

1 **LES CORONAVIROSES DU LAPIN**
2 ***CORONAVIRUS INFECTIONS IN RABBITS***

3
4
5
6
7
8

Par Bertrand RIDREMONT⁽¹⁾⁽²⁾

(Note soumise le 6 avril 2020, acceptée le 7 avril 2020)

9 **Résumé**

10 Les coronaviroses du lapin, initialement décrites dans les années 60, dues au RbCV,
11 constituent une entité pathologique ayant fait l'objet d'un nombre limité de publications et
12 dont l'impact réel sur la santé est encore très discuté dans l'espèce cunicole. En effet, les
13 coronavirus sont actuellement considérés comme des agents pathogènes secondaires,
14 spécialement quant à leur implication dans le syndrome diarrhéique du lapin sevré en élevage.

15 **Mots-clés : infection coronavirus, Rb-CoV, lapin, entérite**

16

17 ***Abstract***

18 *Rabbit coronavirus infections, originally described in the 1960 and due to RbCV, are of*
19 *limited concern in the literature and also practically on the field. Coronaviruses are currently*
20 *considered as secondary pathogens, especially concerning their implication in enteritis*
21 *syndrome of weaned rabbits.*

22 ***Keywords : coronavirus infection, Rb-CoV, rabbit, enteritis***

23

24

25 **INTRODUCTION**

26 La première description d'une infection à coronavirus dans l'espèce a été reportée par une
27 équipe scandinave lors d'une inoculation expérimentale d'extraits de tissu testiculaire de lapin
28 infecté par *Treponema pallidum* (agent de la syphilis) à des lapins (Jorgensen, 1968). Une
29 forme cardiorespiratoire avait alors été décrite, avec épanchement pleural, cardiomyopathie et
30 iridocyclite. Le tableau clinique avait été ensuite rapproché de celui de la Péritonite

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 Infectieuse Féline (PIF) (Osterhaus *et al*, 1982). Puis l'implication du coronavirus dans des
2 formes digestives (diarrhées) a été pour la première fois décrite au Canada dans les années 80
3 sur la base de l'observation de particules virales (appartenant à la famille des *Coronaviridae*)
4 par microscopie électronique sur des prélèvements de fèces de lapins de laboratoire
5 diarrhéiques (Lapierre *et al*, 1980). Enfin, le premier épisode clinique (syndrome entéritique)
6 par infection « naturelle » a été décrit par les Allemands sur des lapins de laboratoire (Eaton,
7 1984).

8

9 **LE VIRUS**

10 Le coronavirus du lapin (RbCV de manière générale ; RECV ou REV pour le virus à tropisme
11 digestif) est un virus non classé dans la famille des *Coronaviridae*, sous-famille des
12 *Coronavirinae* (Lavazza & Capucci, 2008 ; Amin Girh *et al*, 2019). Quelques auteurs
13 précurseurs sur cette thématique ont utilisé le terme « coronavirus-like » pour nommer les
14 particules virales mises en évidence dans leurs expérimentations (Osterhaus *et al*, 1982 ;
15 Eaton, 1984). La forme systémique de la maladie, initialement mise en évidence dans des
16 conditions expérimentales au laboratoire, appelée « Pleural Effusion Disease and
17 Cardiomyopathy » (PEDV) (Fennestad, 1985), avait fait pencher certains auteurs vers une
18 infection par un virus proche de celui de la Péritonite Infectieuse Féline (FIPV) (Osterhaus *et*
19 *al*, 1982). Parallèlement, des auteurs américains reproduisant un tableau clinique de
20 cardiomyopathie (myocardite et insuffisance cardiaque congestive), suite à une infection
21 expérimentale avec le coronavirus du lapin, avaient rapproché ce virus de celui du
22 coronavirus humain souche 229E (HCoV-229E) (Small *et al*, 1979). La même équipe de
23 recherche de l'Iowa a ensuite tenté de rapprocher le coronavirus du lapin d'autres coronavirus
24 d'espèces animales (Small & Woods, 1987). Ainsi ils ont obtenu expérimentalement du sérum
25 hyperimmun (anti-sérum) provenant de lapins infectés par le RbCV qu'ils ont mis en présence
26 de trois coronavirus d'origine animale (par radio-immunologie RIA) : le virus de la PIF
27 (FIPV), celui de la gastro-entérite transmissible du porc (TGEV) et le coronavirus (digestif)
28 canin (CCV). Les résultats ont bien montré des réactions croisées entre l'antisérum et les virus
29 testés. Un essai en parallèle de séroneutralisation sur plaques a confirmé, de manière moins
30 nette pour les virus CCV et TGEV, cette potentielle parenté antigénique entre le coronavirus
31 du lapin et les trois virus testés.

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 L'EXPRESSION CLINIQUE

2 Il est décrit très tôt dans la littérature deux manifestations cliniques distinctes de l'infection à
3 coronavirus chez le lapin : une forme cardiorespiratoire et une forme digestive.

4 La forme cardiorespiratoire ou systémique

5 Celle-ci a été reproduite dans des conditions expérimentales dès les années 60, mais n'a
6 jamais été mise en évidence chez les lapins d'élevage et les lapins de compagnie (DiGiacomo
7 & Mare, 1994, Kerr & Donnelly, 2013 ; Varga, 2014a). Ce n'est donc pas, dans l'état actuel
8 de nos connaissances, une forme « naturelle ». Son expression, en conditions de laboratoire,
9 va d'une forme subclinique à une infection sévère. Le tableau clinique souvent caractéristique
10 est cardiorespiratoire avec, comme précédemment évoqué, épanchement pleural et
11 cardiomyopathie (Edward *et al*, 1992 ; Alexander *et al*, 1992). Des symptômes généraux sont
12 décrits : fièvre (qui peut durer 5 à 10 jours), anorexie, perte de poids, atonie, tachypnée. La
13 mortalité peut être rapide (3 à 5 jours après inoculation) et élevée (jusque 35 à 40 %)
14 (Jorgensen, 1968 ; Fennestad, 1985).

15 La forme digestive

16 Celle-ci entre dans le complexe des entérites du lapin, avec les signes suivants : diarrhée
17 liquide, distension abdominale, anorexie, déshydratation (Eaton, 1984 ; Krogstad *et al*, 2005 ;
18 Kerr & Donnelly, 2013). Entre 40 et 60 % des lapins peuvent être affectés par le syndrome
19 entéritique. La mortalité a pu être observée sur lapins de laboratoire (dans les 24 heures après
20 l'apparition des symptômes) (Lapierre *et al*, 1980), mais pas lors d'infection expérimentale.
21 Ce dernier point pourrait induire l'hypothèse de la nécessité d'autres pathogènes (co-
22 infection) pour exacerber l'expression clinique digestive. Ce sont surtout les lapins âgés de 3 à
23 10 semaines qui sont affectés par ces entérites virales (Krogstad *et al*, 2005). En élevage de
24 lapins de chair, les Italiens ont observé deux formes digestives distinctes : une entéro-typhlite
25 catarrhale, hémorragique ou nécrotique sur 80 % des lapins malades ; une entérite mucoïde
26 avec atteinte forte du *caecum* pour 20 % des lapins atteints (Nieddu *et al*, 2000). L'entérite à
27 coronavirus serait donc essentiellement une pathologie du lapin sevré.

28

29 DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES

30 Des enquêtes de prévalence ont été parfois menées des années 80 aux années 2000 dans
31 différentes conditions d'élevage et concernaient la forme digestive de l'infection. Ainsi

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 certains auteurs ont fait part de fortes prévalences, sur la base d'enquêtes
2 séroépidémiologiques, dans les élevages de lapins de laboratoire (Lavazza & Capucci, 2008 ;
3 Varga, 2014b). Des premières enquêtes réalisées dans des élevages de lapins du Canada et du
4 Nord-Ouest des USA faisaient part d'une prévalence des anticorps anti-coronavirus du lapin
5 de 3 à 33 %, sur la base d'un test sérologique contre le coronavirus canin (CCV) (Krogstad *et*
6 *al*, 2005). Les seules publications réalisées à large échelle dans les élevages de lapins de chair
7 en Europe viennent d'Italie, à savoir de l'équipe de Lavazza (ISZLER). Une première étude a
8 été conduite sur les années 1982-85 puis 1990-99 sur la base de l'analyse de 1067
9 prélèvements de fèces provenant de lapins ayant exprimé des troubles digestifs (au moins un
10 lapin prélevé par élevage) (Nieddu *et al*, 2000). La recherche de particules virales a été
11 réalisée par microscopie électronique à coloration négative. Une origine virale a été confirmée
12 pour 37,3 % des prélèvements ; le coronavirus représentait 25,6 % des prélèvements pour
13 lesquels on a retrouvé des particules virales. Ce type d'enquête a été renouvelé par la même
14 équipe entre 2002 et 2007 (Lavazza *et al*, 2008). Ce sont 243 prélèvements de fèces qui ont
15 été analysés : ils provenaient de lapins ayant un syndrome diarrhéique, âgés de 40 à 65 jours.
16 La recherche par microscopie électronique à coloration négative a mis en évidence une
17 présence virale sur 45,3 % des prélèvements ; parmi cet échantillonnage positif au niveau
18 viral, le coronavirus a représenté 24,7 % des échantillons. Dans 80 % des cas d'isolement du
19 coronavirus, celui-ci était associé au rotavirus du lapin (hypothèse d'une co-infection ?).
20 Enfin, une enquête de séroprévalence complémentaire encore réalisée par les Italiens (Ceriali
21 & Lavazza, 2006) a conclu à la présence d'anticorps anti-coronavirus dans 100 % des
22 élevages avec une séroprévalence intra-élevage de 3 à 40 %. La réalité du rôle du coronavirus
23 en association avec d'autres agents pathogènes dans le syndrome entéritique du lapin sevré est
24 soulignée par d'autres auteurs, notamment avec le rotavirus (Lavazza & Capucci, 2008), mais
25 aussi vis-à-vis des parasites et des bactéries (*E. coli* et *C. perfringens*) (Peeters *et al*, 1984 ;
26 Eaton, 1984). L'Entéropathie Epizootique du Lapin (EEL) est une maladie émergente
27 correspondant à un syndrome digestif grave apparu au milieu des années 90 et dont l'agent
28 étiologique est toujours inconnu. Sur la base de la recherche d'agents pathogènes dans des
29 inoculats de contenus caecaux obtenus à partir de lapins malades et administrés à des lapins
30 EOPS, l'hypothèse d'une origine virale (donc des coronavirus) a été écartée (travaux de la
31 station INRA de Nouzilly, Licois, 2007).

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 On ne dispose pas, à notre connaissance, de données en France sur la prévalence et l'impact
2 zooteknique et sanitaire des coronaviruses du lapin de chair et de compagnie.

3

4 **ELEMENTS DE DIAGNOSTIC**

5 Le diagnostic nécropsique et analytique au laboratoire a souvent été réalisé par rapport aux
6 deux formes d'expression clinique.

7 **Forme systémique**

8 Les inoculations expérimentales ont permis de distinguer une évolution en deux phases. Dans
9 les huit premiers jours ont été observés des phénomènes de dégénérescence cardiaque avec
10 des lésions de nécrose, d'œdème interstitiel et hémorragique, mais aussi un épanchement
11 pleural et une congestion pulmonaire ; puis au bout de neuf jours s'est développée une
12 myocardite et est apparue une dilatation du ventricule droit (Edwards *et al*, 1992). D'autres
13 auteurs ont pu observer également des foyers de dégénérescence du thymus et des nœuds
14 lymphatiques, des lésions oculaires (iridocyclite, uvéite). Au niveau biologique, ont été
15 relevés notamment : une leucocytose, une lymphocytopénie, une anémie et une
16 hypergammaglobulinémie (DiGiacomo & Mare, 1994).

17 **Forme digestive**

18 Le tableau nécropsique est classiquement celui d'une entérite. On observe une congestion de
19 l'intestin grêle, un contenu caecal liquide. Au niveau histologique, on peut mettre en évidence
20 une nécrose des villosités intestinales, un œdème de la muqueuse intestinale (Krogstad *et al*,
21 2005 ; Kerr & Donnelly, 2013). Initialement, le coronavirus du lapin agglutinant les
22 érythrocytes, une méthode d'inhibition de l'hémagglutination (IHA) sur prélèvements de
23 fèces a pu être utilisée (Lapierre *et al*, 1980). La recherche du coronavirus s'est souvent
24 réalisée en conditions expérimentales par microscopie électronique à coloration négative
25 (Lavazza & Capucci, 2008). On peut réaliser cette investigation sur le cœur ou sur les fèces
26 selon la forme clinique (Edwards *et al*, 1992 ; Krogstad *et al*, 2005). Lors d'infection
27 expérimentale de lapins avec reproduction d'une entérite, les auteurs ont pu isoler des
28 particules de coronavirus au moins 29 jours après l'infection (Descôteaux & Lussier, 1990).
29 La sérologie a souvent fait appel à des tests mis au point pour la mise en évidence d'anticorps
30 dirigés contre d'autres coronavirus. Cela a été le cas par exemple en Italie avec l'utilisation
31 d'une méthode ELISA sandwich élaborée vis-à-vis du coronavirus bovin (BCV) (Lavazza &

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 Capucci, 2008). Également le même type d'approche a été rapporté par rapport à des tests
2 sérologiques mis au point vis-à-vis du coronavirus canin (CCV) (Varga, 2014b) : une étude
3 sérologique sur 238 lapins de laboratoire a révélé que 23 animaux (10 %) avaient des
4 anticorps contre le CCV (Deeb *et al*, 1993). A ce jour, spécialement dans nos conditions
5 d'élevage, il n'existe pas de test sérologique spécifique utilisable en routine dans les
6 laboratoires vétérinaires.

7

8 **ENSEIGNEMENTS SUR LE POUVOIR PATHOGENE**

9 A la lumière des données de la bibliographie et des expériences pratiques en conditions de
10 terrain, on peut formuler certaines hypothèses ou conclusions par rapport au pouvoir
11 pathogène du coronavirus du lapin :

12 1. Les coronaviroses du lapin ne sont pas une pathologie virale dominante dans cette espèce ;
13 les viroses majeures restent la myxomatose et la maladie virale hémorragique (celle-ci
14 spécifiquement dans sa forme actuelle due au virus variant RHDV2).

15 2. Le coronavirus ne s'exprime probablement pas sous sa forme cardiorespiratoire chez les
16 lapins de chair et de compagnie, mais seulement sous sa forme digestive (Collectif, 2017).

17 3. La prévalence du coronavirus apparaît élevée dans certaines conditions (lapins de
18 laboratoire et d'élevage) (Lavazza & Capucci, 2008).

19 4. Le coronavirus n'est certainement pas un pathogène primaire dans le cadre du complexe
20 des entérites du lapin. Il pourrait s'exprimer aussi sous forme d'une infection subclinique
21 (Lavazza & Capucci, 2008). Certains auteurs ont par ailleurs isolé des particules virales sur le
22 contenu gastro-intestinal de lapins malades mais aussi de lapins sains (Descôteaux *et al*,
23 1985).

24 5. Pour beaucoup d'auteurs, le coronavirus est chez le lapin un agent opportuniste ou
25 secondaire, présent naturellement ou non dans le tractus digestif (Boucher & Nouaille, 2013 ;
26 Knudsen, 2014).

27 6. Le coronavirus pourrait agir en association avec des agents viraux (rotavirus) ou bactériens
28 (colibacilles), et ainsi renforcer leur pouvoir pathogène (Lavazza & Capucci, 2008). Dans
29 certaines situations, le coronavirus pourrait en effet altérer la muqueuse intestinale et favoriser
30 l'implantation et la multiplication de bactéries pathogènes (Knudsen, 2014).

31

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 LE CONTRÔLE

2 Des auteurs (DiGiacomo & Mare, 1994) font état de mesures zootechniques tels l'isolement
3 des lapins infectés, le décalage du sevrage dans le temps, la distribution de foin, et médicales
4 comme la fluidothérapie lors de diarrhée sévère, l'administration de coccidiostatiques et
5 d'antibiotiques ... *a priori* sans succès dans la prévention et le traitement des diarrhées. Il
6 n'existe pas de vaccin commercialisé contre le coronavirus du lapin. Une étude déjà ancienne
7 (1984) réalisée en conditions de laboratoire avait montré une protection partielle de lapins
8 vaccinés avec des préparations à base de cultures cellulaires contenant soit le coronavirus
9 canin (CCV), soit le coronavirus félin (FIPV) (Small & Woods, 1987). Par contre, la
10 protection croisée n'avait pas été observée avec une même préparation contenant le virus
11 porcine de la GET (TEGV) ou un vaccin commercial à base de coronavirus et rotavirus bovins.
12 L'interprétation est cependant très difficile, compte-tenu notamment du nombre de lapins par
13 groupe testé (trois animaux).

14

15 DIVERSITE ET SPECTRE D'HÔTE CHEZ LES LEPORIDES

16 Une première étude récente réalisée en France, sous l'égide de l'Anses (Nancy et Maisons-
17 Alfort) en partenariat avec l'Institut Pasteur et l'Université de Normandie, visait à identifier
18 les alphacoronavirus (alpha-CoV) et betacoronavirus (beta-CoV) (présents dans des espèces
19 appartenant à la faune sauvage (chauves-souris, rongeurs, lapins, hérissons) (Montchatre-
20 Leroy *et al*, 2017). Ainsi, entre 2007 et 2009, des prélèvements d'intestins provenant de lapins
21 de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), tués lors des périodes autorisées de chasse, ont été
22 collectés dans 10 départements. Puis, à partir d'homogénats intestinaux, a été réalisée une
23 extraction de l'ARN, suivie d'une RT-PCR afin d'obtenir une séquence nucléotidique. Enfin
24 une analyse phylogénétique des séquences virales a été opérée. Sur un total de 291
25 prélèvements d'intestins analysés, 22 ont été diagnostiqués positifs au coronavirus
26 (prévalence globale estimée : 7,56 %). Sur les 22 séquences analysées, 17 étaient proches du
27 beta-CoV RbCoV HKU14 (identité : 94-98 %) et de l'alpha-CoV identifié chez des lièvres et
28 des lapins en Espagne (identité : 97-98 %) ; les 5 autres séquences étaient proches de l'alpha-
29 CoV KU739072 identifié au Royaume-Uni en 2016 chez des rongeurs (Tsoleridis *et al*, 2016)
30 (identité : 96-97 %). La publication conclut bien à un potentiel franchissement de la barrière
31 d'espèces dans le cas notamment des alpha-CoV (passage des rongeurs sauvages et lièvres

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 vers les lapins sauvages). Le beta-CoV RbCoV HKU14 (classé dans le sous-genre
2 *Embecovirus*) avait été isolé pour la première fois en Chine en 2012 sur des lapins
3 domestiques (Lau *et al*, 2012) : on pourrait conclure dans ce cas à un franchissement de la
4 barrière de « sous-espèce ». En effet, le lapin de garenne ou lapin commun (*Oryctolagus*
5 *cuniculus*) est souvent considéré comme l'ancêtre du lapin domestique (*Oryctolagus*
6 *cuniculus domesticus*). La seconde étude a été publiée en 2015 par une équipe de scientifiques
7 néerlandais et réalisée dans des conditions expérimentales : l'objectif était d'évaluer la
8 sensibilité du lapin domestique au virus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-
9 CoV) (Haagmans *et al*, 2015). A cette fin, les auteurs ont procédé à l'inoculation par voies
10 intranasale et intratrachéale du virus MERS-CoV à des lapins EOPS ; ils ont réalisé un suivi
11 clinique et virologique sur les 3 semaines suivant l'infection. Il n'a été observé ni signes
12 cliniques, ni lésions consécutives à l'infection. Le virus a été isolé à partir d'écouvillons
13 nasaux dans les 7 jours post-infection, ce qui n'a pas été le cas sur les écouvillons pharyngés
14 et rectaux. Au niveau des voies respiratoires profondes, du virus (en faible quantité) a été isolé
15 dans les poumons 3 jours après l'inoculation. Les auteurs ont conclu sur la possibilité d'une
16 infection asymptomatique due au MERS-CoV chez le lapin et sur le rôle potentiel de cette
17 espèce dans la transmission du virus. Par contre, on ne peut conclure sur un rôle de réservoir
18 qu'aurait le lapin par rapport au virus MERS-CoV. A ce jour, on dispose de peu de données
19 sur la sensibilité du lapin à l'infection par le coronavirus SARS-CoV-2 (Covid-19). Une
20 récente publication chinoise (Luan *et al*, 2020) avait pour objectif de rechercher la potentialité
21 pour certaines espèces de Mammifères et d'Oiseaux d'être des hôtes intermédiaires de ce
22 nouveau virus sur la base de l'analyse des protéines réceptrices pour le virus (ACE2). Le lapin
23 commun commun (*Oryctolagus cuniculus*) était dans les espèces testées, mais ne semblait pas
24 pouvoir être inclus dans un screening des espèces potentiellement « hôtes intermédiaires » du
25 SARS-CoV-2, contrairement par exemple aux *Bovidae* et *Cricetidae*.

26

27 **CONCLUSION**

28 Les coronaviroses du lapin, dues au RbCoV, sont des infections considérées comme
29 secondaires dans le complexe diarrhéique du lapin sevré. Il conviendrait cependant, grâce à
30 des études épidémiologiques et des moyens de diagnostic adaptés, d'apprécier la prévalence
31 réelle du virus dans les populations de lapins de chair et de compagnie et d'explorer

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

1 l'implication de ce virus comme agent exacerbant le pouvoir pathogène d'autres agents viraux
2 et bactériens (spécialement à la lumière de l'apparition de nouvelles viroses, comme
3 l'infection à RHDV2). Il apparaît ensuite nécessaire de réaliser une surveillance continue de
4 la circulation des coronavirus entre les populations de lapins sauvages et domestiques. Cette
5 stratégie permettrait également de mieux suivre les capacités d'évolution et d'adaptation du
6 coronavirus dans cette espèce.

7

8 **CONFLITS D'INTERET**

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

11

12 **BIBLIOGRAPHIE**

13 Alexander LK, Small JD, Edwards S, Baric RS. An Experimental Model for Dilated
14 Cardiomyopathy after Rabbit Coronavirus Infection. *The Journal of Infectious Diseases*.
15 1992; 166: 978-985.

16

17 Amin Girh ZMS, Rabie NS, Zaki MS, Fawzi OM. Viral Enteritis of Rabbits. *World Rural*
18 *Observations*. 2019; 11(3): 1-7.

19

20 Boucher S & Nouaille L. Syndrome diarrhéique - Causes virales. In: *Maladies des lapins*, 3rd
21 ed. Paris :La France Agricole; 2013, pp 36.

22

23 Cerioli M, Lavazza A. Viral enteritis of rabbits. In: *Recent Advances in Rabbit Sciences*.
24 Maertens L & Coudert P, editors. Melle : ILVO; 2006, pp 181-187.

25

26 Collectif. Coronaviridae. In: *Fenner's Veterinary Virology*, 5th ed. McLachlan NJ & Dubovi
27 EJ, editors. New-York: Academic Press; 2017, pp 435-461.

28

29 Deeb BJ, DiGiacomo RF, Evermann, J F, Thoules, M E. Prevalence of coronavirus antibodies
30 in rabbits. *Lab Anim Sci*. 1993; 43: 431-433.

31

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

- 1 Descôteaux JP, Lussier G, Berthiaume L, Alain R, Seguin C, Trudel M. An enteric
2 coronavirus of the rabbit : Detection by immunoelectronmicroscopy and identification of the
3 structural polypeptides. Arch Virol.1985; 84: 241-250.
4
- 5 Descôteaux JP & Lussier G. Experimental Infection of Young Rabbits with a Rabbit Enteric
6 Coronavirus. Can J Vet Res. 1990; 54:473-476.
7
- 8 DiGiacomo RF & Mare J. Viral diseases. In: The Biology of the Laboratory Rabbit, 2nd ed.
9 Manning, Ringler, Newcomer Editors. San Diego: C.E. Academic Press; 1994, pp 171–197.
10
- 11 Eaton P. Preliminary observations on enteritis associated with a coronavirus-like agent in
12 rabbits. Laboratory Animals. 1984; 18: 71-74.
13
- 14 Edwards S, Small JD, Geratz JD, Alexander LK, Baric RS. An Experimental Model for
15 Myocarditis and Congestive Heart Failure after Rabbit Coronavirus Infection. The Journal of
16 Infectious Diseases. 1992; 165: 134-140.
17
- 18 Fennestad K. Pathogenetic observations on pleural effusion disease in rabbits. Arch Virol.
19 1985; 84: 163-174.
20
- 21 Haagmans BL, van den Brand JMA, Provacia LB, Stalin Raj V, Stittelaer KJ, Getu S *et al.*
22 Asymptomatic Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus Infection in Rabbits. Journal
23 of Virology. 2015; 89 (11): 6131-6135.
24
- 25 Jorgensen BB. Spontaneous deaths among rabbits inoculated with *Treponema pallidum* less
26 than 2 weeks before abnormal susceptibility in apparently normal laboratory rabbits indicated
27 by serological tests for human syphilis. Z. Versuchstierkd. 1968;10: 46-54.
28
- 29 Kerr PJ & Donnelly TM. Viral Infections of Rabbits. Vet Clin Exot Anim. 2013; 16: 437-468.
30

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.

Courriel : ridremont@bbox.fr

- 1 Knudsen K. Stratégie de limitation de l'ingestion chez le lapin : optimisation des
2 performances zootechniques, impacts physiologiques et conséquences sur la santé digestive.
3 Thèse de Doctorat d'Université. Toulouse : Institut National Polytechnique de Toulouse (INP
4 Toulouse). 2014, 284 p.
5
- 6 Krogstad AP, Simpson JE, Korte SW. Viral diseases of the rabbit. *Vet Clin Exot Anim.* 2005;
7 8: 123-138.
8
- 9 Lapiere J, Marsolais G, Pilon P, Descôteaux JP. Preliminary report on the observation of a
10 coronavirus in the intestine of the laboratory rabbit. *Revue canadienne de microbiologie.*
11 1980; 26(10): 1204-1208.
12
- 13 Lau SKP, Woo PCY, Yip CCY, Fan RYY, Huang Y, Wang M *et al.* Isolation and
14 characterization of a novel betacoronavirus subgroup A coronavirus, rabbit coronavirus
15 HKU14, from domestic rabbits. *Journal of Virology.* 2012; 86 (10): 5481-5496.
16
- 17 Lavazza A & Capucci L. Viral infection of rabbits. Proceedings of the 9th World Rabbit
18 Congress, 2008 Jun 10-13, Verona, Italy. WRSA; 2008, pp 879-894.
19
- 20 Lavazza A, Cerioli M, Martella V, Tittarelli C, Grilli G, Brivio R *et al.* Rotavirus in diarrheic
21 rabbits : prevalence and characterization of strains in Italian farms. Proceedings of the 9th
22 World Rabbit Congress, 2008 Jun 10-13, Verona, Italy. WRSA; 2008, pp 993-998.
23
- 24 Licois D. Etude in vivo de la fraction surnageante de l'inoculum TEC4, inoculum utilisé pour
25 la reproduction expérimentale de l'Entéropathie Epizootique du Lapin. In: Proceedings
26 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 2007 Nov 27-28, Le Mans, France. Paris: Itavi;
27 2007, pp 217-220.
28
- 29 Luan J, Jin X, Lu Y, Zhang L. SARS-CoV-2 spike protein favors ACE2 from Bovidae and
30 Cricetidae. *J Med Virol.* 2020. (<https://doi.org/10.1002/jmv.25817>). Online ahead of print.
31

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.
Courriel : ridremont@bbox.fr

- 1 Montchatre-Leroy E, Boué F, Boucher JM, Renault C, Moutou F, Ar Gouilh M *et al.*
2 Identification of alpha and beta coronavirus in wildlife species in France: bats, rodents, rabbits
3 and hedgehogs. *Viruses*. 2017; (9) 364:1-12.
4
- 5 Nieddu D, Grilli G, Gelmetti D, Gallazzi D, Toccaceli S, Lavazza A. Electron microscopy
6 detection of viral agents in rabbits with enteropathy during the period 1982-1999 in Italy.
7 Proceedings of the 9th World Rabbit Congress, 2008 Jun 10-13, Verona, Italy. *WRSA*; 2008,
8 pp 325-333.
9
- 10 Osterhaus ADME, Teppema, JS, Van Steenis G. Coronavirus like- particles in laboratory
11 rabbits with different syndromes in the Netherlands. *Lab. Anim. Sci.* 1982; 32: 663-665.
12
- 13 Peeters JE, Pohl P, Charlier G. Infectious agents associated with diarrhoea in commercial
14 rabbits : a field study. *Ann Rech Vet.* 1984; 15(3): 335-340.
15
- 16 Small JD, Aurelian L, Squire RA, Strandberg JD, Melby EC, Turner TB *et al.* Rabbit
17 cardiomyopathy associated with a virus antigenically related to human coronavirus strain
18 229E. *American Journal of Pathology.* 1979; 95: 709-729.
19
- 20 Small JD & Woods RD. Relatedness of rabbit coronavirus to other coronavirus. In:
21 Coronaviruses, *Advances in Experimental Medicine and Biology*. MMC Lai and SA
22 Stohlman editors. New-York and London: Plenum Press; 1987, vol. 218, pp 521-527.
23
- 24 Tsoleridis T, Onianwa O, Horncastle E, Dayman E, Zhu M, Danjittrong T *et al.* Discovery of
25 Novel alphacoronaviruses in European rodents and shrews. *Viruses*. 2016; (8) 84: 1-9.
26
- 27 Varga M. Cardiorespiratory Disease. In: *Textbook of Rabbit Medicine*, 2nd ed. Butterworth-
28 Heinemann, editors. Edinburgh; 2014a, pp 390-404.
29
- 30 Varga M. Digestive Disorders. In: *Textbook of Rabbit Medicine*, 2nd ed. Butterworth-
31 Heinemann, editors. Edinburgh; 2014b, pp 438-471.

(1) Académie Vétérinaire de France.

(2) Vétérinaire consultant, BRIDge Conseil 49, 1 rue Jean-Emile Molland, F-49000 Angers.
Courriel : ridremont@bbox.fr