

Thématique veille sanitaire internationale	
Note d'information	18/02/2022

Version initiale : 20/04/2020. Dates des précédentes mises à jour : 26/05/2020, 09/06/2020, 24/06/2020, 07/07/2020, 21/07/2020, 28/07/2020, 09/09/2020, 28/09/2020, 13/11/2020, 31/11/2020, 05/01/2021, 24/03/2021

COVID-19 et animaux

- Le virus SARS-CoV-2 est un coronavirus qui était inconnu avant 2019, distinct de ceux connus pour circuler chez les animaux domestiques (Source : [Scicom, 2020](#), [WHO mis à jour le 31/05/2021](#)).
- La **transmission du COVID-19 est principalement inter-humaine** (Source : [OIE mis à jour le 31/01/2022](#), [avis Anses du 09/03/2020](#), [avis Anses du 16/10/2020](#), [WHO mis à jour le 31/05/2021](#)). Les cas de contamination et/ou d'infection des animaux de compagnie sont sporadiques et isolés au regard de la circulation du virus chez l'être humain.
- **Les animaux domestiques et sauvages ne jouent pas un rôle épidémiologique dans la diffusion du SARS-CoV-2** ([avis Anses actualisé au 16/10/2020](#), [OIE au 22/01/2021](#), [Anses le 11/03/2020](#), [CDC le 05/01/2022](#)).
- Malgré un cas de transmission de SARS-CoV-2 du hamster à l'être humain détecté à Hong-Kong en novembre 2021, **il n'est à ce jour pas justifié de prendre des mesures à l'encontre des animaux de compagnie** qui pourraient compromettre leur bien-être (Source : [avis Anses du 16/10/2020](#), [OIE mis à jour le 31/01/2022](#)).
- En 2020 et 2021, des élevages de visons d'Amérique (*Neovison vison*) ont été détectés infectés au SARS-CoV-2 dans plusieurs pays d'Europe et d'Amérique du Nord. Une co-circulation significative chez l'Être humain et chez le vison a été observée en 2020 dans une zone à forte densité d'élevages de visons (Nord-Jutland au Danemark). Par mesure de précaution et afin d'éviter toute mutation du virus SARS-CoV-2, les autorités sanitaires de certains pays ont décidé l'abattage de tous leurs cheptels. En France, suite à la publication de la loi du 30/11/2021 visant la fin de l'élevage de visons d'Amérique destinés à la production de fourrure, le dernier élevage est en cours de fermeture.
- Le virus SARS-CoV-2 a été détecté sur des cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) à plusieurs reprises en Amérique du Nord, avec une prévalence pouvant atteindre 70 %, témoignant de plusieurs événements de passage de l'Être humain à l'animal, mais également une propagation intra-espèce. Aucune zoonose inversée (de l'animal à l'Être humain) n'a été observée à ce jour (Kuchipudi et al. 2022).

Pour la Plateforme ESA (par ordre alphabétique) : Pauline Adam (SPF), Jean-Philippe Amat (Anses), Sophie Carles (INRAE), Julien Cauchard (Anses), Céline Dupuy (Anses), Florence Etoré (Anses), Guillaume Gerbier (DGAL), Viviane Hénaux (Anses), Elissa Khamisse (Anses), Renaud Lancelot (Cirad), Sophie Le Poder (ENVA), Alexandra Mailles (SPF), Corettie Medjo-Byabot (DGAL), Elodie Monchâtre-Leroy (Anses), Céline Richomme (Anses), Carlène Trevennec (INRAE)

Auteurs ayant contribué aux précédentes versions : Yves Lambert (DGAL)

Avec l'appui de Laura Gonzalez-Tapia pour la représentation de la Figure 1

Auteur correspondant : carlene.trevennec@cirad.fr

Cette note présente la synthèse et les actualités sur les infections d'animaux par le SARS-CoV-2. En raison de la longueur du document depuis sa version initiale, l'historique des cas et les détails

sur les connaissances relatives aux infections de SARS-CoV-2 chez les animaux sont répartis par compartiment en annexe :

- Covid-19 et animaux domestiques
- Covid-19 et élevage de vison d'Amérique
- Covid-19 et faune sauvage

Terminologie

Réceptivité (au SARS-CoV-2) : capacité d'une espèce animale à héberger le virus sans forcément développer de symptômes.

Sensibilité (au SARS-CoV-2) : capacité d'une l'espèce animale à exprimer des signes cliniques et/ou des lésions dues au virus.

Contexte

Le virus SARS-CoV-2 est un virus enveloppé à ARN de la famille des coronavirus (genre bêtacoronavirus). Il est responsable de la maladie COVID-19 chez l'être humain ([OMS, 2020](#)). Le virus a une origine animale probablement *via* une espèce de chauve-souris (genre *Rhinolophus*) avec ou sans intervention d'un hôte intermédiaire ([Shi et al., 2020, OMS mis à jour le 30/03/2021, OIE mis à jour le 31/01/2022](#)). L'origine exacte du virus n'est pas encore connue ([WHO mis à jour le 30/03/2021](#)). Ce virus est distinct des bêtacoronavirus connus pour circuler chez les animaux domestiques (absence de lien génétique direct et sous-genres différents) ([Scicom, 2020, avis Anses le 09/03/2020](#)). Les principaux coronavirus rencontrés chez les animaux domestiques sont inventoriés dans l'[avis de l'Anses du 14/04/2020](#).

La transmission du SARS-CoV-2 est principalement inter-humaine (Bernard Stoecklin *et al.* 2020 ; Guan *et al.* 2020, [OIE mis à jour le 31/01/2022, WHO mis à jour le 30/03/2021](#)). Toutefois, des interrogations ont émergé concernant le rôle potentiel que pourraient jouer les animaux domestiques dans la transmission du virus à l'être humain, depuis le premier signalement à l'OIE d'un chien positif en RT-PCR au SARS-CoV-2, mis en quarantaine par les autorités de Hong Kong le 26/02/2020 ([notification OIE du 29/02/2020](#)).

Obligation de déclaration

Le SARS-CoV-2 est une maladie émergente, définie selon le Code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OIE comme "*une nouvelle apparition chez un animal d'une maladie, d'une infection ou d'une infestation, ayant des répercussions significatives sur la santé animale ou humaine et résultant : 1. de la modification d'un agent pathogène connu ou de sa propagation à une nouvelle aire géographique ou à une nouvelle espèce, ou 2. d'un agent pathogène non identifié antérieurement ou d'une maladie diagnostiquée pour la première fois*". Les États membres de l'OIE sont tenus de notifier la détection d'une maladie émergente conformément au Code sanitaire pour les animaux terrestres ([lien](#)).

En Europe, il est obligatoire depuis le 22/12/2020 pour les États membres de l'Union européenne de déclarer à la Commission européenne dans les trois jours suivant leur confirmation les cas d'infection par le SARS-CoV-2 sur des mustélidés (furets, putois, visons,

martres, fouines, belettes, hermines, blaireaux, loutres, ...) ou des chiens viverrins (*Nyctereutes procyonoides*), espèce sensible à l'infection expérimentale et également élevée pour sa fourrure. (Source : [Journal Officiel 22/12/2020](#))

L'OIE tient à jour le décompte des cas d'infection du SARS-CoV-2 chez l'animal. Au 18/02/2022, 35 pays avaient déclaré des cas ou des foyers de SARS-CoV-2 chez l'animal (Source : [Portail COVID-19 OIE](#) consulté le 18/02/2022). Le point sur les connaissances actuelles sur la réceptivité et la sensibilité des animaux est disponible dans le [OIE Fiche Technique](#) (mis à jour le 14/02/2022) et illustré dans la Figure 1.

Face à l'émergence du variant Omicron, dont les caractéristiques génétiques inhabituelles indiquent que ce variant aurait pu évoluer de façon indépendante chez un hôte animal ou du moins avoir subi une pression sélective positive en lien avec un potentiel réservoir animal, l'OIE a publié en date du 06/01/2022 une lettre soulignant la nécessité de conduire des investigations génomiques du SARS-CoV-2 chez l'animal et l'importance du partage des séquences sur GISAID¹ par la communauté ([OIE statement le 06/01/2022](#)).

Rôle des animaux

La figure 1 présente les modalités de transmission du SARS-CoV-2 chez l'animal et l'être humain à partir des données de cas notifiés et des connaissances scientifiques au 11/02/2022.

Animaux de compagnie

La note Covid-19 et animaux domestiques détaille les cas recensés de Covid-19 chez les animaux domestiques. Elle dresse la liste des cas de SARS-CoV-2 confirmés sur les animaux de compagnie incluant les chiens, chats, furets, rongeurs et lagomorphes.

Des résultats positifs par RT-PCR au SARS-CoV-2 ont été signalés suite à l'analyse d'écouvillons oraux ou nasaux d'animaux de compagnie en contact étroit avec leur propriétaire atteint de la COVID-19.

Au 18/02/2022, un total 250 cas de SARS-CoV-2 sur des chiens (n=127) et chats (n=119) et mustélidés de compagnie (n=4) ont été rapportés dans 26 pays à l'OIE ou par communiqué officiel.

En novembre 2021 à Hong-Kong, un épisode de transmission de SARS-CoV-2 variant delta du hamster syrien (ou doré *Mesocricetus auratus*) à l'être humain a été observé en animalerie et chez des particuliers ([OIE notification immédiate le 21/01/2022](#)).

Les cas de contamination et/ou d'infection des animaux de compagnie restent sporadiques et isolés, alors que le virus circule largement dans la population humaine ([avis Anses](#) le 14/04/2020). La transmission du SARS-CoV-2 de l'être humain à une espèce animale de compagnie semble rare.

En l'état actuel des données existantes et malgré le cas de contamination humaine par les hamsters syriens à Hong-Kong en novembre 2021, les animaux de compagnie ne jouent pas un rôle significatif dans la propagation du virus SARS-CoV-2 en comparaison avec la propagation

¹ GISAID : plateforme internationale de partage des données de séquences génétiques, cliniques et épidémiologiques relatives aux virus influenza et aux coronavirus à l'origine de la COVID-19

humaine (Source : [communiqué des autorités de Hong Kong au 26/03/2019](#), [Thiry, 2020](#), [ECDC le 25/01/2021](#), [CDC le 10/02/2021](#),). En date du 05/01/2022, le CDC estime que le risque de transmission du virus SARS-CoV-2 de l'animal à l'être humain est considéré comme faible (source : [CDC le 05/01/2022](#)).

Animaux domestiques d'élevage

Les connaissances actuelles sur la réceptivité et la sensibilité des animaux domestiques d'élevage sont indiquées dans une note Covid-19 et animaux domestiques.

A ce jour le virus SARS-CoV-2 n'a pas été mis en évidence sur des animaux domestiques d'élevage en condition naturelle. Les études expérimentales sur les animaux d'élevage (hors vison d'Amérique) montrent une réceptivité faible au SARS-CoV-2. Chez les lagomorphes, une excrétion nasale et orale a été mise en évidence expérimentalement sur des lapins néo-zélandais (*Oryctolagus cuniculus*) (Mykytyn et al. 2021).

Elevage de vison d'Amérique

La note Covid-19 et élevages de visons d'Amérique dresse le bilan détaillé des cas de SARS-CoV-2 confirmés dans les élevages de visons d'Amérique en Europe et Amérique du Nord.

Au cours de l'année 2020, des élevages de visons d'Amérique (*Neovison vison*) ont été détectés infectés au SARS-CoV-2 (positifs en RT-PCR et/ou sérologie) aux Pays-Bas fin avril puis au Danemark mi-juin, en Espagne début juillet, aux Etats-Unis et en Italie en août, en Suède en octobre, puis en Grèce, en France, en Pologne et en Lituanie en novembre, et au Canada en décembre. Par mesure de précaution et afin d'éviter toute mutation du virus SARS-CoV-2, les autorités néerlandaises, danoises, espagnoles et, françaises ont décidé d'abattre l'ensemble des visons des élevages infectés. Les autorités danoises ont mis en œuvre un abattage total du cheptel national en 2020. Les autorités américaines, canadiennes et suédoises n'ont pas mis en place d'abattage des exploitations atteintes.

En 2021, 45 foyers de SARS-CoV-2 ont été détectés et notifiés dans des fermes de visons d'Amérique dans huit pays d'Europe et d'Amérique du Nord.

En France, quatre élevages de visons d'Amérique étaient en activité avant l'émergence du SARS-CoV-2. Une exploitation a été détectée positive le 20/11/2020, le cheptel a été abattu. Deux élevages ont cessé leur activité et le dernier est en cours de fermeture, suite à la publication de la loi contre la maltraitance animale du 30/11/2021 visant la fin de l'élevage de visons d'Amérique destinés à la production de fourrure.

Les épizooties dans les visonnières aux Pays-Bas et au Danemark ont révélé le potentiel zoonotique du SARS-CoV-2. La transmission du SARS-CoV-2 de l'être humain au vison, puis de retour à l'être humain est avérée. Elle a été initiée dans les zones à forte densité d'élevage (Oude Munnink et al. 2021). Compte tenu de la prévalence du SARS-Cov-2 dans la population humaine, le risque d'infection des élevages de visons est considéré comme élevé en Europe (Source : [GLEWs+ Risk assessment](#) le 20/01/2021, [EFSA](#) le 29/01/2021, [ECDC le 12/05/2021](#)).

Parcs zoologiques

La note Covid-19 et faune sauvage dresse le bilan détaillé des cas de SARS-CoV-2 confirmés et des connaissances sur les espèces de la faune sauvage captive (hors élevage vison d'Amérique).

Le premier cas sur une espèce sauvage captive a été détecté sur des tigres (*Panthera tigris jacksoni*) et des lions (*Panthera leo*) du zoo de New York (WCS Bronx zoo) le 23/03/2020 (source : [Notification OIE du 6/04/2020](#)).

En date du 18/02/2022, la majorité des 63 déclarations officielles concerne principalement des félidés du genre *panthera*. Des cas ont également été rapportés chez les grands singes (genre *Gorilla*), puma (*Puma concolor*), lynx (*Felis lynx*, *Lynx canadensis*, *Lynx rufus*), loutres (*Aonyx cinereus*), binturong (*Arctictis binturong*), Castoridae, chat viverrin (*Prionailurus viverrinus*), coati à queue annelée (*Nasua nasua*), hyène tachetée (*Crocuta crocuta*) et hippopotames.

Les cas de SARS-CoV-2 chez la faune sauvage captive demeurent sporadiques. L'hypothèse de contamination retenue sur toutes ces déclarations est le contact avec du personnel atteint de Covid-19. En Inde, une analyse génomique réalisée sur des souches issues de lions d'un même groupe jugé faiblement exposé à l'être humain (zoo fermé au public, soigneurs portant des équipements de protection et accès restreints au personnel) laisse supposer qu'une transmission intra-spécifique ait pu se produire (Mishra et al. 2021).

Animaux sauvages libres

La note Covid-19 et faune sauvage précise l'état actuel des connaissances sur les contaminations d'espèces sauvages en conditions naturelles et leur capacité à transmettre le virus SARS-CoV-2.

Des cas de SARS-CoV-2 ont dans la faune sauvage libre ont été mis en évidence grâce à des programmes de recherche et de conservation de la faune :

- Chez le vison d'Amérique aux Etats-Unis fin 2020 et en Espagne en 2021,
- Chez les cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) dans plusieurs états des Etats-Unis et aux Canada. La prévalence de l'infection dans la population de cerfs varie selon les états de 13.5 à 70% (Hale et al. 2021). Les analyses de séquences montrent que plusieurs événements de contaminations d'être humain à cerf ont eu lieu et que le virus se transmet de cerf à cerf. En **décembre 2021** aux États-Unis, le variant Omicron a été détecté sur une population de cerfs de Virginie échantillonnée entre décembre 2021 et janvier 2022 à Staten Island (source : *preprint* [BioRxiv le 07/02/2022](#)).

Contrairement à ce qui est observé en Amérique du Nord, les cervidés testés en Europe en période pandémique n'ont pas montré de preuve d'infection (*pre-print* [BioRxiv le 18/02/2022](#)).

Les études portant sur les espèces synanthropiques libres n'ont pas mis en évidence de cas de SARS-Cov-2 à ce jour.

Au premier semestre 2021 en France, une séropositivité par ELISA confirmé par Western Blot a été observée sur des mustélidés sauvages (32 spécimens testés), dont trois martres (*Martes martes*) et deux blaireaux (*Meles meles*) (*preprint* [BioRxiv le 20/01/2022](#)).

Vaccination

Le premier vaccin contre le coronavirus à destination des animaux, Karnivak-Kov a été homologué en Russie (source : [service fédéral de la surveillance vétérinaire et phytosanitaire \(SFVPS\) le 31/03/2021](#)). Les essais précliniques ont été réalisés sur 130 animaux au total :

furets, visons d'Amérique, chiens et chats. Il est destiné en premier lieu aux animaux à fourrure, dont les chiens et chats (source : [SFVPS le 08/04/2021](#)).

Aux États-Unis, un premier vaccin intranasal a été testé expérimentalement sur des furets, par une équipe américaine. En plus de limiter les effets cliniques de l'infection, l'expérience montre que la vaccination bloque la transmission intra-espèce par contact 42 jours après injection (source : [Science Advances le 02/07/2021](#)).

Un vaccin expérimental a été autorisé en Finlande pour vacciner visons domestiques dans les fermes à fourrure ([AFP Helsinki le 01/10/2021](#)).

Une vaccination prophylactique a été mise en place dans plusieurs zoos aux États-Unis. Le vaccin principalement utilisé est donné par la société Zoetis (26 000 doses délivrées dans treize pays dont les États-Unis et le Canada). Il s'agit d'un vaccin recombinant avec une version synthétique de la protéine Spike du SARS-CoV-2, utilisé à titre expérimental après 12 mois de développement. Plus de 100 espèces différentes ont été vaccinées aux États-Unis, en particulier dans les zoo de San Diego, Oakland et Philadelphie. Les félins et les gorilles sont vaccinés en priorité. Cependant, le risque de stress lié à la capture et l'injection rentre dans la décision de vacciner ou pas (source : [Promed le 14/12/2021](#)).

Si la vaccination des espèces en voie de disparition fait consensus, le chef du département de préparation et de résilience de l'OIE, a déclaré dans un communiqué que les animaux de compagnie n'ont pas besoin d'être vaccinés. Les singes urbains, nombreux dans les pays d'Asie et en Amérique Latine, pourraient être ciblés par des campagnes de vaccination avec des vaccins oraux (source : [Promed le 14/12/2021](#)).

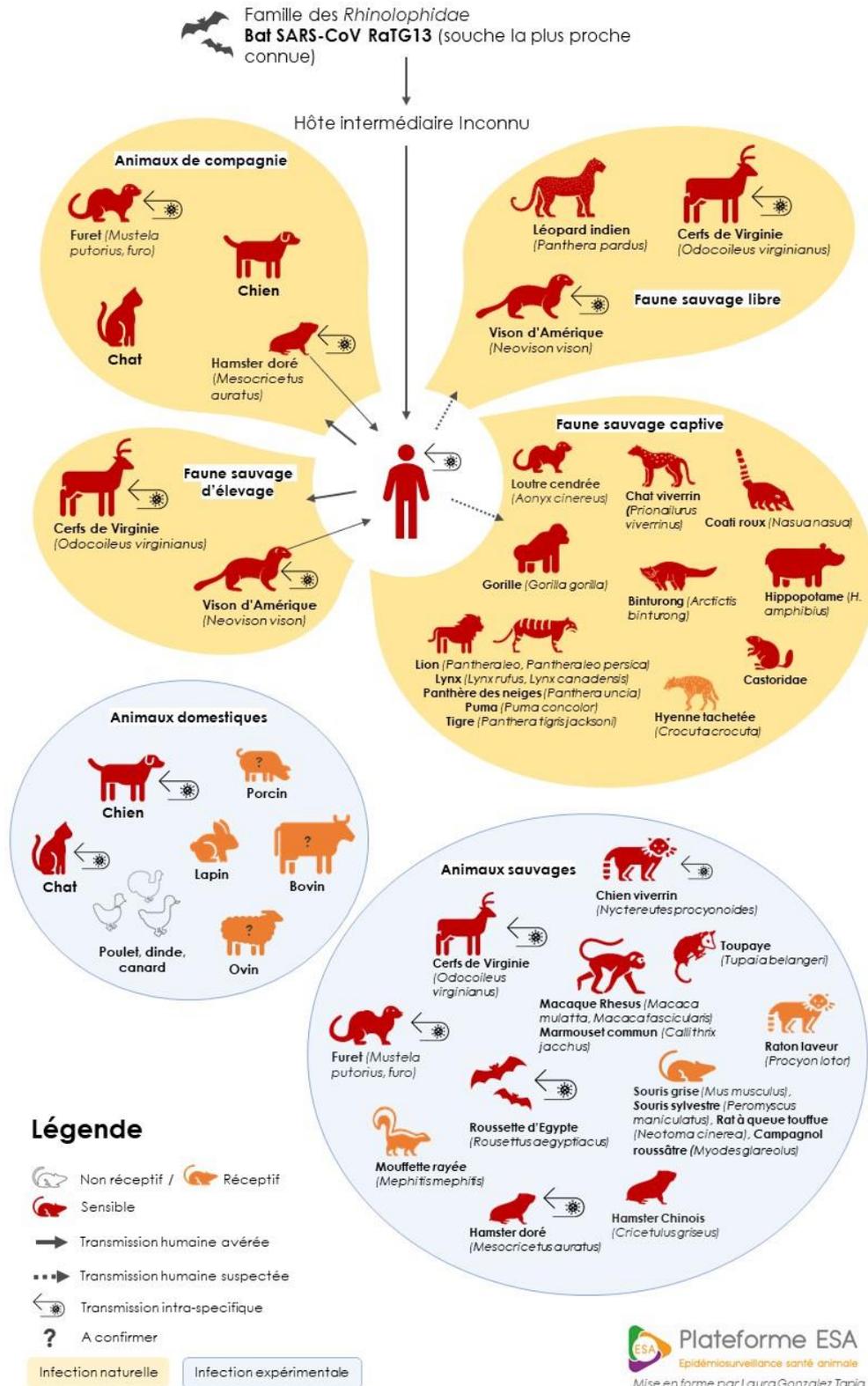


Figure 1 : Représentation des modalités de transmission du SARS-CoV-2 chez l'animal et l'être humain à partir des données de cas notifiés et des connaissances scientifiques au 18/02/2022.

Conclusion

La pandémie de COVID-19 est le résultat d'une transmission d'humain à humain (Source : [OIE](#) au 22/01/2021, [avis Anses](#) actualisé au 16/10/2020).

Parmi les espèces domestiques, les chats, les hamsters, les furets, les visons d'Amérique, les chiens viverrins et les lapins sont sensibles au SARS-CoV-2 et sont capables de transmettre le virus à des animaux naïfs de la même espèce. Les chiens sont légèrement sensibles au SARS-CoV-2 et ne sont pas des hôtes amplificateurs. Les bovins, les ovins et les porcs sont réceptifs. Les poulets et plusieurs autres espèces de volailles ne sont ni réceptifs, ni sensibles au SARS-CoV-2.

Les cas de contamination et/ou d'infection naturelle des animaux domestiques restent sporadiques et isolés, alors que le virus circule largement dans la population humaine ([avis Anses](#) le 14/04/2020). La transmission du SARS-CoV-2 de l'être humain à une espèce animale domestique semble rare (et liée à une promiscuité animal-être humain importante en milieu clos ou confiné). Cependant, un épisode de transmission de SARS-CoV-2 variant delta du hamster à l'être humain, suivi d'une transmission inter-humaine a été observé à Hong-Kong en animalerie et chez des particuliers. Il est recommandé aux personnes atteintes de la COVID-19 qui détiennent des animaux de compagnie d'appliquer les principes de base en matière de bonnes pratiques d'hygiène mais il n'est pas justifié de prendre des mesures à l'encontre des animaux de compagnie, qui pourraient par ailleurs compromettre leur bien-être ([OIE](#) au 22/01/2021). Les gestes barrières doivent en particulier être strictement appliqués par les propriétaires de furets ou de hamsters de compagnie, ces deux espèces étant particulièrement réceptives et sensibles au SARS-CoV-2.

Les épizooties dans les visonnières aux Pays-Bas et au Danemark ont révélé le potentiel zoonotique du SARS-CoV-2. La transmission du SARS-CoV-2 de l'être humain au vison, puis de retour à l'être humain est avérée. Elle a été initiée dans les zones à forte densité d'élevage (Oude Munnink et al. 2021). Compte tenu de la prévalence du SARS-Cov-2 dans la population humaine, le risque d'infection des élevages de visons est considéré comme élevé en Europe (Source : [GLEWs+ Risk assessment](#) le 20/01/2021, [EFSA](#) le 29/01/2021). L'ECDC estime que le niveau global de risque pour la santé humaine par les variants du SARS-CoV-2 associés au vison d'Amérique peut être déterminé comme allant de faible pour la population en général à très élevé pour les personnes vulnérables sur le plan médical exposées professionnellement (source : [Commission européenne le 12/05/2021](#)).

Parmi les animaux sauvages, il a été démontré expérimentalement que les souris à pattes blanches, rat à queue touffue, mouffette rayée, chien viverrin, raton laveur et cerfs de Virginie sont réceptifs au SARS-CoV-2 et peuvent excréter le virus. Plusieurs observations ont été faites d'infection naturelle d'espèces sauvages libres par le SARS-CoV-2 en particulier sur les cerfs de Virginie en Amérique du Nord, avec transmission intra-espèce. A ce jour aucune transmission retour de ces animaux vers l'être humain n'a été détectée.

Des questions demeurent à ce jour quant au rôle des animaux dans l'épidémiologie du virus, en particulier :

- Quel est le rôle des animaux sur l'origine du SARS-CoV-2. Le virus proviendrait d'une espèce de chauve-souris (genre *Rhinolophus*) avec probablement l'intervention d'un hôte intermédiaire (Wacharapluesadee et al. 2021).
- Quelle est la dose infectieuse minimale (c'est-à-dire le nombre minimal de particules virales nécessaires pour induire une infection) pour l'être humain ?
- Quel est le rôle de l'environnement dans l'infection des animaux ?
- Considérant le nombre croissant de variants circulant dans la population humaine, est ce que cette variabilité croissante augmenterait la probabilité d'infection des espèces animales actuellement non réceptives et la probabilité d'une panzootie ou d'une épizootie ?

Pour en savoir plus

- [Page d'information du site internet de l'Anses](#) relative au COVID-19
- OIE : [Portail COVID-19](#)
- Fiche technique de l'OIE sur le SARS-CoV-2 et les animaux ([lien](#))
- Site de l'AEEMA : veille scientifique COVID-19 et les animaux ([lien](#))
- Sur la terminologie en épidémiologie : terminologie de l'AEEMA dont les termes réceptivité et sensibilité ([lien](#)) ou sur le site de l'Anses ([lien](#))

Ce document créé dans le cadre de la Plateforme d'épidémiologie et de santé animale (ESA) peut être utilisé et diffusé pour tout ou partie par tout média à condition de ne pas apporter de modification au contenu et de citer la source comme suit " © <https://www.plateforme-esa.fr/>". Il n'engage que son comité de rédaction et non les organismes membres de la Plateforme. Pour toutes questions : plateforme-esa@anses.fr.

Références bibliographiques

- Di Teodoro, Giovanni, Fabrizia Valleriani, Ilaria Puglia, Federica Monaco, Chiara Di Pancrazio, Mirella Luciani, Ivanka Krasteva, et al. 2021. « SARS-CoV-2 Replicates in Respiratory Ex Vivo Organ Cultures of Domestic Ruminant Species ». *Veterinary Microbiology* 252 (janvier): 108933. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108933>.
- Du, Xuguang, Zihang Guo, Wenhui Fan, Tang Hai, Fei Gao, Pan Li, Yumin Qin, et al. 2021. « Establishment of a Humanized Swine Model for COVID-19 ». *Cell Discovery* 7 (1): 70. <https://doi.org/10.1038/s41421-021-00313-x>.
- Falkenberg, Shollie, Alexandra Buckley, Melissa Laverack, Mathias Martins, Mitchell V. Palmer, Kelly Lager, et Diego G. Diel. 2021. « Experimental Inoculation of Young Calves with SARS-CoV-2 ». *Viruses* 13 (3): 441. <https://doi.org/10.3390/v13030441>.
- Kuchipudi, Suresh V., Meera Surendran-Nair, Rachel M. Ruden, Michele Yon, Ruth H. Nissly, Kurt J. Vandegrift, Rahul K. Nelli, et al. 2022. « Multiple spillovers from humans and onward transmission of SARS-CoV-2 in white-tailed deer ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119 (6): e2121644119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2121644119>.
- Mishra, Anamika, Naveen Kumar, Sandeep Bhatia, Ashutosh Aasdev, Sridhar Kannappan, Abelraj Thaya Sekhar, Aparna Gopinadhan, et al. 2021. « SARS-CoV-2 Delta Variant among Asiatic Lions, India ». *Emerging Infectious Diseases* 27 (10): 2723-25. <https://doi.org/10.3201/eid2710.211500>.
- Oude Munnink, Bas B., Reina S. Sikkema, David F. Nieuwenhuijse, Robert Jan Molenaar, Emmanuelle Munger, Richard Molenkamp, Arco van der Spek, et al. 2021. « Transmission of SARS-CoV-2 on Mink Farms between Humans and Mink and Back to Humans ». *Science* 371 (6525): 172-77. <https://doi.org/10.1126/science.abe5901>.
- Shi, Jianzhong, Zhiyuan Wen, Gongxun Zhong, Huanliang Yang, Chong Wang, Baoying Huang, Renqiang Liu, et al. 2020. « Susceptibility of Ferrets, Cats, Dogs, and Other Domesticated Animals to SARS–Coronavirus 2 ». *Science* 368 (6494): 1016-20. <https://doi.org/10.1126/science.abb7015>.
- Wacharapluesadee, Supaporn, Chee Wah Tan, Patarapol Maneorn, Prateep Duengkae, Feng Zhu, Yutthana Joyjinda, Thongchai Kaewpom, et al. 2021. « Evidence for SARS-CoV-2 Related Coronaviruses Circulating in Bats and Pangolins in Southeast Asia ». *Nature Communications* 12 (1): 972. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21240-1>.



WHO. 2021. « WHO-Convened Global Study of Origins of SARS-CoV-2: China Part ». 2021.
<https://www.who.int/publications-detail-redirect/who-convened-global-study-of-origins-of-sars-cov-2-china-part>.