

1 **LES CORONAVIROSES DES PETITS RUMINANTS**
2 ***CORONAVIRUS INFECTIONS IN SMALL RUMINANTS***

3
4
5
6
7

Par Bertrand RIDREMONT ⁽¹⁾

(Note soumise le mai 2020, acceptée le mai 2020)

8 **Mots-clés : infection à coronavirus, BCoV-like, diarrhées, ovins, caprins**

9
10

11 **INTRODUCTION**

12 L'impact sanitaire, zootechnique et économique des coronaviroses bovines est très bien
13 documenté, tant sur le tropisme du virus BCoV (digestif et respiratoire) que sur
14 l'épidémiologie de ces infections. Par contre, on ne dispose que de peu de données publiées
15 sur le rôle et l'importance du coronavirus chez le mouton (*Ovis aries*) et chez la chèvre
16 (*Capra hircus*). Beaucoup d'études, cliniques, épidémiologiques ou sur la transmission
17 interspécifique proviennent de pays ou régions ayant de fortes populations en petits
18 ruminants domestiques : bassin méditerranéen, Moyen-Orient, Afrique et Asie.

19

20 **DES CORONAVIRUS NON SPECIFIQUES**

21 Les premières études détectant, principalement par microscopie électronique, des coronavirus
22 essentiellement à partir de diarrhées ovines ont utilisé la dénomination « coronavirus-like
23 particles » pour les caractériser (Tzipori *et al*, 1979 ; Pass *et al*, 1982). Munoz *et al* (1996),
24 analysant des prélèvements de fèces de chevreaux et agneaux diarrhéiques en période
25 néonatale à l'aide d'un test Elisa indirect de blocage détectant le coronavirus bovin, n'ont
26 trouvé aucune positivité sur la recherche de coronavirus : les auteurs se sont demandé si la
27 prévalence était réellement très faible ou si les coronavirus des petits ruminants étaient
28 distincts génétiquement du virus bovin (BCoV). En fait, les scientifiques s'accordent
29 désormais sur le fait que les virus isolés chez les ovins et caprins ont des similarités
30 biologiques, antigéniques et génétiques avec le coronavirus bovin (BCoV) et que ce sont ces
31 souches « BCoV-like » qui circulent sur le terrain chez les petits ruminants (Martella *et al*,

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 2015 ; Decaro & Lorusso, 2020). Plusieurs questions se sont ensuite posées tant sur le rôle de
2 ces virus dans l'étiologie des diarrhées chez les ovins (Martella et al, 2015) et chez les caprins
3 (Omacap) que sur la question de la transmission de ces souches « BCov-like » entre moutons
4 ou chèvres.

5

6 **UNE PREVALENCE TRES VARIABLE**

7 **1. Chez les ovins**

8 Des particules virales « BCoV-like » ont été détectés dans les fèces de moutons dans
9 différents pays : Australie, Nouvelle-Zélande, Chili, Ecosse et Hongrie. Des anticorps dirigés
10 contre le coronavirus bovin ont été détectés en Allemagne, Suède et au Japon (Saif *et al*,
11 2004). Les données de prévalence sont en effet variables selon la méthode de détection
12 utilisée (isolement viral sur fèces ou sérologie), le type et l'âge des ovins prélevés (de
13 l'agneau après la naissance jusqu'au mouton adulte), le nombre d'animaux prélevés,
14 l'existence ou non de troubles digestifs (diarrhées) lors des prélèvements. Ainsi certains
15 auteurs n'ont pas isolé de coronavirus sur des fèces d'agneaux à diarrhée (Munoz *et al*,
16 1996 en Espagne ; Ozmen *et al*, 2006 en Turquie). D'autres publications font état d'une mise
17 en évidence du coronavirus de manière très ponctuelle, sur un nombre limité d'animaux ou
18 d'élevages (Durham *et al*, 1979 en Nouvelle-Zélande ; Harp *et al*, 1981 aux USA). Enfin, une
19 prévalence plus importante a été observée soit sur agneaux diarrhéiques (8 % pour
20 Koromyslov *et al*, 1984 en Russie ; 19,6 % pour Shabana *et al*, 2017 en Arabie Saoudite), soit
21 sur ovins sevrés et adultes (10 % pour Tzipori *et al*, 1978 en Australie ; 19 % pour Traven *et*
22 *al*, 1999 en Suède ; 25,8 % pour Burimuah *et al*, 2019 au Ghana). En ce qui concerne les
23 facteurs de risques, l'âge est évoqué par certains auteurs, notamment la plus grande sensibilité
24 des jeunes (agneaux avant sevrage). Shabana et al (2017) ont observé une prévalence
25 supérieure du coronavirus dans une pathologie digestive chez les animaux de 0 à 1 an (9,8 %)
26 par rapport aux ovins de 1 à 2 ans (4,9 %) et de 2 à 3 ans (5,2 %). L'incidence des diarrhées
27 néonatales des agneaux serait plus élevée en fin de saison de mises-bas (Millemann *et al*,
28 2003). Le risque de la présence de bovins infectés près de troupeaux de moutons a été
29 soulignée par Traven *et al* (1999) : la séropositivité des moutons serait en relation avec une
30 infection directe ou indirecte (fèces) par des bovins infectés par le BCoV. Enfin certaines
31 enquêtes de prévalence du coronavirus sur agneaux diarrhéiques soulignent la présence
32 d'autres agents pathogènes qui agiraient en association ou complication avec les souches

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 « BCoV-like » : les colibacilles (9 % des associations mixtes pour Shabana *et al*, 2017), mais
2 aussi les cryptosporidies, coccidies et salmonelles (Underwood *et al*, 2015).

3

4 2. Chez les caprins

5 Selon Amer (2018), la prévalence du coronavirus est faible dans les élevages caprins. Elle
6 était même nulle dans l'enquête espagnole de Munoz *et al* (1996), sur la base de 46 épisodes
7 diarrhéiques sur des chevreaux. L'étude de séroprévalence de Yang *et al* (2008), sur 804
8 chèvres issues de 144 élevages de Corée du Sud, aboutit à une incidence de 2,4 % dans les
9 élevages et un taux de séropositivité individuelle de 1 %. D'autres auteurs ont trouvé une
10 prévalence moyenne à élevée : 15,97 % d'isolement (Singh *et al*, 2018 en Inde sur 238
11 chevreaux diarrhéiques de moins de 3 mois) ; 16,2 % d'isolement (Shabana *et al*, 2017 en
12 Arabie Saoudite sur 117 caprins avec diarrhées de moins de 3 ans) ; 41,12 % de
13 séroprévalence (Gumusova *et al*, 2007 en Turquie sur 107 chèvres de plus d'un an) ; 43,1 %
14 de séropositivité (Burimuah *et al*, 2019 au Ghana sur 66 chèvres malades de plus de 6 mois).
15 Shabana *et al* (2017) mettent en évidence, comme pour les ovins, un effet âge avec les caprins
16 de moins d'un an plus atteints (6,8 % *versus* 4,3 et 5,1 % respectivement pour les catégories
17 1-2 puis 2-3 ans). Enfin, le coronavirus est associé à d'autres agents pathogènes lors de
18 diarrhées chez les chevreaux de la naissance à 3 mois d'âge (Singh *et al*, 2018) avec dans
19 l'ordre de prévalence : les colibacilles entéropathogènes (EPEC : 11,34 %), les rotavirus du
20 groupe A (GARV : 5,88 %), l'association EPEC + GARV (4,20 %), *Clostridium perfringens*
21 (2,1 %).

22

23 DES SIGNES CLINIQUES INCONSTANTS

24 Dans les 2 espèces, ce sont les troubles digestifs (diarrhées) qui sont associés aux infections à
25 « BCoV-like », particulièrement chez les jeunes animaux. Une seule référence fait allusion à
26 des signes respiratoires modérés, outre les symptômes digestifs, chez des agneaux
27 (Underwood *et al*, 2015). Cependant, de nombreux auteurs se posent la question sur
28 l'implication réelle des coronavirus dans l'étiologie des diarrhées néonatales des petits
29 ruminants (Martella *et al*, 2015 ; Amer, 2018 ; Ozmen *et al*, 2018 ; Decaro & Lorusso, 2020).
30 Le rôle des virus en général dans cette pathologie digestive est peut-être mal décrit en raison
31 de l'absence fréquente d'outils diagnostiques appropriés (Omacap).

32 1. Chez les ovins

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 De manière générale, le rôle des virus dans les gastro-entérites de l'agneau est moins
2 important en comparaison du veau, alors que c'est la situation inverse pour les entérotoxémies
3 (Millemann *et al*, 2003). Les viroses digestives chez l'agneau sont essentiellement dues aux
4 rotavirus (Brugère-Picoux, 2011). Sinon les agents pathogènes majeurs dans ces troubles
5 digestifs restent les colibacilles, cryptosporidies puis clostridies (Millemann *et al*, 2003 ;
6 Brugère-Picoux, 2011). Le plus souvent, la diarrhée est le seul symptôme observé, les signes
7 généraux étant rares (parfois de la déshydratation), avec une guérison spontanée en 3 à 4
8 jours. La diarrhée est liquide, de couleur verdâtre (Tzipori *et al*, 1978 ; Millemann *et al*,
9 2003). Certains auteurs ont décrit des formes plus sévères, notamment chez l'agneau
10 (Underwood *et al*, 2015) : diarrhée jaune, semi-fluide à aqueuse, avec possiblement
11 déshydratation, perte de poids, anorexie, acidose et occasionnellement mort des animaux. De
12 manière plus anecdotique, Durham *et al* (1979) avaient observé ces mêmes signes graves sur
13 des ovins de 12 à 26 semaines d'âge, avec des morbidité et mortalité respectivement de 40 et
14 15 %.

15 **2. Chez les caprins**

16 Les diarrhées sont la cause majeure de mortalité des chevreaux. Les diarrhées d'origine
17 alimentaire ont un impact plus important par rapport à l'agneau et on n'isole aucun agent
18 infectieux dans 20 % des épisodes de diarrhée du chevreau (Millemann *et al*, 2003). Les
19 causes infectieuses dépendent de l'âge : les colibacilles dans la première semaine, les
20 cryptosporidies de 1 à 4 semaines, clostridies et coccidies au-delà de 4 semaines (Omacap).
21 Le coronavirus pourrait être impliqué dans les diarrhées néonatales du chevreau, mais surtout
22 en coinfection avec d'autres agents pathogènes (Smith & Sherman, 2009). Les diarrhées sont,
23 comme chez l'agneau, souvent le seul signe clinique décrit ; les signes généraux sont rares et
24 une guérison est observée en quelques jours. Lors d'une enquête menée sur 107 chèvres
25 adultes (plus d'un an d'âge), Gumusova *et al* (2007) se sont posé la question sur l'existence
26 d'une forme clinique d'entérite hémorragique hivernale (« winter dysentery », syndrome
27 couramment décrit chez les bovins) sur des caprins à l'âge adulte.

28

29 **DIAGNOSTIC AU LABORATOIRE**

30 Les méthodes diagnostiques par rapport aux coronaviroses des petits ruminants ont fait appel
31 à des tests de caractérisation des particules virales (microscopie électronique, Elisa,
32 immunohistochimie) et de sérologie (séroneutralisation, immunofluorescence, inhibition de

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 l'hémagglutination). L'immunohistochimie (IHC) a entraîné des immunoréactions positives
2 dans les entérocytes, cryptes épithéliales et macrophages de la muqueuse digestive
3 (particulièrement au niveau du jéjunum) (Ozmen *et al*, 2006 et 2018).

4 5 **TRANSMISSION INTERSPECIFIQUE ET POTENTIEL ZOONOTIQUE**

6 Comme précédemment évoqué, certains auteurs mettent en avant la contamination possible
7 des ovins et caprins à partir de bovins infectés par des souches de BCoV. Gumusova *et al*
8 (2007) suggèrent d'investiguer, à l'inverse, le rôle des caprins dans la contamination de
9 bovins par des souches de type BCoV. Plus récemment, les scientifiques ont particulièrement
10 étudié le rôle potentiel des petits ruminants (surtout les caprins) comme hôtes intermédiaires
11 et agents de transmission du virus responsable chez l'homme du « Middle East Respiratory
12 Syndrome », à savoir le MERS-CoV. Hemida *et al* (2013), en Arabie Saoudite, n'avaient
13 trouvé aucune séropositivité (séroneutralisation) vis-à-vis du MERS-CoV sur chèvres (45
14 animaux) et moutons (100 animaux). Cependant, Stalin Raj *et al* (2014) avaient identifié la
15 protéine DPP4 (chez dromadaires et chèvres) comme récepteur fonctionnel du MERS-CoV.
16 Eckerle *et al* (2014) avaient répliqué avec succès le MERS-CoV dans des lignées cellulaires
17 de chèvre (poumon et rein). La chèvre pouvait-elle être un hôte intermédiaire du virus ?
18 Adney *et al* (2016) ont inoculé par voie intranasale le MERS-CoV à 5 chevreaux (en contact
19 avec 2 mères) et 3 moutons adultes. Ils ont utilisé l'immunofluorescence pour titrer le virus
20 sur écouvillons nasaux, la sérologie dans les 4 semaines suivant l'infection,
21 l'immunohistochimie sur tissus (après autopsie). Une excrétion virale faible a été détectée sur
22 un chevreau ; une séroconversion a été constatée sur la plupart des chevreaux mais pas de
23 clinique associée. Sur les moutons, une faible détection de virus est constatée sur 2 moutons
24 mais aucune séroconversion ni signes cliniques. Les auteurs concluent à la probable « non
25 importance » des 2 espèces (ovine et caprine) dans la transmission du MERS-CoV. El-Duah
26 et al (2019), au Ghana, n'ont isolé aucun virus du clade 2c du coronavirus (dont le MERS-
27 CoV) chez des moutons et chèvres, sur la base d'un diagnostic par PCR sur écouvillons
28 rectaux. Enfin, Kandeil *et al* (2019) ont mené une large enquête sur de nombreuses espèces
29 domestiques exposées régulièrement à des populations de dromadaires ; rappelons que cette
30 dernière espèce est reconnue comme hôte intermédiaire du MERS-CoV, avec un rôle potentiel
31 dans la transmission de ce virus à l'homme (Mohd *et al*, 2016). Ils ont réalisé ainsi une double
32 enquête : sérologique (par séroneutralisation) et virologique (RT-PCR sur écouvillons

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 nasaux). Les élevages concernés étaient sélectionnés dans 3 pays africains : Egypte, Sénégal
2 et Tunisie. La positivité virologique a été observée sur 1,2 % (3 animaux sur 254) et 4,1 % (5
3 animaux sur 121), respectivement des moutons et chèvres. Une séropositivité a concerné 20,9
4 % des moutons (37 animaux sur 177) et 0,9 % des chèvres (1 animal sur 107). Les auteurs
5 concluent en l'infection possible de ces espèces de petits ruminants, mais en présence de
6 dromadaires. Donc il est impossible de conclure quant au risque de transmission de ces
7 espèces à d'autres espèces ou à l'homme, en l'absence de dromadaires présents dans ces
8 élevages. En ce qui concerne l'infection au SARS-CoV-2 (Covid-19), Qiu *et al* (2020)
9 précisent que ce virus pourrait utiliser la protéine réceptrice ACE2 (« angiotensin converting
10 enzyme 2 ») de diverses espèces de mammifères, dont la chèvre et le mouton, pour y associer
11 la partie « RBD » (« receptor-binding domain ») de sa protéine S et ainsi favoriser le
12 processus infectieux. Plusieurs publications ont comparé en théorie les séquences de cette
13 protéine réceptrice ACE2 de l'homme et de nombreuses espèces animales. Sun *et al* (2020)
14 ont comparé la séquence de 19 acides aminés de la protéine ACE2 entre l'homme et diverses
15 espèces dont le mouton : une similarité a été établie pour 15 des 19 acides aminés. Luan *et al*
16 (2020) ont mis en évidence une similarité pour 18 acides aminés de la protéine ACE2 du
17 mouton sur une séquence de 20 acides aminés considérés comme essentiels au niveau de la
18 même protéine de l'homme. La dernière étude de Damas *et al* (2020) a opéré la comparaison
19 d'une séquence de 25 acides aminés de la protéine ACE 2 entre l'homme et de très
20 nombreuses espèces animales domestiques et sauvages, puis ont catégorisé ces espèces selon
21 un risque théorique de sensibilité à l'infection par le SARS-CoV-2 : mouton et chèvre ont été
22 classés dans la catégorie à risque « moyen » (21 acides aminés communs sur 25). Plus
23 récemment encore, Lam *et al* (2020) ont évalué la stabilité de la liaison entre la protéine S du
24 virus SARS-CoV-2 et son récepteur majeur, ACE2, cela chez pas moins de 215 espèces de
25 vertébrés. Ils ont ensuite calculé le changement en énergie de liaison du complexe S/ACE2
26 dans chaque espèce relativement à l'homme. Puis ils ont analysé la corrélation existant entre
27 ces valeurs et les données de sensibilité au virus disponibles in vitro et/ou in vivo. Il en ressort
28 qu'une majorité d'espèces de Mammifères sont potentiellement sensibles au SARS-CoV-2 ; le
29 cas de l'espèce ovine a interpellé les auteurs, car ceux-ci n'ont pas obtenu de variation de
30 l'énergie du complexe S/ACE2 chez *Ovis aries* par rapport à l'homme (comme pour les
31 grands Primates), ce qui pourrait laisser présager d'une forte sensibilité de l'espèce ovine au
32 virus responsable du Covid-19. Or le mouton, espèce domestiquée, est bien évidemment en

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 contact étroit avec l'homme. Ceci dit, à ce jour (en mai 2020), on ne peut conclure sur la
2 sensibilité naturelle (in vivo) des espèces ovine et caprine au SARS-CoV-2, leur rôle potentiel
3 de réservoir et sur leur capacité de transmission de ce virus des petits ruminants domestiques à
4 d'autres espèces animales et à l'homme.

5

6 **CONCLUSION**

7 Les coronaviroses ne constituent pas des infections majeures chez les petits ruminants. Leur
8 implication dans le complexe des diarrhées, notamment chez les jeunes animaux, est
9 certainement limitée dans nos conditions d'élevage, du moins lors d'une infection aux seules
10 souches « BCoV-like ». Cependant, il serait intéressant de conduire des études
11 épidémiologiques plus complètes, notamment dans les pays européens, afin d'avoir une idée
12 plus précise sur la réalité de ces infections dans différents contextes de production (élevages
13 laitiers, élevages à viande). En l'absence de solutions vaccinales spécifiques, conduite
14 d'élevage, mesures d'hygiène et traitement symptomatique restent les moyens de contrôle de
15 ces infections virales.

16

17 **CONFLITS D'INTERET**

18 L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêt dans la rédaction de cette note qui n'exprime que
19 son opinion personnelle.

20

21 **BIBLIOGRAPHIE**

22 Adney DR, Brown VR, Porter SM, Bielefeldt-Ohmann H, Hartwig AE, Bowen RA.
23 Inoculation of Goats, Sheep, and Horses with MERS-CoV Does Not Result in Productive
24 Viral Shedding. *Viruses*. 2016; 8, 230. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/v8080230>
25 (consulté le 17/04/2020).

26

27 Amer HM. Bovine-like coronaviruses in domestic and wild ruminants. *Animal Health*
28 *Research Reviews*. 2018; 19: 113–124.

29

30 Brugère-Picoux J. Diarrhées des agneaux (diagnostic différentiel). In: *Maladies infectieuses*
31 *du mouton*. Editions France Agricole. 2011; pp 79-84.

32

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 Burimuah, V, Sylverkenc A, Owusud M, El-Duaha P, Yeboaha R, Lampteya J *et al.* Sero-
2 prevalence, cross-species infection and serological determinants of prevalence of Bovine
3 Coronavirus in Cattle, Sheep and Goats in Ghana. *Vet Microbiol.* 2020. Disponible sur:
4 <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2019.108544> (consulté le 15/04/2020).
5
6 Damas J, Hughes GM, Keough KC, Painter CA, Persky NS, Corbo M. Broad Host Range of
7 SARS-CoV-2 Predicted by Comparative and Structural Analysis of ACE2 in Vertebrates.
8 *BIORXIV.* 2020. Disponible sur <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.045302> (consulté le
9 20/04/2020).
10
11 Decaro N & Lorusso A. Novel human coronavirus (SARS-CoV-2): a lesson from animal
12 coronaviruses. *Vet Microbiol.* 2020. Disponible sur :
13 <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108693> (consulté le 16/04/2020).
14
15 Durham PJK, Stevenson BJ, Farquharson BC. Rotavirus and coronavirus associated diarrhoea
16 in domestic animals. *New Zealand Veterinary Journal.* 1979; 27 (3): 30-32.
17
18 Eckerle I, Corman VM, Müller MA, Lenk M, Ulrich RG, Drosten C. Replicative Capacity of
19 MERS Coronavirus in Livestock Cell Lines. *Emerging Infectious Diseases.* 2014; 20 (2): 276-
20 279.
21
22 El-Duah P, Sylverken A, Owusu M, Yeboah R, Lamptey J, Frimpong YO. Potential
23 Intermediate Hosts for Coronavirus Transmission: No Evidence of Clade 2c Coronaviruses
24 in Domestic Livestock from Ghana. *Trop Med Infect. Dis.* 2019; 4, 34. Disponible sur :
25 <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4010034> (consulté le 17/04/2020).
26
27 Gumusova OS, Yazici Z, Albayrak H, Çakiroglu D. First report of bovine rotavirus and
28 bovine coronavirus seroprevalence in goats in Turkey. *Vet glasnik.* 2007; 61 (1-2): 75- 79.
29
30 Harp JA, Myers LL, Rich JE, Gates NL. Role of *Salmonella arizonae* and other infective
31 agents in enteric disease of lambs. *Am J Vet Res.* 1981; 42(4): 596-599.
32

1 Hemida MG, Perera¹ RA, Wang P, Alhammadi MA, Siu LY, Li M. Middle East Respiratory
2 Syndrome (MERS) coronavirus seroprevalence in domestic livestock in Saudi Arabia, 2010 to
3 2013. Euro Surveill. 2013; 18(50): pii=20659. Disponible sur:
4 <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20659> (consulté le 17/04/2020).
5
6 Kandeil A, Gomaaa M, Shehataa M, El-Taweela A, Kayeda AE, Abiadhb A. Middle East
7 respiratory syndrome coronavirus infection in non-camelid domestic mammals. Emerging
8 Microbes & Infections. 2019; 8. Disponible sur :
9 <https://doi.org/10.1080/22221751.2018.1560235> (consulté le 17/04/2020).
10
11 Koromyslov GF, Avilov VS, Gogolev MM, Sokolova NL, Mnikova LA, Matyugina NI.
12 Rotavirus and coronavirus infections in calves. Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi Nauki. 1984;
13 7: 129-136 (summary).
14
15 Lam S, Bordin N, Waman VP, Scholes HM, Ashford P, Sen N *et al.* SARS-CoV-2 spike
16 protein predicted to form stable complexes with host receptor protein orthologues from
17 mammals, but not fish, birds or reptiles. bioRxiv. 2020; 05.01.072371. Disponible sur
18 <https://doi.org/10.1101/2020.05.01.072371>.
19
20 Luan J, Jin X, Lu Y, Zhang L. SARS-CoV-2 spike protein favors ACE2 from Bovidae and
21 Cricetidae. J Med Virol. 2020; available online <https://doi.org/10.1002/jmv.25817> (consulté le
22 10 avril 2020).
23
24 Martella V, Decaro N, Buonavoglia C. Enteric viral infections in lambs or kids. Vet
25 Microbiol. 2015; 181: 154–160.
26
27 Millemann Y, Adjou K, Maillard R, Polack B, Chartier C. Les diarrhées néonatales
28 des agneaux et des chevreaux. Point Vet. 2003; 233: 22-29.
29
30 Munoz M, Alvarez M, Lanza I, Carmenes P. Role of enteric pathogens in the aetiology of
31 neonatal diarrhoea in lambs and goat kids in Spain. Epidemiol Infect. 1996; 117: 203-211.
32

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 Omacap. Troubles digestifs du nouveau-né. Portail santé des chèvres. Disponible sur :
2 <http://sante-chevres.fr/IMG/pdf/digestif-chevreau-gsc2010.pdf> (consulté le 15/04/2020).
3
4 Mohd HA, Al-Tawfiq JA, Memish1 ZA. Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus
5 (MERS-CoV) origin and animal reservoir. Virology Journal. 2016; 13 (87). Disponible sur :
6 <https://doi.org/10.1186/s12985-016-0544-0> (consulté le 17/04/2020).
7
8 Ozmen O, Yukari BA, Haligur M, Sahinduran S. Observations and immunohistochemical
9 detection of Coronavirus, *Cryptosporidium parvum* and *Giardia intestinalis* in neonatal
10 diarrhoea in lambs an kids. Schweiz Arch Tierheilk. 2006; 148 (7): 357-364.
11
12 Ozmen O, Haligur M, Aydogan A, Demir N. Immunohistochemical Detection of Viral
13 Etiopathogenesis in Lambs and Goat Kids with Neonatal Diarrhoea. Acta Scientiae
14 Veterinariae. 2018; 46. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.22456/1679-9216.83864>
15 (consulté le 16/04/2020).
16
17 Pass DA, Penhale WJ, Wilcox GE, Batey RG. Intestinal coronavirus-like particles in sheep
18 with diarrhoea. Vet Rec. 1982; 111 (5): 106-107.
19
20 Qiu Y, Zao Y, Wang Q, Li J, Zhou Z, Liao C *and al.* Predicting the angiotensin converting
21 enzyme 2 (ACE2) utilizing capability as the receptor of SARS-CoV-2. Microbes and
22 Infection. 2020. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2020.03.003> (consulté le
23 18/04/2020).
24
25 Saif LJ, Jung K, Wang Q. Ovine coronavirus infection. In: Infectious Diseases of Livestock,
26 Part 2. Coetzer JAW, Thomson GR, Maclachlan NJ, Penrith NL, editors. Oxford Edition.
27 2004. Disponible sur : <https://www.anipedia.org/resources/ovine-coronavirus-infection/1038>
28 (consulté le 15/04/2020).
29
30 Shabana II, Bouqellah NA, Zaraket H. Investigation of viral and bacterial enteropathogens of
31 diarrheic sheep and goats in Medina, Saudi Arabia. Tropical Biomedicine. 2017; 34 (4): 1–12.
32

(1) Académie Vétérinaire de France. Courriel : ridremont@bbox.fr

1 Singh DD, Pawaiya RS, Gururaj K, Gangwar NK, Mishra AK, Andani D *et al.* Molecular
2 detection of *Clostridium perfringens* toxinotypes, Enteropathogenic *Escherichia coli*,
3 rotavirus and coronavirus in diarrheic fecal samples of neonatal goat kids. *Veterinarski Arhiv.*
4 2018; 88 (1): 1-20.
5
6 Smith MC & Sherman DM. Digestive system. In: *Goat Medicine*, 2nd Edition. Wiley-
7 Blackwell Edition. 2009; pp 377-500.
8
9 Stalin Raj V, Osterhaus ADME, Fouchier RAM, Haagmans BL. MERS: emergence of a novel
10 human coronavirus. *Current Opinion in Virology.* 2014; 5: 58–62.
11
12 Sun J, He W, Wang L, Lai A, Ji X, Zhai X *et al.* COVID-19: Epidemiology, Evolution, and
13 Cross-Disciplinary Perspectives. *Trends in Molecular Medicine.* 2020; available online
14 <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0118-9> (consulté le 10 avril 2020).
15
16 Tråvén M, Carlsson U, Lundén A, Larsson B. Serum antibodies to bovine coronavirus in
17 Swedish sheep. *Acta Vet Scand.* 1999; 40(1): 69-74.
18
19 Tzipori S, Smith M, Makin T. Enteric Coronavirus-like particles in sheep. *Austr Vet J.* 1978;
20 54: 320-321.
21
22 Underwood WJ, Blauwiekel R, Delano ML, Gillesby R, Mischler SA, Schoell A. Biology and
23 Diseases of Ruminants (Sheep, Goats, and Cattle). In: *Laboratory Animal Medicine*, 3rd
24 Edition. Anderson L, Otto G, Pritchett-Corning K, Whary M, editors. Academic Press
25 Edition. 2015; pp 623-694.
26
27 Yang D, Hwang I, Kim B, Kweon C, Lee K, Kang M. Serosurveillance of Viral Diseases in
28 Korean Native Goats (*Capra hircus*). *J Vet Med Sci.* 2008; 70(9): 977–979.
29
30