermédiaire de vecteurs infectés (matériels et humains). ^(13, 14, 15)

Le virus est excrété par voie oro-nasale et dans les matières fécales dès 2 jours après primo-infection.

Le pic d'excrétion est précoce et coïncide généralement avec les signes cliniques respiratoires. Les animaux infectés peuvent ensuite excréter de manière longue (> 30 jours) et intermittente sans continuellement exprimer de signes cliniques. La contagiosité des animaux infectés semble en revanche être plus courte (moins de 3 semaines après leur infection). ^(13, 14)

Le coronavirus bovin est un virus enveloppé et peut rester infectieux pendant 3 jours sur le sol, dans les litières (en présence donc de matières organiques) ⁽¹⁶⁾ et au moins 24h sur du matériel tel que les bottes, stéthoscope, montre-bracelet. ⁽¹⁵⁾

La persistance de l'infection par le BCoV dans les troupeaux peut s'expliquer par le recyclage par les animaux non immunisés d'agents persistant dans l'environnement et la re-excrétion par des individus porteurs à l'occasion d'un stress ou d'immunodépression. ^(13, 14, 15)

Rôle pathogène au sein du complexe respiratoire bovin

Le BCoV est historiquement connu pour son tropisme digestif à l'origine de diarrhées chez les veaux et les adultes (entérite hémorragique). Son implication a pu être sous-estimée en raison de la faible sensibilité des tests antigéniques couramment utilisés sur le terrain. ^(13, 17)

| Type élevage / région | Auteur(s) Année | Investigations | Unité d'observation | Prévalence BCoV (%) | Prévalence VRSB (%) | Prévalence Pi3 (%) |
|---|-------------------------------------|--|---|--|--|--------------------------------------|
| LAITIER génisses < 6 mois Pays de la Loire - Bretagne | Jozan 2019 (38) | Séroconversion Elisa IgG | % élevages laitiers (n=16) avec séroconversion d'au moins 2 veaux / 20 prélevés | 88% | 50% | 63% |
| NAISSEUR LAITIER, ALLAITANT , MIXTE (Belgique) | Pardon et al. 2020 (1) | PCR Multiplex Mélanges de 5 ENP d'animaux malades en début d'infection | % élevages positifs (n=128) | 38,4% | 29,4% | 8,1% |
| NAISSEUR ALLAITANT Veaux non sevrés Bourgogne Rhône- Alpes | Lamy 2019 (39) | PCR Multiplex Mélanges de 3-5 ENP | % élevages positifs (n=52) | 57% | 9% | 11% |
| NAISSEUR ALLAITANT Veaux non sevrés (étude Respicare ENVT) | Meyer et al. 2015 (9) | PCR Multiplex Mélanges de 3-5 Ax prélevés (ENP et LBA) en début d'infection (stade hyperthermie) | % Troupeaux positifs (n=19) | 63,2% (ENP) - 42,1% (LBA) | 5,3% (ENP) - 26,3% (LBA) | 10,5% (ENP) - 5,3% (LBA) |
| ENGRAISSEMENT JB Pays de la Loire (étude Welhbeef - Institut élevage) | Vanbergue et al. 2021 (29) | PCR Multiplex ENP de jeunes bovins (JB) malades | % bovins positifs (n=60 JB, 5 engraisseurs) | 81% | 0% | 0% |
| ENGRAISSEMENT JB France -> Italie | Cirone et al. 2019 (6) | PCR Multiplex ENP individuels au départ en France et à l'arrivée en Italie (dans les 4 jours) | % bovins positifs (n=56 JB, 3 lots) | 23,2 % (départ) 75% (arrivée) | 1,8% (départ) 21,4% (arrivée) | - |
| ENGRAISSEMENT JB France -> Italie | Pratelli et al. 2021 (7) | PCR Multiplex ENP individuels à l'arrivée en Italie (dans les 4 jours) | % bovins positifs (n=231 JB, 10% de 49 camions). | 70% | 14% | 86% |
| Analyses LDA 35 Labocéa | Levesque et al. 2022 (10) | PCR Multiplex Mélanges de 2 à 5 ENP | % Echantillons positifs (n=521) | 52,6% | 42,6% | 19,6% |
| Analyses LDA Terana 15, 42, 43, 58, 63 | Terana 2018 (40) | PCR Multiplex 1 ENP ou 1 ATT ou 1 prélèvement poumon | % Echantillons positifs (n non indiqué) | Non recherché | 12,5% | 6,25% |
| Analyses LDA 71 Agrivalys | Meyer et al. 2015 (9) | PCR Multiplex Tous types d'échantillon reçus | % Echantillons positifs (n=602 prélèvements sur 2-3 ans) | 17-19% | 22-23% | 6-8% |

Tableau 1 : Agents viraux impliqués dans les épisodes respiratoires en élevages bovins en France. Synthèse des données d'analyses publiées (études et laboratoires d'analyses) en élevages naisseurs, engraisseurs de JB et laitiers français.

Les souches ont évolué au fil du temps d'un tropisme entérique à un double tropisme pneumo-entérique. L'expression clinique (forme digestive et/ou respiratoire) et l'intensité des signes cliniques seraient plus liées aux interactions avec le microbiote local et les autres agents associés, la voie d'inoculation (oro/nasale), la charge infectieuse et l'immunité au niveau des muqueuses de l'hôte qu'à des différences génétiques entre les souches. (5, 13, 18)

Des études expérimentales d'épreuves virulentes et de terrain ont montré que des souches isolées lors de

diarrhées et de dysenterie hivernale peuvent aussi induire des signes cliniques respiratoires, et inversement (14, 19, 23). Une des explications du passage des troubles respiratoires vers une atteinte digestive peut être l'ingestion de grandes quantités de sécrétions nasales très riches en virus (20).

Le coronavirus seul peut entraîner une pneumonie interstitielle avec une détresse respiratoire et de la mortalité (23, 26, 27) mais entraîne plus généralement des signes respiratoires supérieurs (rhinite, trachéite : toux, jetage, sans hyperthermie systématique)

modérés. Les veaux infectés n'expriment pas toujours de signes cliniques (infections subcliniques) ou ne sont pas toujours vus malades (signes cliniques faibles ou frustes)^(5,18). Le BCoV favorise souvent des surinfections bactériennes secondaires aggravant les symptômes (fièvre, abattement). Comme le VRSB et le BoHV-1, Le BCoV pourrait également moduler la réponse immunitaire et jouer un rôle d'immunodépression similaire au BVD⁽⁵⁾.

Le BCoV est un agent primaire associé à des infections respiratoires modérées en mono-infection expérimentale à majeures en co-infection dans les conditions du terrain (Figure 1).

Etudes expérimentales :

En mono-infection expérimentale, on observe que le BCoV infecte les cellules épithéliales de la trachée et des poumons⁽²³⁾. En complément, il a été remarqué que les cellules infectées expriment à leur surface des récepteurs d'adhésion des pasteurelles⁽²⁴⁾.

De nouvelles techniques de diagnostic (hybridation in situ couplée à l'histologie) ont confirmé la présence de BCoV dans les lésions des épithéliums trachéal et pulmonaire sur des veaux malades⁽²³⁾.

Etudes terrain :

Le BCoV est associé à une augmentation des traitements respiratoires et de la mortalité chez les veaux, les jeunes bovins à l'engraissement, et les vaches adultes^(4,5,10,19,21,22,25,26). Il agit généralement en co-infection avec des bactéries de la flore respiratoire (*Mannheimia haemolytica*⁽²⁾, *Pasteurella multocida*⁽²⁴⁾, *Histophilus somni*⁽²⁵⁾) mais il peut être également isolé seul sur LBA⁽⁹⁾ et poumons^(4,19,23).

Une enquête Suédoise a montré que les élevages laitiers indemnes de BCoV (sérologie de tank négative) avaient significativement moins d'animaux (jeunes et adultes) avec de la toux et/ou de la diarrhée par rapport aux troupeaux infectés (tank positif). Dans les troupeaux où l'infection est récente (primipares positives), la proportion de vaches avec des pics de fièvre non spécifique était également supérieure⁽²⁷⁾.

Dans un élevage laitier, une publication a rapporté la mort de 10% des vaches qui ont manifesté un syndrome respiratoire sévère suite à un épisode d'entérite hémorragique. Le BCoV était le seul agent isolé⁽¹⁹⁾. D'autres études ont décrit une chute de production laitière pouvant atteindre 70% sur environ 7 jours^(18,26). Les génisses et les veaux peuvent aussi exprimer

des symptômes respiratoires modérés (toux, jetage) à sévères (fièvre, anorexie, détresse respiratoire) de manière concomitante ou différée par rapport aux vaches⁽²⁶⁾.

Des veaux élevés dans des troupeaux laitiers séropositifs au BCoV ont un risque accru de développer une pathologie respiratoire par rapport à des élevages séronégatifs. (Hazard Ratio = 3,9 dans⁽³⁰⁾).

Dans une description des cas d'autopsies réalisées par Oniris entre 2016 et 2019, le BCoV était le virus le plus détecté sur les poumons de vaches autopsiées (31% des cas de pneumonies). *Mannheimia haemolytica* était identifiée dans 69% des cas de pneumonies dont 39% seule et 33% avec le BCoV.

Pardon B. a constaté que la guérison de veaux allaitants co-infectés par *Mycoplasma bovis* et le BCoV est moins rapide (réaération des lobules à l'échographie pulmonaire) par rapport à des veaux infectés uniquement par *Mycoplasma bovis* (> 98% de guérison en 4 jours suite à un traitement antibiotique florfenicol ou tétracycline). (communication lors de sa présentation aux JNGTV 2022).

A l'engraissement, le BCoV occupe aussi une place prédominante.

Une étude française réalisée en 2020 a montré que les agents pathogènes identifiés sur les prélèvements des bovins en début d'engraissement ne coïncidaient que partiellement avec les valences vaccinales du protocole de préparation d'une partie des broutards réalisé chez les 9 naisseurs (BRSV, BPI3, *Mannheimia haemolytica*). Les prélèvements ENP réalisés sur les JB malades au début de la période d'engraissement (4 ateliers) ont révélé la présence de BCoV (81% des échantillons), de *Pasteurella multocida* (47% des échantillons) et dans une moindre mesure, d'*Histophilus somni* et de *Mannheimia haemolytica* (<10% des échantillons collectés), ce qui a pu expliquer en partie les résultats sur l'apparition des troubles respiratoires.

L'excrétion et la séroconversion en début d'engraissement ont été associées⁽²²⁾ dans plusieurs études en veaux de boucherie et jeunes bovins (feedlots principalement) à une augmentation du risque de jetage nasal (OR : 2,19 dans⁽⁸⁾), de traitement respiratoire (OR : 1,5-2,7 dans⁽³¹⁾), de lésions pulmonaires (OR : 2,2 dans⁽³²⁾) et de mortalité (OR : 13,73 dans⁽⁴⁾) en l'absence d'immunité préalable.

Prévention

Au vu de la prévalence importante et de l'implication du BCoV comme agent primaire responsable d'épisodes respiratoires chez les bovins, il paraît important d'intégrer des mesures de prévention spécifiques en complément des protocoles de prévention déjà établis vis-à-vis des autres agents de bronchopneumonies chez les bovins.

La maîtrise de la biosécurité interne/externe et des facteurs de risque de stress et/ou d'immunodépression (ambiance du bâtiment, hygiène, nutrition, colostrum) doit être intégrée systématiquement aux protocoles de prévention pour limiter le risque d'introduction, de nouvelles infections et des surinfections par le microbisme de l'élevage (agents de la flore respiratoire et présents dans l'environnement).

Exemples de facteurs de risque cités dans les descriptions épidémiologiques et points de vigilance à considérer pour limiter les infections par le BCoV (entre autres)⁽¹³⁾ :

- Diarrhées dues au BCoV chez les veaux et/ou les adultes (épisodes des saisons antérieures ou signes cliniques précédant un épisode respiratoire pouvant s'étendre à d'autres animaux du troupeau),
- Durée des épisodes respiratoires (> 12 jours) malgré traitement antibiotique.
- Séropositivité des troupeaux (lait tank et sérologies sur les primipares ou les veaux > 6 mois ou leurs mères élevages allaitants),
- Co-infection avec d'autres agents et l'absence de vaccination vis-à-vis de ces agents.
- Grands troupeaux avec plusieurs sites, achats ou rassemblements,
- Entrées/sorties d'animaux pouvant excréter sans signes apparents, en l'absence de quarantaine d'au moins 3 semaines,
- Écarts d'âge importants et différentes catégories d'animaux dans un même bâtiment,
- Absence d'immunité préexistante avant l'entrée en engraissement, provenances multiples, transport long,
- Stress du sevrage,
- Absence d'isolement des animaux malades et de marche en avant (veaux sains > adultes > malades),
- Circulation de personnes, matériels ou de véhicules entre élevages ou sites sans désinfections, changement d'équipements ou parcours spécifiques.

La mise en place d'un plan d'éradication volontaire comme en Norvège pour le BCoV et le BRSV^(35, 36) paraît illusoire dans nos conditions d'élevage (proximité et contacts entre élevages, biosécurité faible, prévalence élevée, situation endémique, persistante de nouvelles infections dans les troupeaux).

La vaccination des mères a démontré son efficacité vis-à-vis des diarrhées des veaux (transfert d'immunité maternelle par le colostrum) et réduit indirectement la pression d'infection dans l'environnement des veaux. En revanche le transfert passif d'immunité spécifique ne paraît pas suffisant pour protéger les veaux au niveau de la muqueuse respiratoire supérieure (porte d'entrée principale, site de réplication et porte de sortie complémentaires). Il est en revanche probable que l'immunité humorale systémique permette d'atteindre une certaine efficacité préventive au niveau pulmonaire⁽¹⁸⁾.

L'intérêt de la vaccination intranasale vis-à-vis des BCoV a été démontré. La vaccination à l'entrée des jeunes bovins dans un feedlot avec un vaccin indiqué aux États-Unis vis-à-vis des diarrhées a permis de réduire leur excrétion nasale et le nombre de traitements respiratoires⁽³⁴⁾. Plus récemment dans des études de challenges en laboratoire (inoculations par voie aéro-gène), la vaccination de jeunes veaux avec un vaccin vivant atténué expérimental a permis de réduire significativement l'excrétion nasale et fécale du BCoV et une réduction notable des signes cliniques respiratoires supérieurs et digestifs⁽³⁷⁾.

Meyer et al. indiquaient en 2022⁽⁵⁾ qu'il ne serait pas illogique de voir apparaître de futurs vaccins respiratoires pour cette valence au vu de la prévalence élevée et du rôle de plus en plus reconnu du BCoV au sein du complexe respiratoire bovin.

L'intérêt de la vaccination intranasale vis-à-vis des BCoV a été démontré. La vaccination à l'entrée des jeunes bovins dans un feedlot avec un vaccin indiqué aux États-Unis vis-à-vis des diarrhées a permis de réduire leur excrétion nasale et le nombre de traitements respiratoires (Plummer et al., 2004). Meyer et al. indiquent en 2022 qu'il pourrait être pertinent de voir apparaître de futurs vaccins respiratoires pour cette valence au vu de la prévalence élevée et du rôle de plus en plus reconnu du BCoV au sein du complexe respiratoire bovin.

Bibliographie

1. PARDON B., BUCZINSKI S. Bovine Respiratory Disease Diagnosis: What Progress Has Been Made in Infectious Diagnosis?. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2020; 36(2): 425-444.
2. PARDON B., CALLENS J., MARIS J., ALLAIS L., VAN PRAET W., DEPRez P. Pathogen-specific risk factors in acute outbreaks of respiratory disease in calves. *J Dairy Sci.* 2019; 103: 2556-2566.
3. GRIFFIN D., CHENPAGA MM., KUSZAK J., MCVey DS. Bacterial pathogens of the bovine respiratory disease complex. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2010; 26(2): 381-94.
4. BLAKEBROUGH-HALL C., HICK P., MAHONY TJ., GONZÁLEZ LA. Factors associated with bovine respiratory disease case fatality in feedlot cattle. *J Anim Sci.* 2022; 100(1): skab361.
5. MEYER G., DUCATEZ M., RANCON C., OLIVA J., SALEM E., LION A., GAUDINO M. La diversité des agents pathogènes respiratoires bovins : faut-il de nouvelles valences vaccinales ? *Le Nouveau Praticien Vet élevages & santé.* 2022; 14(51): 10-19.
6. CIRONE F., PADALINO B., TULLIO D., CAPOZZA P., LOSURDO M., LANAVE G., PRATELLI A. Prevalence of Pathogens Related to Bovine Respiratory Disease Before and After Transportation in Beef Steers: Preliminary Results. *Animals.* 2019; 9: 1093.
7. PRATELLI A., CIRONE C., CAPOZZA P., TROTTA A., CORRENTE M., BALESTRIERI A. et al. Bovine respiratory disease in beef calves supported long transport stress : An epidemiological study and strategies for control and prevention. *Research in Veterinary Science.* 2021; 135: 450-455.
8. PADALINO B., CIRONE F., ZAPPATERA M., TULLIO D., FICCO G., GIUSTINO A., NDIANA LA, PRATELLI A. Factors Affecting the Development of Bovine Respiratory Disease: A Cross-Sectional Study in Beef Steers Shipped From France to Italy. *Front Vet Sci.* 2021; 8: 627894.
9. MEYER G., PELLETIER C., HERMAN N., DUCATEZ M., CASSARD H., SALEM E. Vers une identification de nouveaux virus respiratoires bovins. *Nouveau Praticien Vétérinaire.* 2015; 31(8): 8-14.
10. LEVESQUE C., LEQUEUX G., JOZAN T. BPI (Bronchopneumonies Infectieuses bovines). Eclairer son diagnostic en associant les analyses. In : *Proceedings Journées Nationales des GTV, Tours, France.* 2022; 497-510.
11. WOOLUMS AR. Serology in Bovine Infectious Disease Diagnosis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2023; 39(1): 141-155.
12. FULTON R.W., CONFER A.W. Laboratory test descriptions for bovine respiratory disease diagnosis and their strengths and weaknesses : gold standards for diagnosis, do they exist ? *Can Vet J.* 2012; 53(7): 754-761.
13. RIDREMONT B. Actualités sur les coronavirusos. In : *Proceedings Journées Nationales des GTV, Tours, France.* 2022; 481-496.
14. OMA VS., TRAVEN M., ALENIUS S., MYRMEL M., STOKSTAD M. Bovine coronavirus in naturally and experimentally exposed calves; viral shedding and the potential for transmission. *Virology.* 2016; 13: 100.
15. OMA VS., KLEM T., TRAVEN M., ALENIUS S., GJERSET B., MYRMEL M., STOKSTAD M. Temporary carriage of bovine coronavirus and bovine respiratory syncytial virus by fomites and human nasal mucosa after exposure to infected calves. *BMC Vet Res.* 2018; 14(1): 22.
16. BOILEAU MJ., KAPIL S. Bovine Coronavirus Associated Syndromes. *Vet Clin Food Anim.* 2010; 26: 123-146.
17. KARLESKIND A. les kits de diagnostic rapide en bactériologie chez les ruminants : états des lieux, intérêts et limites pour le praticien. Thèse de Doctorat vétérinaire, Lyon : Université Claude-Bernard. 2019 ; 176 p.
18. MAILLARD R., MEYER G. Coronavirus et coronavirusos des bovins. *Bull GTV.* 2021 ; 101: 41-48.
19. AMOROSO MG., LUCIFORA G., DEGLI UBERTI B., SERRA F., DE LUCA G., BORRIELLO G. et al. Fatal Interstitial pneumonia associated with Bovine Coronavirus in Cows from Southern Italy. *Viruses.* 2020; 12: 1331.
20. FULTON RW., RIDDPATH JF., BURGE LJ. Bovine coronaviruses from the respiratory tract: Antigenic and genetic diversity. *Vaccine.* 2013; 31:886- 892.
21. SAIF LJ., JUNG K. Comparative pathogenesis of bovine and porcine respiratory Coronaviruses in the animal host species and SARS-CoV-2 in humans. *J Clin Microbiol.* 2020; 58:3291-3298.
22. SAIF LJ. Bovine Respiratory Coronavirus. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2010; 26(2): 349-364.
23. RAHE MC, MAGSTADT DR., GROELTZ-THRUSH J., GAUGER PC., ZHANG J., SCHWARTZ KJ et al. Bovine coronavirus in the lower respiratory tract of cattle with respiratory disease. *Journal of Veterinary Diagnostic investigation.* 2022; 1-7.
24. FAHKRAJANG W., SUDARYATMA PE., MEKATA H., HAMABE S., SAITO A., OKABAYASHI T. Bovine respiratory coronavirus enhances bacterial adherence by upregulating expression of cellular receptors on bovine respiratory epithelial cells. *Veterinary Microbiology.* 2021; 255: 109017.
25. WORKMAN A. M., KUEHN L. A., MCDANELD T. G. et al. Longitudinal study of humoral immunity to bovine coronavirus, virus shedding, and treatment for bovine respiratory disease in pre-weaned beef calves. *BMC Vet Res.* 2019;15 (1):161.
26. DECARO N., MARI V., DESARIO C., CAMPOLO M., ELIA G., MARTELLA V. et al. Severe outbreak of bovine coronavirus infection 1 in dairy cattle during the warmer season. *Vet Microbiol.* 2008; 126 (1): 30-39.
27. OHLSON A., EMANUELSON U., TRAVEN M., ALENIUS S. The relationship between antibody status to bovine corona virus and bovine respiratory syncytial virus and disease incidence, reproduction and herd characteristics in dairy herds. *Acta Vet Scand.* 2010 Jun 4;52(1):37.
28. DORSO L., ROUAULT M., BARBOTIN C., CHARTIER C., ASSIE S. Infectious Bovine Respiratory Diseases in Adult Cattle: An Extensive Necropsic and Etiological Study. *Animals.* 2021; 11(8): 2280.
29. VANBERGUE E., ASSIE A., MOUNAIX B., GUIADEUR M., AUPAIS A., ROBERT F., ANDRIEU D., DEVLoo O., QUENTIN J., CEBRON N., MEYER G., PHILIBERT A., MAILLARD R., FOUCRAS G. Intérêt de la vaccination dans le cadre de la préparation des jeunes bovins à l'entrée en atelier d'engraissement : résultats d'une étude française. *Bull GTV NS Nov 2021;* 67-76.
30. GULLIKSEN SM., JOR E., LIE KI, LOKEN T., AKERSTEDT J., OSTERAS O. Respiratory infections in Norwegian dairy calves. *J Dairy Sci.* 2009; 92(10): 5139-46.
31. THOMAS CJ., HOET AE., SREEVATSAN S., WITTUM TE., BRIGGS RE., DUFF GC., SAIF LJ. Transmission of bovine coronavirus and serologic responses in feedlot calves under field conditions. *Am J Vet Res.* 2006; 67(8): 1412-20.
32. LATHROP SL., WITTUM TE., LOERCH SC., PERINO LJ., SAIF LJ. Antibody titers against bovine coronavirus and shedding of the virus via the respiratory tract in feedlot cattle. *Am J Vet Res.* 2000 ; 61(9): 1057-61.
33. LATHROP SL., WITTUM TE., BROCK KV., LOERCH SC., PERINO LJ., BINGHAM HR., MCCOLLUM FT, SAIF LJ. Association between infection of the respiratory tract attributable to bovine coronavirus and health and growth performance of cattle in feedlots. *Am J Vet Res.* 2000 Sep;61(9):1062-6.
34. PLUMMER PJ., ROHRBACH BW., DAUGHERTY RA., THOMAS KV., WILKES RP., DUGGAN FE., KENNEDY MA. Effect of intranasal vaccination against bovine enteric coronavirus on the occurrence of respiratory tract disease in a commercial backgrounding feedlot. *J Am Vet Med Assoc.* 2004; 225(5): 726-31.
35. STOKSTAD M., KLEM TB., MYRMEL M., OMA VS., TOFTAKER I., OSTERÅS O., NODTVEDT A. Using Biosecurity measures to Combat Respiratory Disease in Cattle: The Norwegian Control Program for Bovine Respiratory Syncytial Virus and Bovine Coronavirus. *Front. Vet. Sci.* 2020; 7:167.
36. TOFTAKER I., AGREN E., STOKSTAD M., NODTVEDT A., FRÖSSLING J. Herd level estimation of probability of disease freedom applied on the Norwegian control program for bovine respiratory syncytial virus and bovine coronavirus. *Prev Vet Med.* 2018; 181: 104494.
37. VAN ROOIJ M., SCHMITZ M., MEESEN J., WOUTERS P., VRIJENHOEK M., MAKOSCHEY B. Vaccination of calves at day of birth with attenuated vaccines against bovine respiratory syncytial virus, bovine parainfluenza type 3 virus and respiratory bovine coronavirus. *Veterinary Vaccine.* 2023; 2(1): 100014.
38. JOZAN T. Exposition des veaux aux principaux agents respiratoires dans 16 élevages laitiers de l'Ouest de la France. In : *Proceedings Journées Nationales des GTV, Tours, France.* 2021; pp29.
39. LAMY B. Prévalence des pathogènes respiratoires et pratiques vaccinales en élevage allaitant naisseur en race Charolaise. Thèse de Doctorat vétérinaire, Lyon : Université Claude-Bernard de Lyon I. 2019; 90p.
40. <https://www.labo-terana.fr/wp-content/uploads/2019/06/Diagnostic-maladies-respiratoires-TERANA.pdf>
41. RCP BOVILIS® Nasalgen®-C consultable sur le site de la commission européenne : https://ec.europa.eu/health/documents/community_register/2023/20230331158662/anx_158662_fr.pdf



Découvrez davantage d'informations techniques
sur **La Santé de mon troupeau**

Flashez et accédez :

à la page facebook



www.facebook.com/sante.troupeau



au site internet

www.sante-troupeau.fr