

# REGARD VÉTÉRINAIRE SUR LA COVID-19

## THE COVID-19 PANDEMIC FROM A VETERINARIAN'S PERSPECTIVE

Par Jean-Pierre JÉGOU

(Opinion acceptée le 22 septembre 2020)

### RÉSUMÉ

Le déroulé de la pandémie de la Covid-19 n'a pas surpris les vétérinaires, habitués aux épizooties et aux coronaviruses. La première maladie à coronavirus identifiée fut la bronchite infectieuse aviaire. Cinquante ans après, l'espèce porcine fut atteinte de gastro-entérites à coronavirus que des vaccins échouèrent à prévenir. Ce fut un variant moins pathogène, mais très contagieux qui engendra une immunité collective efficace. Si les vaccins à ARNm préviennent les formes graves de la Covid-19, certains variants du SARS-CoV-2 y échappent, nécessitant la mise en place de mesures barrières de biosécurité. L'agent de la « grippe russe » serait peut-être l'ancêtre d'origine bovine du betacoronavirus OC43 qui, de nos jours, provoque des rhumes saisonniers chez les humains. Est-ce ce scénario que nous réserve le variant omicron du SARS-CoV-2 ? Prévenir les débordements de nouveaux réservoirs animaux vers les êtres humains nécessitera une collaboration plus étroite entre acteurs de la santé et de l'environnement, selon une vision « One Health ».

**Mots-Clés :** Covid-19, SARS-CoV-2, Omicron, One Health-Une seule Santé,

### ABSTRACT

*Used to treating epizooties as well as to coronavirus-related diseases in animals, veterinarians have not been surprised by the course followed by the Covid-19 pandemic. Avian infectious bronchitis was the first Coronavirus disease identified. Fifty years later, vaccines failed to prevent waves of coronavirus gastroenteritis in swines. The disease came under control after a very contagious but less pathogenic variant triggered collective immunity in animal husbandries. Anti-SARS-CoV-2 mRNA vaccines effectively prevent Covid-19-induced complications, but much lesser so variant-related infections; hence, safety procedures had to be maintained. 'Russian' influenza's pathogen, in fact, could well be a bovine ancestor of betacoronavirus OC43 which, nowadays, induces common colds in humans. Could it be the same scenario occurring with SARS-CoV-2 Omicron variant? Preventing spillovers from new animal reservoirs to humans will require a closer collaboration between of healthcare providers and experts as well as environmental specialists, the One Health approach.*

**Keywords:** Covid-19, SARS CoV-2, Omicron, One Health

## INTRODUCTION

Plus de deux ans après un premier confinement décidé dans l'urgence pour diminuer la transmission interhumaine d'un nouveau coronavirus (CoV), le SARS-CoV-2, la pandémie de Covid-19 demeure toujours d'actualité. Grâce à leur connaissance médicale multi-espèces et leur habitude de juguler des épizooties, les vétérinaires ayant l'expérience des coronaviruses animales ont souvent eu un regard particulièrement éclairé sur les circonstances de l'émergence et du déroulé de cette crise sanitaire.

## LA TRANSMISSION AÉRIENNE EN QUESTION

Dès les premières semaines de la pandémie nous fûmes confrontés à des constatations aussi banales que sa vitesse de diffusion, la forte contagiosité de son agent responsable, le SARS-CoV-2, et sa dissémination mondiale facilitée par les transports aériens intercontinentaux dans un monde globalisé avec des frontières largement ouvertes. En outre, la contamination via les systèmes de ventilation mécanique des constructions et des bateaux de croisière, aurait dû contribuer à alerter sur une plus que

Docteur vétérinaire, Past-président de l'Académie vétérinaire de France. Courriel : jegoueyclinic@wanadoo.fr

Cet article est publié sous licence creative commons CC-BY-NC-ND 4.0



probable transmission de la maladie non seulement par contact, direct ou indirect, mais aussi par voie aérienne (Lu *et al.* 2020 ; Goubet 2021). Rappelons que l'infection par ce virus peut non seulement entraîner une maladie respiratoire, mais aussi évoluer rapidement vers une maladie inflammatoire multi-systémique notamment chez les personnes âgées ou en état de comorbidités et/ou de déficience des défenses immunitaires (Cinaud *et al.* 2020) avec des localisations organiques diverses. Cette transmission par voie aérienne nous est apparue si évidente que nous fûmes nombreux parmi nos confrères et confrères vétérinaires à porter spontanément un masque de type chirurgical, puis FFP2 dès la prise de conscience de la très probable transmission du SARS-CoV-2 par les aérosols. Pour le masque chirurgical, il s'agissait bien davantage d'une protection pour autrui que pour soi-même. Ce dernier argument reste à moduler : la protection pour soi-même n'est peut-être pas totale, mais filtre une grande partie de la charge virale éventuelle. À titre d'exemple, les Français se souviennent-ils de l'épizootie de fièvre aphteuse survenue sur notre territoire en 2001 (INA 2001, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation 2005, ANSES 2013, Organisation mondiale de la santé animale 2018) ? Cette maladie concerne essentiellement les mammifères ongulés bifides, domestiques et sauvages (ruminants et suidés). Pour autant à l'aéroport, en partance pour l'étranger, il était obligatoire de répondre à un questionnaire recherchant d'éventuels contacts avec du cheptel ou sur un séjour dans des zones dans lesquelles sévissait la maladie. De plus, les semelles des chaussures des voyageurs pouvant transporter le virus aphteux, il a pu leur être demandé de les désinfecter à l'aide d'un détergent dans un pédiluve avant de monter dans l'avion et de faire de même à la sortie (Parlement européen 2002 ; Gourreau *et al.* 1991). Cette épizootie se diffuse par contact direct ou indirect car il s'agit d'un virus très résistant dans le milieu extérieur, mais aussi par voie aérienne. Les mesures de biosécurité mises en œuvre pour l'épizootie de fièvre aphteuse survenue sur notre territoire en 2001 sont toujours considérées comme nécessaires pour maintenir les échanges entre un pays atteint de fièvre aphteuse et un pays qui en est indemne. La désinfection chimique de l'environnement a été utilisée en Chine, en Corée du Sud et en Italie, pour limiter la dissémination de la Covid-19 mais considérée comme inutile et potentiellement nuisible à l'environnement en France (Institut national de santé publique du Québec, 2021 ; Haut conseil de la santé publique 2020 ; France Inter 2020). Quant à la transmission par voie aérienne, au-delà du manque de masques, elle a d'abord été largement contestée par des scientifiques, sur la base d'un débat déjà ancien, considérant à tort que la charge virale dans les aérosols était insuffisante pour être contaminante (France Inter 2020). Depuis, des études épidémiologiques et expérimentales ont établi qu'ils jouaient un rôle critique dans la transmission du SARS-CoV-2 et pas seulement les contaminations par contact (Fox-Lewis *et al.* 2021 ; Nazaroff 2021 ; Greenhalgh *et al.* 2021). C'est sur cette base que le Conseil scientifique Covid-19 a conseillé le port du masque en intérieur et en extérieur dans les lieux très fréquentés. Avec l'émergence de variants viraux aux caractéristiques infectieuses distinctes, nos connaissances scientifiques à

propos de la contagiosité ont dû être régulièrement révisées et ajustées, mais la transmission restait importante.

## NOUVELLE CHEZ LES ÊTRES HUMAINS, PAS CHEZ LES ANIMAUX

La présentation quelque peu surréaliste de cette maladie par les chaînes d'information en continu depuis le début de la pandémie fut assez déroutante. Sans qu'il en soit fait mention, leurs nouvelles reprirent, en fait, ce que les vétérinaires ont pu connaître depuis longtemps dans le monde animal. Des nombreux coronavirus identifiés dans différentes familles chez les animaux, les maladies les plus éclairantes sur la situation actuelle sont sans doute les coronaviroses aviaires et porcines.

### Chez les animaux

La première maladie reliée à un coronavirus, la bronchite infectieuse aviaire (*infectious bronchitis virus* ou IBV), fut identifiée en 1931 par deux vétérinaires, Schalk et Hawn. Le virus fut isolé et identifié par Beaudette et Hudson en 1937 (Brugère-Picoux & Bouzouaia 2021). Les virions ornés d'une couronne du gamma-CoV de l'IBV furent pour la première fois visualisés en microscopie électronique en 1964 (Laude 2021). Un vaccin a été mis au point chez les oiseaux en 1936. L'apparition de variants a nécessité une adaptation constante de la vaccination sous forme de vaccins multi-souches administrés à divers intervalles de la courte vie de ces animaux (Brugère-Picoux & Bouzouaia 2021). Moins de cinquante ans plus tard, l'espèce porcine fut exposée à des épizooties de coronaviroses sous la forme de gastro-entérites graves. Étaient en cause deux coronavirus du genre *Alphacoronavirus* (Gastro-entérite transmissible porcine, TGEV-1946, Diarrhée épidémique porcine, PEDV-1977). Ces affections furent souvent fatales chez les porcelets, avec des vagues successives. Elles ont évolué sur un mode enzootique ou épizootique dans de nombreux pays éleveurs de porcs (Laude, 2020) et par classes d'âge comme observé chez l'humain. Si au début de l'épizootie, les porcelets de un jour à un mois furent les plus atteints avec une létalité élevée, par la suite des animaux d'âges différents furent progressivement atteints avec des taux de morbidité et de mortalité moindres (Renault *et al.* 1976, Labadie *et al.* 1977). Ce fut le cas des porcs à l'engraissement, puis des adultes reproducteurs avec des localisations organiques diverses accompagnées de retards de croissance ou de troubles de la reproduction (Vaissaire, 2022). Elles étaient liées, vraisemblablement, à l'apparition de variants, aux expressions cliniques assez spécifiques. Des vaccins à ADN ont alors prouvé leur efficacité, mais celle-ci s'avérait le plus souvent de courte durée et parfois aléatoire ; ils furent d'un usage restreint (Vaissaire, 2022). Après désinfection, vide sanitaire des exploitations, repeuplement avec des animaux issus d'exploitations indemnes et applications de règles strictes de biosécurité, ce sont des mesures sanitaires drastiques bien appliquées qui furent privilégiées avec des résultats suffisamment probants (Vaissaire, 2022). Notons ici que les éleveurs et propriétaires d'animaux, soit par intérêt économique soit par

lien affectif, comprennent et adhèrent mieux aux conseils et aux mesures prises par les vétérinaires que certains citoyens qui, pour des motifs divers, estiment être les seuls à pouvoir décider de leur sort, mais aussi du sort de la société dans son ensemble. Néanmoins, ce n'est qu'après l'infection de la quasi-totalité du cheptel européen porcin par un variant très contagieux et immunogène, le coronavirus respiratoire porcin (PRCV-1984) issu de variants du TGEV par délétion de gènes et à l'origine de troubles respiratoires discrets (Laude *et al.* 1998 ; Laude 2021), que les épizooties porcines ont pu se tarir avec l'acquisition d'une immunité collective suffisamment large (Vaissaire, 2022). Cela n'exclut pas de temps à autres quelques résurgences de coronavirus porcins à travers le monde comme le virus SE-CoV (*swine enteritis coronavirus*) en Europe en 2016, recombinant du TGEV et du PDEV, le PHEV, du genre Betacoronavirus à manifestations digestives et nerveuses (Laude 2020), en Chine le SADS-CoV, un Alphacoronavirus à l'origine du *swine acute diarrhoea syndrome*, affection similaire à celle du TGEV ou du PDEV, mais ayant pour origine la chauve-souris *Rhinolophus* ; ou le Deltacoronavirus porcin (PD-CoV) proche d'un Coronavirus du moineau (*Passer*) entraîna des affections au tropisme digestif proche du TGEV (Wang *et al.* 2018). Ces différents virus et leurs variants illustrent la diversité des coronavirus, régie par la fréquence des délétions, des recombinaisons ou des mutations ponctuelles (Laude, 2020). Depuis 2015, un vaccin à ARNm d'un laboratoire américain est disponible pour lutter contre la gastro-entérite transmissible du porc (Dory & Jestin 2021).

### Chez l'être humain

Chez l'être humain, les coronavirus ne sont connus que depuis 1963. Jusqu'à l'apparition du SRAS (Manuguerra, 2021), ils n'ont concerné que des affections respiratoires saisonnières bénignes (Segondy, 2020). La mortalité élevée due aux betacoronavirus humains SARS-CoV-1 (agent du Syndrome Respiratoire Aigu Sévère, de 2002 à 2004) et Mers-CoV (agent du *Middle-East Respiratory Syndrome*, depuis 2012) a entraîné la prise précoce de mesures drastiques qui en ont limité l'expansion avec une faible transmission interhumaine pour le MERS (Laude, 2021). Nous ne connaissons donc pas leur évolution naturelle. Le SARS-CoV-2 a été identifié comme ayant pour origine des chauves-souris du genre *Rhinolophus*, probable réservoir naturel d'un coronavirus proche. La contamination humaine aurait résulté d'une transgression de la barrière d'espèce dans des circonstances encore troubles (Temmam *et al.* 2022). Toutefois, des analyses phylogénétiques récentes ont fait apparaître que la « grippe russe » ayant sévi en 1889-1895 pourrait, en fait, avoir été causée par un ancêtre du betacoronavirus OC43, d'origine bovine (Vijgen *et al.* 2005), une origine porcine ou canine ayant également été suspectée (Korsia-Meffre 2020). Depuis 1964, celui-ci est connu pour provoquer des rhumes saisonniers dans les populations humaines (Forni *et al.* 2001). Ce scénario, à l'image de ce qui s'est passé chez le porc pour la gastro-entérite transmissible (provoquée par le TGEV), ne pourrait-il pas être en train de se reproduire avec la souche omicron du SARS-CoV-2 et ses variants ?

### UNE VACCINATION IMPARFAITE ?

Peu à peu, les autorités sanitaires ont été amenées à instaurer un *modus vivendi* au contact permanent du SARS-CoV-2 et de ses variants. Ceci a été envisageable grâce à une protection par les mesures sanitaires, essentiellement des mesures barrières de biosécurité, et les mesures vaccinales, avec des rappels avant six mois pour renforcer une immunité humorale généralement de courte durée. La puissance de la biologie moléculaire permet d'identifier et de séquencer les nouveaux variants du virus et la mise au point en moins d'un an de vaccins chez l'humain par la nouvelle technologie des ARNm sont particulièrement à saluer. La réponse à des vaccins très spécifiques a cependant été insuffisante pour éradiquer à elle seule la maladie en raison notamment de l'apparition de variants parfois beaucoup plus contagieux (Nations Unies 2021). S'ajoute à cela la possibilité d'un portage asymptomatique, dit portage sain, du virus (Blanquart F. *et al.* 2021 ; Riemersma *et al.* 2021), comme généralement admis après vaccination contre la fièvre aphteuse chez l'animal (FAO et OIE, 2020). Mais restons persuadés et ne contestons pas qu'une vaccination, malgré son caractère moins adapté aux nouveaux variants et la possibilité d'un portage sain, est préférable à l'absence de vaccination. Rappelons que la vaccination protège des formes graves ou mortelles qui, en son absence durant la première année, ont concerné 0,1% de la population française. Cela est conforté par le fait qu'une personne infectée par l'un des deux variants delta ou omicron a 41% de chances supplémentaires de contaminer son foyer si elle n'est pas vaccinée en comparaison d'une personne vaccinée (Kupferschmidt & Vogel 2022). Il faut donc insister sur le fait que majoritairement la protection par la vaccination de la population sensible ou fragile reste importante et évite les formes graves de la maladie et diminue la mortalité.

### UNE MORTALITÉ TRÈS FAIBLE ET DES SÉQUELLES REDOUTÉES

Officiellement, sur 535 millions de cas répertoriés dans le monde au début du mois de juin 2022, 6,3 millions de morts étaient à déplorer, soit environ 1,2% de létalité (OMS 2022 ; Centre européen pour la prévention et le contrôle des maladies 2022). Ces chiffres sont à relativiser, car en tenant compte des infections inapparentes ou non diagnostiquées, le nombre des cas pourrait être de 3 à 10 fois supérieur à ceux enregistrés, selon les pays (par ex. Jha *et al.* 2022) et la surmortalité globale directement reliée à la Covid-19 pourrait avoisiner les 20 millions (Alam *et al.* 2022 ; Adam, 2022 ; Van Noorden, 2022). Au-delà de ces chiffres, ne négligeons pas le « Covid long » des survivants aux formes d'infections graves et qui concernerait aussi des formes plus légères ou asymptomatiques (10-15% des cas) (Organisation mondiale de la santé, septembre 2020). Certaines séquelles invalidantes, nerveuses, neuropsychiatriques ou cardiaques notamment, pourraient n'apparaître que tardivement (Wadman, 2022). Ces séquelles, souvent liées à des problèmes de lésions de l'endothélium des vaisseaux sanguins, peuvent affecter différents organes comme on a pu le constater

chez l'animal (Vaissaire, 2022). Jusqu'au variant omicron (non compris), la protection des vaccinés était de 90% contre les formes graves (variable selon le schéma vaccinal et les prédispositions éventuelles). Par ailleurs, le contrôle des cas graves est chaque jour davantage maîtrisé avec des perspectives thérapeutiques médicales nouvelles (Deborah, 2019).

## DANS L'ATTENTE D'UN VARIANT SALVATEUR ?

En France, les sous-variants d'omicron ont entraîné un triplement du nombre de contaminations en quelques mois, ce qui s'est accompagné d'une diminution de moitié du taux de mortalité, soit environ 0,5% de l'ensemble des cas avérés (<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/synthese-des-indicateurs-de-suivi-de-lepidemie-covid-19/>). C'est, d'une part, la conséquence probable de sa moindre facilité à contaminer le tissu pulmonaire (Kupferschmidt & Vogel 2022) et, d'autre part, parce qu'il se propage dans des populations de mieux en mieux protégées par le vaccin. L'arrivée de ces variants nettement moins pathogènes, mais beaucoup plus contagieux, contribue probablement à renforcer l'immunité collective amorcée par la vaccination. Ceci constituerait-il le présage du scénario de fin de crise que nous attendions en raisonnant sur ce que le monde animal nous a enseigné ? Restons conscients que d'autres variants plus dangereux pourraient émerger, comme cela a été un moment le cas avec le variant delta du SARS-CoV-2 qui a peut-être tué de l'ordre de 4 millions de personnes (non comptabilisées) en Inde (Jha *et al.* 2022). Ainsi, la péritonite infectieuse féline, maladie régulièrement mortelle en l'absence de traitement efficace et de vaccination sûre, a fait suite à la mutation d'un coronavirus intestinal auparavant banal (Addie *et al.* 2022). Il s'agit aussi d'être vigilant vis-à-vis de certaines co-infections. Chez le chien, un alphacoronavirus à tropisme intestinal (CCV), à l'origine de gastro-entérites banales peut être un facteur aggravant du parvovirus canin type 2 (CPV2). Des souches de ce coronavirus canin dites pantropiques sont létales chez le jeune chiot à l'âge de 6 semaines. Elles n'ont pas qu'un tropisme intestinal et peuvent provoquer des hémorragies pulmonaires (Buonavoglia *et al.* 2006).

## VERS UNE FIN DE LA PANDÉMIE ?

Il serait prématuré d'y souscrire définitivement, mais plus les connaissances progressent sur le SARS-CoV2 et moins le monde vétérinaire est surpris. En attendant, donnons à l'hôpital, aux médecins, aux physio-pathologistes, aux épidémiologistes et aux chercheurs les moyens de mieux connaître la maladie et de répondre à la prise en charge nécessaire de nos concitoyens les plus fragiles. Absolument indispensables à la gestion des contraintes hospitalières, ce ne sont pourtant pas des courbes, des statistiques, des prévisions épidémiologiques, les taux d'incidences ou de positivité et les R-effectifs (taux effectifs de reproduction du virus) dont nous avons été abreuvés au quotidien qui régleront ce problème sanitaire. Malgré les attentes de la population avide de se débarrasser de la contrainte

des masques, continuons à faire en sorte de maintenir au mieux les règles strictes de biosécurité qui garantissent la marche de notre économie avec les ajustements nécessaires. Mieux connaître ce qu'ont subi les différentes espèces animales qui nous sont proches ne peut qu'aider l'humain à accepter et mieux anticiper sa condition et les difficultés nouvelles auxquelles il est confronté amèrement, faute de s'y être préparé et d'avoir mieux connu les différentes évolutions, formes et séquelles des maladies précédemment décrites chez l'animal et chez l'être humain. Il en est de même de la nécessaire connaissance historique des épidémies qui ont pu évoluer sur le même mode comme la « grippe russe ». Enfin cette pandémie Covid-19 témoigne de l'extraordinaire capacité des virus à se modifier et à cibler de nouvelles espèces. Rappelons que les génomes humains ou animaux ont intégré au cours de l'évolution, un nombre impressionnant de copies de virus, notamment des rétrovirus. Ces derniers constituent 8 à 10% du génome humain, et ont contribué à cette évolution dont *Homo sapiens* est un des aboutissements (Louis, 2021).

## UN IMPÉRATIF, L'APPROCHE « ONE HEALTH »

Les vétérinaires, dans leur mission de Santé Publique, sont concernés au premier chef par le risque de transmission de ce SARS-CoV-2 aux animaux avec pour conséquence le danger d'une possible constitution de réservoirs animaux. Avec les variants actuels, le risque d'infection en retour à l'être humain est apparu limité (Laude, 2021).

### Animaux domestiques

Chez les animaux domestiques, le virus peut entraîner un portage transitoire avec des expressions cliniques le plus souvent frustes et temporaires (Fritz *et al.*). Un variant a pu s'accompagner de complications cardiaques de type de myocardite (inflammation du muscle cardiaque) chez le chien (*Canis familiaris*) et le chat (*Felis catus*) (Ferasin *et al.* 2021). Le risque de contamination est un peu plus élevé chez les furets (*Mustela furo*) qui sont plus sensibles au SARS-CoV-2 (Shi *et al.* 2021 ; Kim *et al.* 2020 ; Boklund *et al.* 2021). Les visons d'élevage (*Mustela furo*) se sont révélés très sensibles à la contamination d'origine humaine et capables de favoriser l'apparition de variants susceptibles de contaminer les êtres humains en retour (Aguiló-Gisbert *et al.* 2021 ; Kuchipudi *et al.* 2021). Cela a le plus souvent conduit à des mesures accélérées de l'arrêt déjà programmé de ces élevages de visons. Plus récemment les lapins (*Oryctolagus cuniculus*) (Matthieu Fritz *et al.* 2022) et les hamsters (*Cricetinae*) (Hui-Ling *et al.* 2022) ont été rapportés constituer des réservoirs potentiels sans que la transmission à l'être humain, suspectée chez le hamster, ne soit définitivement démontrée chez le lapin.

### Faune sauvage

La contamination récemment rapportée des Cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) du continent nord-américain, conduisant

le plus souvent à un portage asymptomatique, s'accompagne de mutations inhabituelles du virus chez l'être humain, confirmant la nécessité d'une surveillance rapprochée de la faune sauvage (Hale *et al.* 2021). Pour avoir une réflexion au-delà de la pandémie de Covid-19, plus inquiétants sont les risques de pandémie comme conséquence du réchauffement climatique. En se déplaçant, les espèces sauvages viendront au contact de nouvelles espèces animales qui seront alors susceptibles d'échanger leurs virus (Carlson *et al.* 2022). Puisqu'au sein d'un écosystème global, la traque aux virus ayant franchi la barrière d'espèces ne peut pas concerner tous les territoires, elle devra se focaliser sur les zones de grande porosité entre l'être humain et le monde animal là où l'émergence de nouvelles maladies sera plus fréquente (Holmes Edward 2022). Serge Morand, du Groupe d'experts de haut niveau pour l'approche « Une [seule] Santé », considère qu'en modifiant l'utilisation des terres et en homogénéisant les paysages, l'expansion mondiale de l'élevage menace la biodiversité et établit un pont épidémique entre la

faune sauvage et les humains (Morand, 2021).

## CONCLUSION

A la lumière de tous les éléments décrits ci-dessus, on comprend que la Covid-19, maladie d'origine animale (zoonose), nécessite une démarche « Une [seule] Santé - One Health » incluant une collaboration dans l'enseignement et la recherche entre vétérinaires, médecins, pharmaciens, agronomes, biologistes et spécialistes de l'environnement. Afin de mieux prévenir et/ou de mieux se préparer à de futures épidémies, pour le bien de l'humanité, supprimons en premier lieu le cloisonnement entre la santé de l'homme et la santé de l'animal (Académie des Sciences *et al.* 2021). En cette année du bicentenaire de la naissance de Louis Pasteur, chimiste de formation, rappelons-nous ses propos : « Moi qui suis si peu médecin, si peu vétérinaire... La Science est Une, c'est l'Homme seulement qui en raison de la faiblesse de son intelligence, y établit des catégories (Pasteur 1880) ».

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie très sincèrement pour leur lecture et les échanges qui ont contribué à enrichir sa réflexion, Bertrand Saunier, Virologie structurale, Institut Pasteur, Paris et ses consoeurs et confrères de l'Académie vétérinaire de France, Josée Vaissaire, Anne-Marie Vanelle, Sophie Le Poder, Hubert Laude, Francis Desbrosse, Éric Plateau, Marc Dhenain, et Stéphan Zientara. L'auteur salue ici les vétérinaires qui dans l'exercice libéral, dans les administrations, dans les laboratoires départementaux publics d'analyses, dans les laboratoires d'analyses privés ou de recherche, dans les instituts de recherche et les écoles nationales vétérinaires, fidèles au concept « Une seule Santé - One Health » sont intervenus dans la lutte contre la Covid-19. Il en est de même pour le travail inter-académique (Académie vétérinaire de France, Académie nationale de médecine, Académie nationale de pharmacie.) qui a, dès mars 2020, donné lieu à des communiqués et avis pour obtenir des autorités administratives et gouvernementales l'autorisation du recours des Autorités Régionales de Santé aux laboratoires publics départementaux d'analyses, une représentation vétérinaire au sein du conseil scientifique, l'autorisation de l'approvisionnement en médicaments vétérinaires si nécessaire et la possibilité pour les vétérinaires de vacciner les personnes dans le cadre de la pandémie de la Covid-19 (Académie vétérinaire de France, 2021).

## ADDENDUM

Un texte « Regard d'un vétérinaire sur le Covid-19 » de Jean-Pierre Jégou, Finistère, issu de la préparation de cet article a été adressé le 18 janvier 2022 au quotidien régional « Ouest France », et publié dans le courrier des lecteurs de son édition du mardi 8 février 2021 : <https://www.ouest-france.fr/medias/ouest-france/courrier-des-lecteurs/le-regard-dun-veterinaire-sur-le-covid-19-be3ba6b0-ae704ed4-a111-49010df230a8>

## CONFLITS D'INTÉRÊT

L'auteur déclare l'absence de lien d'intérêt

## BIBLIOGRAPHIE

- Académie vétérinaire de France. Communiqués de presse de l'Académie vétérinaire de France consacrés au SARS-CoV-2 (Mars 2020-février 2021), 2021, Numéro spécial 2020-2021, Coronavirus et coronavirose : des animaux aux hommes, pp 202-213.
- Académie des sciences, Académie nationale de médecine, Académie vétérinaire de France et Académie nationale de pharmacie. Avis One Heath-Un Monde, une seule Santé , le nécessaire décloisonnement entre la santé de l'Homme et la santé de l'animal. Disponible à [https://academie-veterinaire-defrance.org/fileadmin/user\\_upload/Communiqués/2021\\_06\\_08\\_Avis\\_On\\_eHealth.pdf](https://academie-veterinaire-defrance.org/fileadmin/user_upload/Communiqués/2021_06_08_Avis_On_eHealth.pdf) (consulté le 8 juin 2021)
- Adam D. 15 million people have died in the pandemic, WHO says. Nature. 2022; 605(7909): 206.
- Addie D. Feline Infectious Peritonitis, European Advisory Board on Cat Diseases. Disponible a Feline Infectious Peritonitis | ([abdcatsvets.org](http://abdcatsvets.org)), (consulté le 7 février 2022).
- Aguiló-Gisbert J, Padilla-Blanco M, Lizana V, Maiques E, Muñoz-Baquero M, Chillida- Martínez E et al. First Description of SARS-CoV-2 Infection in Two Feral American Mink (Neovison vison) Caught in the Wild. Animals (Basel). 2021;11(5):1422.



- Alam T, Wang H, Bisignano C, Paulson KR, Aravkin AY, Barber RM *et al.* COVID-19 Excess Mortality Collaborators. Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020-21. *Lancet.* 2022; 399(10334): 1513-1536.
- ANSES, Rapport d'activité : la fièvre aphteuse, 2013 Disponible à : <https://www.anses.fr/fr/content/la-fi%C3%A8vre-aphteuse> (Consulté le 15 septembre 2021)
- Blanquart F, Abad C, Ambroise J, Bernard M, Cosentino G, Giannoli JM *et al.* Characterisation of vaccine breakthrough infections of SARS-CoV-2 Delta and Alpha variants and within-host viral load dynamics in the community, France, June to July 2021. *Euro Surveill.* 2021; 26(37): 2100824.
- Boklund A, Gortázar C, Pasquali P, Roberts H, Nielsen SS, Stahl K *et al.* Monitoring of SARS-CoV-2 infection in mustelids. *EFSA J.* 2021;19 (3):e06459.
- Brugère-Picoux J et Bouzouaia M. Les Coronaviruses aviaires, 2021. *Bull Acad Vét Fr.* 2021 ; 174. Disponible à : <https://doi.org/10.4267/2042/70845> (Consulté le 8 février 2022).
- Buonavoglia C, Decaro N, Martella V, Elia G, Campolo M, Desario C, *et al.* Canine Coronavirus Highly Pathogenic for Dogs. *Emerg Infect Dis.* 2006; 12(3): 492-494.
- Calson CJ, Albery GF, Merow C, Trisos CH, Zipfel CM, Eskew EA *et al.* Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature.* 2022; 607 (7919):555-562
- Centre européen pour la prévention et le contrôle des maladies. Covid-19 situation updates. 2022. Disponible à : <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/situation-updates> (consulté le 8 juin 2022) /
- Cinaud A, Sorbets E, Blachier V, Vallée A, Kretz S, Lelong H *et al.* Hypertension artérielle et Covid-19. *La Presse Médicale Formation.* 2021; 2(1): 25-32.
- Deborah L. Bientôt un traitement anti-Covid-19 par voie orale ? Disponible à <https://www.sante-sur-le-net.com/bien-tot-un-traitement-anti-covid-19-par-voie-orale/> (Consulté le 21 janvier 2022)
- Dory D & Jestin A. Vaccins à ADN et à ARN : des technologies également utilisées en vaccinologie vétérinaire. 2021. *Bull Acad Vét Fr.* 2021; 174. Disponible à <https://doi.org/10.3406/bavf.2021.70927>. Consulté le 22/09/2022
- FAO et OIE. Vaccination contre la fièvre aphteuse et suivi pot-vaccination. Lignes directrices. 2020 ; Rom/e, pp 80
- Felten S, Hartmann K. Diagnosis of Feline Infectious Peritonitis: A Review of the Current Literature. *Viruses.* 2019;11(11):1068.
- Ferasin L, Fritz M, Ferasin H, Becquart P, Corbet S, Ar Gouilh M *et al.* Infection with SARS-CoV-2 variant B.1.1.7 detected in a group of dogs and cats with suspected myocarditis. *Vet Rec.* 2021;189(9): e944.
- Forni D, Cagliani R, Arrigoni F, Benvenuti M, Mozzi A, Pozzoli U *et al.* Adaptation of the endemic coronaviruses HCoV-OC43 and HCoV-229E to the human host. *Virus Evol.* 2021;7(2): veab061.
- Fox-Lewis A, Williamson F, Harrower J, Ren X, Sonder GJB, McNeill A *et al.* Airborne Transmission of SARS-CoV-2 Delta Variant within Tightly Monitored Isolation Facility, New Zealand (Aotearoa). *Emerg Infect Dis.* 2022; 28(3): 501-509
- France Inter. Surfaces, aérosols : le Coronavirus survit-il partout ? 2020, Disponible à : <https://www.franceculture.fr/emissions/radiographies-du-Coronavirus/surfaces-aerosols-le-Coronavirus-survit-il-partout>. Consulté le 10 janvier 2022.
- Fritz M, Nesi N, Denolly S, Bosen B, Legros V, Rosolen SG, Briend-Marchal *et al.* Detection of SARS-CoV-2 in two cats during the second wave of the Covid-19 pandemic in France. *Vet Med Sci.* 2022 ; 8 (1): 14-20.
- Fritz M, de Riols de Fonclare D, Garcia D, Beurlet S, Becquart P, Rosolen SG, Briend-Marchal A, Leroy EM. First Evidence of Natural SARS-CoV-2 Infection in Domestic Rabbits. *Vet Sci.* 2022; 9(2): 49.
- Goubet F. A bord du Diamond Princess, le Covid a pris la voie des airs, *Le Temps*, 2021, Disponible à <https://www.letemps.ch/sciences/bord-diamond-prince-s-coronavirus-pris-voie-airs> (consulté le 3 janvier 2022).
- Gourreau JM, Bédès GF, Merlin P. Fièvre aphteuse : mesures envisagées en France à la suite de l'arrêt de la vaccination dans les pays de la CEE. *Bull Acad Vét Fr.* 1991; 144: 109-120.
- Gozlan M. Le Monde, États-Unis : diffusion massive du SARS-CoV-2 parmi les cerfs, potentiels réservoirs du Coronavirus. Disponible à [www.lemonde.fr/blog/realitesbiomedicales/2021/11/07/etats-unis-diffusion-massive-du-sars-cov-2-parmi-les-cerfs-potentiel-reservoir-du-coronavirus/](http://www.lemonde.fr/blog/realitesbiomedicales/2021/11/07/etats-unis-diffusion-massive-du-sars-cov-2-parmi-les-cerfs-potentiel-reservoir-du-coronavirus/) (Consulté le 10 novembre 2021)
- Greenhalgh T, Jimenez JL, Prather KA, Tufekci Z, Fisman D, Schooley R. Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *Lancet.* 2021; 397(10285):1603-1605.
- Hale VL, Dennis PM, McBride DS, Nolting JM, Madden C, Huey D *et al.* SARS-CoV-2 infection in free-ranging white-tailed deer. *Nature.* 2022;602 (7897): 481-486.
- Haut Conseil de la Santé Publique, Coronavirus SARS CoV-2 : nettoyage spécifique ou désinfection de l'espace public 2020. Disponible à : <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapports-domaine?clefr=791> (Consulté le 10 janvier 2022).
- Holmes EC. COVID-19-lessons for zoonotic disease. *Science.* 2022;375 (6585):1114-1115.
- INA. Mars 2001, La fièvre aphteuse se répand en France. L'INA éclaire l'actu. 2001. Disponible à : <https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/mars-2001-la-fievre-aphteuse-se-repand-en-france> (Consulté le 5 janvier 2022)
- Institut National de Santé publique du Québec, Covid-19 : Nettoyage et désinfection des surfaces, 2021. Disponible à : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3054-nettoyage-desinfection-surfaces-covid19> (Consulté le 10 janvier 2022)
- Jha P, Deshmukh Y, Tumbe C, Suraweera W, Bhowmick A, Sharma S *et al.* COVID mortality in India: National survey data and health facility deaths. *Science.* 2022; 375(6581): 667-671
- Kim YI, Kim SG, Kim SM, Kim EH, Park SJ, Yu KM, *et al.* Infection and rapid transmission of SARS-CoV-2 in ferrets, *Cell Host Microbe.* 2020; 27(5): 704-709.e2.,
- Korsia-Meffre S. Pandémie de grippe russe : une Covid du XIX<sup>ème</sup> siècle ? Vidal 2020 Disponible à <https://www.vidal.fr/actualites/26269-pa>

- [ndemie-de-grippe-russe-une-covid-du-xixe-siecle.html](#). (Consulté le 10 janvier 2022)
- Kuchipudi SV, Surendran-Nair M, Ruden RM, Yon M, Nissly RH, Vandegrift KJ *et al.* Multiple spillovers from humans and onward transmission of SARS-CoV-2 in white-tailed deer. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2022;119(6): e2121644119
  - Kupferschmidt K, Vogel G. Omicron threat remains fuzzy as cases explode. *Science*. 2022 Jan 7;375(6576):9-10.
  - Labadie JPh, Renault L, Aynaud JM, Vaissaire J, Maire C. Importance de la Gastro-Entérite Transmissible chez le porc en France. *Journées Rech. Porcine en France*. 1977 : 171-175.
  - Laude H. Les coronavirus : des virus changeant dans un monde qui change. *Bull Acad. Vét. France*. 2021 ; 174 : 1-4 Disponible à : <https://doi.org/10.3406/bavf.2021.70933> (Consulté le 15 janvier 2022)
  - Laude H. Deux Coronavirus entéropathogènes nouvellement identifiés chez le porc sont apparentés à des virus de chauve-souris ou d'oiseaux. *Bull Acad Vét Fr*, 2020 ; 173 : 58-60.
  - Louis T. La folle histoire des virus. Paris : Éditions humenSciences; 2020.
  - Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, *et al.* Covid-19 outbreak associated with air conditioning in restaurant, Guangzhou, China. *Emerg Infect Dis*. 2020; 26(7): 1628-1631.
  - Manuguerra JC. Les chainons de l'émergence des maladies virales chez l'homme, du passage zoonotique à la transmission interhumaine efficace : les exemples du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) et de la maladie à virus Ebola. *Bull Acad Vét France*, 2019 ; 172 (1) : 123-129.
  - Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Maladies animales : la fièvre aphteuse. Note de Service de la DGAL. 2005 ; 1-10.
  - Morand S, Élevage, biodiversité et émergence de pandémies. *Bull Acad Vét Fr*. 2021 ; 174: 1- 7.
  - Nations-Unies, Centre régional d'information pour l'Europe occidentale. Variant Delta : Un Coronavirus-19 dangereux et plus transmissible. *UN News*, 2021.
  - Nature, Editorial. Long COVID and kids: more research is urgently needed. *Nature*. 2022; 602(7896):183.
  - Nazaroff WW. Indoor aerosol science aspects of SARS-CoV-2 transmission. *Indoor Air*. 2022 ; 32 : e12970.
  - OMS, World Health Organization. Coronavirus (Covid-19) dashboard. 2022. Disponible à : <https://covid19.who.int/> (Consulté le 18 juin 2022)
  - Organisation Mondiale de la Santé Animale, OIE. Fièvre aphteuse. 2018. Disponible à <https://www.woah.org/fr/maladie/fevriere-aphteuse/> (Consulté le 15 septembre 2022).
  - Parlement européen. Sur la lutte contre la fièvre aphteuse dans l'Union européenne en 2001 et les mesures à prendre pour éviter et combattre les épizooties dans l'Union européenne. 2002.
  - Pasteur L. Bulletin de la Société Centrale de Médecine Vétérinaire. 1880 ; VII-4 : 204-208. Disponible à [https://academie-veterinaire-defrance.org/fileadmin/user\\_upload/Publication/Bulletin-AVF/BAVF\\_2020/Pasteur-SocCenMedVet-1880.pdf](https://academie-veterinaire-defrance.org/fileadmin/user_upload/Publication/Bulletin-AVF/BAVF_2020/Pasteur-SocCenMedVet-1880.pdf) (Consulté le 2 février 2022)
  - Premraj L, Kannapadi N V, Briggs J, Seal SM, Battaglini D, Fanning J *et al.* Mid and long-term neurologic and neuropsychiatric manifestations of post-COVID-19 syndrome: a meta-analysis. *J. Neurol*, 2022, 434 : 120162.
  - INA. Mars 2001, La fièvre aphteuse se répand en France. L'INA éclaire l'actu. 2001. Disponible à : <https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/mars-2001-la-fevriere-aphteuse-se-repand-en-france> (Consulté le 5 janvier 2022)
  - Renault L, Labadie JPh, Aynaud JM, Vaissaire J, Maire C. Importance de la Gastro-Entérite Transmissible dans l'étiologie des troubles digestifs du porc. *Bull. Acad. Vét. de France*, 1976 ; 49: 503-509.
  - Riemersma KK, Haddock LA III, Wilson NA, Minor N, Eickhoff J, Grogan BE, *et al.* (2022) Shedding of infectious SARS-CoV-2 despite vaccination. *PLoS Pathog*. 2022; 18(9): e1010876.
  - Segondy M. Les Coronavirus humains. *Rev francoph Lab*. 2020 ; 526: 32-39.
  - Shi J, Wen Z, Zhong G, Yang H, Wang C, Huang B *et al.* Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-Coronavirus 2. *Science*. 2020; 368(6494):1016-1020.
  - Temmam S, Vongphayloth K, Baquero E, Munier S, Bonomi M, Regnault B *et al.* Coronaviruses with a SARS-CoV-2-like receptor-binding domain allowing ACE2-mediated entry into human cells isolated from bats of Indochinese peninsula, Research Square, Biological Sciences. 2021 ; Article Disponible à : <https://www.researchsquare.com/article/rs-871965/v1> (Consulté le 25 février 2022)
  - Temmam S, Vongphayloth K, Baquero E, Munier S, Bonomi M, Regnault B *et al.* Bat coronaviruses related to SARS-CoV-2 and infectious for human cells. *Nature*. 2022; 604(7905):330-336.
  - Vaissaire J. Retour sur expérience : les enseignements de l'épizootie de GET en France (1975-1978). *Communication personnelle* 2022.
  - Van Noorden R., Major study errs on Covid deaths. *Nature*. 2022; 606, 243-244.
  - Vijgen L, Keyaerts E, Moës E, Thoelen I, Wollants E, Lemey P *et al.* Complete genomic sequence of human coronavirus OC53: molecular clock analysis suggests a relatively recent zoonotic coronavirus event. *J Virol*. 2005 ; 79(3):1595-1604.
  - Wadman M. Covid-19 boosts risk of heart disease 1 year later. *Science*. 2022 ; 375 (6582) : 706-707.
  - Wang B, Liu Y, Ji CM, Yang YL, Liang QZ, Zhao P *et al.* Porcine Deltacoronavirus engages the Transmissible Gastroenteritis Virus functional receptor porcine aminopeptidase N for infectious cellular entry. *J Virol*. 2018; 92: e00318-18
  - World Health Organization (OMS). Disponible à : <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>. Consulté le 18 juin 2022.
  - Yen HL, Sit THC, Brackman CJ, Chuk SSY, Gu H, Tam KWS *et al.* Transmission of SARS-CoV-2 delta variant (AY.127) from pet hamsters to humans, leading to onward human-to-human transmission: a case study. *Lancet*. 2022; 399(10329):1070-1078.