



# PODCAST : LES CONFINÉS

---

## Coronavirus et animaux (Hermine)

Pourquoi je vous parle du coronavirus dans Les Carencés ? Déjà parce que c'est difficile de parler d'autre chose en ce moment, et puis aussi à cause du rôle crucial des animaux ici. J'ai envie de commencer cette chronique en citant l'auteur James Gorman dans le New York Times (1) : « l'une des nombreuses leçons de la pandémie créée par le coronavirus c'est de nous rappeler à quel point nous sommes proches du reste du royaume animal. On attrape des maladies venant d'animaux et ensuite on utilise encore d'autres animaux pour trouver comment combattre ces maladies »

Alors en effet, si vous ne le saviez pas encore, fin 2019 on rapporte une série de cas de pneumonie non identifiée dans une province de Chine centrale. Les cliniciens la déterminent comme ayant une origine virale d'après les symptômes cliniques, entre autres. La plupart des cas de ce cluster semblent avoir été en contact avec un marché de produits de la mer, qui est aussi un endroit où on trouve des animaux terrestres vivants, sauvages ou non. On a prélevé des échantillons sur 7 patients (qui étaient d'ailleurs pour la majorité des marchands ou des transporteurs d'animaux sur le marché) avec une pneumonie sévère, et comme on se retrouvait à peu près dans les mêmes conditions que l'épidémie de SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère) au début des années 2000, qui était due à un coronavirus, on a tout de suite cherché un coronavirus (2,3). Bingo, c'est un coronavirus (qui sont appelés comme ça puisqu'ils ont une espèce de couronne de pics à leur surface -les glycoprotéines S, ce sont d'ailleurs ces pics qui vont se lier à des récepteurs -ACE2- situés à la surface de nos cellules, et cette liaison va servir de porte d'entrée au virus).

On va appeler ce nouveau virus le SARS-nCoV puis, une fois l'arbre phylogénétique réalisé, SARS-CoV-2, non pas parce que c'est le deuxième coronavirus à déclencher le SRAS, mais pour des raisons purement taxonomiques (4). Et la maladie, l'OMS va l'appeler COVID-19. Donc quand vous voyez SARS-CoV-2, on parle du virus, quand vous voyez COVID-19, on parle de la maladie.

Vu les circonstances et ce qu'on connaît des coronavirus il y a beaucoup de chances que ce soit ce qu'on appelle une maladie zoonotique, c'est-à-dire que le virus a été transmis à l'humain par un animal. En général ça implique une mutation ou une recombinaison pour que le virus puisse infecter l'humain, c'est d'ailleurs pour ça que le génome de ce virus n'est pas dans les bases de données, il est complètement nouveau. À partir de là il devient essentiel d'identifier l'animal réservoir du virus d'origine ainsi que les hôtes (d'autres espèces) qui peuvent être potentiellement infectés par ce nouveau coronavirus et nous le transmettre. À ce stade-là on ne sait pas encore si le virus se transmet d'un humain à l'autre. Malheureusement, aujourd'hui on a la réponse, la suite on la connaît : l'épidémie puis la pandémie. On pense que tous les coronavirus humains trouvent leur origine chez la chauve-souris, mais on vérifie quand même en comparant d'abord son modèle d'infectivité avec celui d'autres coronavirus, et c'est effectivement avec les coronavirus de chauve-souris qu'on observe le plus de similarité. Mais il y a un autre modèle qui se rapproche, c'est celui du vison (5). Donc on se dit à ce stade qu'il peut aussi être une source d'infection. Puis on regarde au niveau des génomes et on construit l'arbre phylogénétique de tous les coronavirus qu'on connaît. Le plus proche est encore un coronavirus de chauve-souris. Donc vraiment là, la chauve-souris, on commence à être à peu près sûr (2,3). Et cette zoonose, c'est quelque chose qu'on aurait peut-être pu prévoir, puisqu'on sait à quel point les chauves-souris sont des réservoirs à virus (6 à 16). Elles ont vraiment une immunité hors du commun qui intéresse particulièrement les chercheurs (13) et qui les inquiète aussi depuis un moment en réalité. Ça fait des années que les excréments de chauve-souris sont analysés pour lister tous les virus qu'on y trouve. Et en plus on sait que le risque est d'autant plus important que les chauve-souris existent dans beaucoup de régions du monde, qu'elles volent et donc qu'elles peuvent répandre des trucs facilement, d'ailleurs ce sont des super pollinisatrices, donc sachant les virus qu'elles transportent on n'a pas de quoi être rassuré. Des équipes notamment en Chine avaient déjà pour ainsi dire prévenu du risque de voir se générer des potentiels virus pandémiques et notamment à partir de coronavirus. Et malgré tout on arrive quand même à se laisser surprendre.

Donc on est quasi-sûr que l'origine de notre coronavirus est une chauve-souris, le virus de la chauve-souris est à 96% identique au virus qu'on trouve chez l'humain (17). Mais on sait aussi que les coronavirus de chauve-souris infectent rarement directement l'humain, et en plus la maladie s'est déclarée en décembre (a priori, peut-être plus tôt, puisque les symptômes ne sont pas spécifiques ; il y a pu avoir des cas avant les premiers déclarés officiellement), et la chauve-souris hiberne, donc peu de chance qu'elle soit la cause directe de l'épidémie. Du coup la question est « est-ce que le virus est quand même passé directement de la chauve-souris à

l'humain, ce qui nous semble peu probable, ou est-ce qu'il y a eu une espèce intermédiaire ? ». Dans le cas du premier SRAS l'hôte intermédiaire était probablement la civette (16).

Alors la première piste était un serpent (18). Comme en plus le serpent mange la chauve-souris, ça ne paraissait pas complètement idiot puisqu'on trouvait deux types de serpents sur le marché en question. Puis une autre équipe a soulevé les limites de l'analyse qui avait mené à cette hypothèse et a fini par l'écartier (19). Donc ce ne serait pas le serpent. Début mars, on a repéré des coronavirus sur des pangolins qui ont été confisqués par la douane, puisque c'est une espèce qui fait l'objet de beaucoup de trafic. Ces pangolins n'ont pas survécu, d'ailleurs, mais ça a permis de nous mettre sur une nouvelle piste : notre coronavirus semble donc être une recombinaison entre le coronavirus de la chauve-souris et celui du pangolin (et cette recombinaison aurait eu lieu au niveau de la protéine S) et le pangolin semble être le réservoir intermédiaire le plus probable aujourd'hui (20 à 23).

En réaction à tout ça, le gouvernement chinois décide d'interdire la vente d'animaux sauvages pour leur consommation (24). C'est une bonne nouvelle, puisque contrairement à l'épidémie de SRAS de 2003 où il avait juste interdit la vente de civette, qui était l'hôte intermédiaire, mais on savait qu'avec ce type de marché où plein d'espèces sauvages de milieux différents sont les unes en contact avec les autres, le risque de voir une nouvelle épidémie de ce type n'était pas négligeable du tout. Donc cette fois-ci on essaie d'attaquer le problème à la racine. Sauf que cette interdiction semble comporter des exceptions, au grand dam des experts de santé publique et de la conservation d'espèces (25).

En effet, le marché d'animaux exotiques, en particulier sauvages n'est pas seulement ancré dans la culture, c'est aussi une industrie estimée à 73 milliards de dollars et qui emploierait plus d'un million de personnes. Alors ça ne veut pas dire qu'en Chine la consommation d'animaux exotiques c'est le quotidien de tous le monde hein, loin de là, il y a d'ailleurs pas mal d'opposition à ces pratiques, mais c'est difficile d'effacer une telle industrie d'un claquement de doigts. Donc par exemple la vente d'animaux sauvages pour leur fourrure est une exception. Il y a aussi des reclassifications en bétail de certaines espèces, comme les pigeons et les lapins, puisque la loi ne touche pas ce qui considéré comme du bétail (24).

Mais il y a une industrie encore plus importante : la médecine traditionnelle chinoise, estimée à 130 milliards de dollars. Et le truc, c'est que beaucoup d'espèces exotiques mangées dans certaines régions de la Chine sont aussi utilisées dans la médecine chinoise.

Vous avez compris où je veux en venir : la nouvelle interdiction a pour exception les espèces utilisées en médecine chinoise. Alors théoriquement ce sera contrôlé, mais on ne peut pas s'empêcher de penser qu'il y aura des abus et un risque de trafic supplémentaire, du moins c'est ce que craignent les organismes de conservation des espèces sauvages. Néanmoins c'est accueilli comme un pas dans la bonne direction, mais par exemple pour les pangolins, certes la viande de pangolin sera beaucoup moins mangée, mais les tentatives de reproduction de ces pangolins à des fins médicinales (les écailles) ne seront probablement pas interdites (26). Par ailleurs, on peut se demander aussi si le fait d'avoir été désigné comme un hôte intermédiaire

possible aura des conséquences bénéfiques ou au contraire néfastes pour le pangolin, est-ce qu'on va du coup le laisser tranquille, ou est-ce qu'au contraire il risque une sorte de retour de bâton en étant traité comme de la peste ?

Évidemment je ne peux pas parler du coronavirus sans parler de la course au développement d'un vaccin et d'un traitement.

Alors pour le traitement, beaucoup d'essais cliniques de plus ou moins grande ampleur sont déjà enregistrés et à différentes phases (27), pour quelques antiviraux déjà approuvés pour combattre d'autres infections. Je ne vais pas du tout m'attarder là-dessus, puisqu'il n'y aujourd'hui pas vraiment de résultats validés de ces essais cliniques, même si certains traitements apparaissent déjà dans les recommandations. C'est plus parce qu'il faut agir vite dans ce genre de situation, donc si un antiviral semble avoir eu des résultats probants sur un certain nombre de patients, on remonte vite l'info et c'est pris en compte par la suite, mais c'est malheureusement très vite extrapolé dans les médias. En tout cas on n'a pas encore aujourd'hui de données suffisantes sur le plan qualitatif comme quantitatif pour mettre en avant un traitement plutôt qu'un autre.

En parallèle de ces essais cliniques, on continue à chercher avec différentes méthodes bio/chemoinformatiques et in vitro parmi toutes les molécules antivirales connues (y compris celles déjà en essais cliniques) celles qui peuvent présenter une efficacité sur le nouveau coronavirus (28 à 32). Pour certaines de ces approches le but n'est pas seulement de voir ce qui fonctionne sur le virus mais aussi d'obtenir un certain contexte mécanistique (28). Plusieurs molécules candidates seront ou sont aussi testées in vivo. D'autres labos cherchent plus spécifiquement à développer des nouveaux traitements contre le coronavirus, et donc s'intéressent aux anticorps en travaillant sur les animaux (33,34).

Pour ce qui est du vaccin, là aussi, quand je vous parle de course, c'est presque un euphémisme. Beaucoup de labo, publics comme privés, se sont lancés dans le développement d'un vaccin, chacun plus ou moins avec sa propre méthode (35), et donc plusieurs formules de vaccins sont déjà créées. Mais créées ne veut pas dire prêtes. Maintenant il faut tester leur efficacité, trouver le bon dosage, évaluer les effets indésirables.

Pour ça on le teste d'abord sur les animaux, puis on fait nos trois phases cliniques chez les humains.

La question est : quels animaux ?

Pour tester un vaccin ou un traitement, il faut déjà trouver un modèle animal chez lequel la maladie se développe. Et donc chez lequel le virus peut se multiplier.

Mais il ne faut pas seulement que la maladie se développe (c'est-à-dire : il ne faut pas seulement que l'animal puisse être infecté), il faut aussi que l'animal présente des symptômes, et en particulier les symptômes que l'on retrouve chez l'humain. Donc il faut que la maladie se manifeste chez l'animal de façon similaire à l'humain. Alors pourquoi ? Parce qu'un animal infecté mais asymptomatique peut nous dire si le vaccin ou le traitement est efficace contre le pathogène, mais comme la sévérité de la maladie peut être en partie due au système immunitaire lui-même (une réponse inflammatoire violente, par exemple), ces animaux-là ne

vont pas beaucoup nous aider. Puisque si on se débarrasse du virus sans traiter la manifestation clinique de la maladie et la réponse immunitaire, ben les personnes risquent d'être quand même encore malades.

Donc là, c'est un peu pareil, chaque labo cherche plus ou moins de son côté le modèle animal idéal pour notre coronavirus (36).

Donc d'abord le plus simple : les souris, elles sont pas chères, se reproduisent facilement et elle sont faciles à manipuler. Sauf que, malheur, le virus ne se multiplie pas chez les souris. Et pour cause, vous vous souvenez de mes pics autour du virus, qui se lie à des récepteurs pour pouvoir ensuite s'en servir un peu comme porte d'entrée. Eh bien les souris n'ont pas les récepteurs de la bonne forme. Alors c'est super pour elles hein, du coup, mais pas trop pour nos chercheurs.

Qu'est-ce qu'on fait dans ces cas-là ? Soit on « force » le virus sur des souris de façon répétée jusqu'à ce que le virus se modifie et finisse par infecter les souris, soit on modifie les souris en leur donnant le récepteur qu'on trouve chez l'humain. On a donc des souris transgéniques, qu'on appelle aussi humanisées. Est-ce qu'on a le temps de faire tout ça ? On est dans une course, je vous le rappelle.

Il se trouve que ce virus se lie aux mêmes récepteurs que le virus du SRAS de 2003 (37). Et on avait déjà humanisé des souris à cette époque. Mais les chercheurs ne sont pas sauvés pour autant, puisque ces souris sont quasiment introuvables aujourd'hui (38). On ne les utilisait plus, donc la colonie a été éliminée dans la plupart des labos qui en avaient. Certains (comme un labo aux US) ont quand même conservé du sperme congelé, qui a donné naissance à une nouvelle génération, mais ce sont des souris qui ne sont pas encore prêtes à être infectées par le virus. Il va falloir attendre plusieurs semaines pour les utiliser.

Alors visiblement il y a quand même un labo à Pékin qui avait encore quelques-unes de ces souris, puisqu'il a pu en fournir pour une étude qui a permis de montrer que ces souris développent effectivement la maladie et pourraient être un modèle intéressant pour développer traitements et vaccins. Bon évidemment c'est une publication qui n'a pas encore été évaluée par les pairs ni publiée (39).

D'autres chercheurs testent leur vaccin sur des souris classiques pour voir s'il génère au moins une réponse immunitaire, mais il faudra encore pas mal de temps avant que les animaux soient prêts pour évaluer la sûreté et l'efficacité des vaccins et médicaments.

Donc là on sait qu'on a potentiellement un modèle transgénique chez lequel le virus peut se multiplier. Mais je vous l'ai dit tout à l'heure on a aussi besoin des symptômes, qui varient d'une espèce à l'autre. Et donc les labos testent plein d'animaux différents : un labo au Canada a commencé des tests sur les furets (40), puisqu'on sait que pour la grippe par exemple ils manifestent des symptômes très similaires aux humains, donc peut-être que ça fonctionnera aussi pour ce nouveau virus : au moment où on enregistre, on ne sait pas. Un autre labo au Texas dispose d'une colonie de babouins, et espèrent démarrer les tests début avril sur 10 babouins (41). Leur stratégie à eux, c'est d'utiliser le moins d'animaux possibles en expérimentation animale, et pour eux ça veut dire utiliser des modèles qui sont le plus proche possible de l'humain sur le plan génétique. 98% pour les primates. Un autre labo américain compte utiliser les macaques rhesus et les singes verts d'Afrique (42). Pour l'instant vraiment le

but des premiers tests est de voir si le virus infecte les espèces et comment les symptômes se manifestent.

Une étude a déjà été faite sur des macaques rhésus : ils peuvent donc être infectés et manifester des symptômes cliniques, l'intérêt de cette étude a été aussi de montrer qu'ils ne semblaient pas pouvoir être réinfectés (43), ce qui est plutôt bon signe, mais on se demande si c'est vrai aussi chez les humains, on actuellement quelques inquiétudes. Et après ce sera vraiment le début des tests d'efficacité des vaccins pendant quelques mois, puis les essais cliniques sur les humains.

Évidemment l'expérimentation animale est un sujet extrêmement délicat. Et d'ailleurs, le président de la fondation pour la recherche médicale, Matthew Bailey a pris un peu les devants sur les groupes d'activistes anti-expérimentation animale, en publiant très vite un papier d'opinion (44). Alors c'est une tribune pas très longue mais intéressante dans laquelle il rappelle un peu ce que je viens de dire, que les chercheurs étudient le coronavirus chez les animaux pour pouvoir le soigner efficacement. Et donc conclut en disant qu'aujourd'hui rien ne remplace ce que nous apporte l'étude d'une maladie ou d'une molécule sur un organisme vivant entier. Si je vous en parle c'est surtout parce qu'il l'a titrée « les activistes de la cause animale préfèrent le coronavirus à votre sécurité/santé ». Donc il a mis sa petite attaque directement dans le titre de son papier. Alors vous savez que je me suis déjà un peu énervée aussi par rapport à certains arguments fréquemment avancés. Mais je trouve quand même l'attaque dans le titre un peu gratuite, puisque je ne pense pas qu'il y ait eu de manifestation particulière contre l'utilisation des animaux dans la recherche sur le coronavirus (par contre il y a eu un tag en Italie à Milan en plus disant « Le Téléthon torture les animaux » (45)).

Je ne pense pas non plus que les activistes préfèrent une maladie grave et potentiellement mortelle à la sécurité des gens, je pense que leur opposition naît plutôt d'une ignorance ou d'une incompréhension concernant l'utilisation des animaux dans la Recherche et en médecine. Je pense aussi qu'il y a beaucoup de choses à améliorer, à commencer par la transparence des laboratoires concernant l'expérimentation animale, puisque le manque de communication publique là-dessus pousse les activistes à penser que tout est fait en secret, ce qui n'est la plupart du temps pas le cas, c'est juste que ce n'est pas expliqué clairement au grand public. Certains pensent aussi qu'on a des alternatives pour tout. Et c'est là que je parle d'ignorance, puisque même si les alternatives existantes ne sont pas suffisamment utilisées, et là par contre c'est vraiment l'un des aspects sur lequel il faut faire pression, dire qu'on pourrait aujourd'hui se passer de l'expérimentation animale parce qu'on sait le faire partout est malheureusement faux. On ne peut pas dire ça. Et malheureusement c'est surtout ce type de discours je pense qui fait que les militants ne sont pas vraiment pris au sérieux. Et c'est dommage, puisque finalement accepter cette réalité-là n'enlève rien au problème éthique et moral de l'utilisation des animaux de cette manière. Rien n'empêche de soulever ce problème, puisqu'il est là. On peut être moralement contre l'utilisation des animaux en Recherche ou en médecine et comprendre qu'aujourd'hui on en dépend quand même. Et c'est d'ailleurs en soulevant ce problème qu'on pourra éventuellement pousser le développement d'alternatives et l'utilisation des alternatives existantes.

D'ailleurs ça c'est la petite bonne nouvelle, je vous ai parlé de cette course aux vaccins, eh bien peut-être qu'elle sera gagnée par deux labos associés (Moderna + VRC), qui ont semble-t-il développé une technologie à base d'ARNm permettant de se passer d'au moins une partie des tests sur les animaux (il ont développé leur technologie à l'aide de tests sur les animaux (46)) et ils ont déjà entamé (47 à 49) les essais cliniques de phase I qui consistent à tester le vaccin à différentes doses chez des volontaires sains. Alors, ça fait débat (50) on verra ce que ça donne, personnellement j'ai pas mal de questions par rapport à ça, mais j'espère vraiment que l'issue sera positive. Par contre ça prend quand même du temps, ce ne sera pas prêt avant au moins un an, plus peut-être quelques mois pour créer des stocks suffisants pour vacciner tout le monde.

Je ne vais pas m'étendre plus là-dessus, mais j'aimerais juste pour terminer, citer Christine Korsgaard qui est une philosophe américaine spécialisée en éthique et en histoire de l'éthique, et qui dans dans un de ses livres (51,52), dit, concernant l'expérimentation animale :

« Je pense que c'est un problème difficile, au moins psychologiquement. Quand on apprend ce qui se passe dans les laboratoires, on est horrifié. Mais quand on pense aux bénéfices que la recherche scientifique sur les animaux peut nous apporter, on ne peut pas imaginer l'abandonner. Pour copier St Auguste, nous espérons que Dieu nous offrira la clémence et la compassion, mais pas tout de suite. » (53)

## SOURCES

- (1) <https://www.nytimes.com/2020/03/14/science/animals-coronavirus-vaccine.html>
- (2) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.20.913368v2.full.pdf>
- (3) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.22.914952v2.full.pdf>
- (4) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.07.937862v1.full.pdf>
- (5) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.21.914044v3.full.pdf>
- (6) <https://www.nytimes.com/2020/01/28/science/bats-coronavirus-Wuhan.html?action=click&module=RelatedLinks&pgtype=Article>
- (7) <https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1006698>
- (8) <https://jvi.asm.org/content/89/23/11858>
- (9) <https://jvi.asm.org/content/86/23/12816>
- (10) <https://www.nature.com/articles/nature12711>
- (11) [nature22975.pdf](#)
- (12) <https://www.mdpi.com/1999-4915/11/3/210/htm>
- (13) [https://www.cell.com/cell-host-microbe/fulltext/S1931-3128\(18\)30041-6](https://www.cell.com/cell-host-microbe/fulltext/S1931-3128(18)30041-6)
- (14) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590053619300308#bib26>
- (15) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016817021500177X?via%3Dihub>
- (16) <http://europepmc.org/article/PMC/3291347#id769259>
- (17) <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2012-7>
- (18) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.25682>
- (19) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.04.933135v1.full.pdf>
- (20) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.17.951335v1.full.pdf>
- (21) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.18.954628v1.full.pdf>
- (22) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.19.950253v1.full.pdf>
- (23) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.16.993816v1.full.pdf>
- (24) <https://www.google.fr/amp/s/amp.cnn.com/cnn/2020/03/05/asia/china-coronavirus-wildlife-consumption-ban-intl-hnk/index.html>
- (25) <https://newsroom.wcs.org/News-Releases/articleType/ArticleView/articleId/13855/WCS-Statement-and-Analysis-On-the-Chinese-Governments-Decision-Prohibiting-Some-Trade-and-Consumption-of-Wild-Animals.aspx>
- (26) <https://www.nytimes.com/2020/02/27/science/coronavirus-pangolin-wildlife-ban-china.html?action=click&module=RelatedLinks&pgtype=Article>
- (27) <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.18.20038190v1>
- (28) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.22.002386v1.full.pdf>
- (29) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.20.999730v2.full.pdf>
- (30) <https://www.nature.com/articles/s41422-020-0282-0>
- (31) <https://www.nature.com/articles/s41421-020-0156-0>
- (32) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.19.997890v1.full.pdf>
- (33) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.11.987958v1.full>
- (34) [http://www.vib.be/en/news/Pages/VIB-moves-forward-in-the-development-of-a-COVID-19-proprietary.aspx?mc\\_cid=577a496375&mc\\_eid=c05d434440](http://www.vib.be/en/news/Pages/VIB-moves-forward-in-the-development-of-a-COVID-19-proprietary.aspx?mc_cid=577a496375&mc_eid=c05d434440)
- (35) <https://www.clinicaltrialsarena.com/analysis/coronavirus-mers-cov-drugs/>



- (36) <https://www.nytimes.com/2020/03/14/science/animals-coronavirus-vaccine.html>
- (37) <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2012-7>
- (38) <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-11/a-coronavirus-cure-depends-on-rare-mice-but-there-aren-t-enough>
- (39) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.07.939389v3.full.pdf>
- (40) [https://www.statnews.com/2020/03/05/coronavirus-labs-scramble-to-find-right-animals-for-covid-19-studies/?mc\\_cid=8de88bfa55&mc\\_eid=c05d434440](https://www.statnews.com/2020/03/05/coronavirus-labs-scramble-to-find-right-animals-for-covid-19-studies/?mc_cid=8de88bfa55&mc_eid=c05d434440)
- (41) <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-07/texas-baboon-troop-enlisted-in-human-kind-s-war-on-coronavirus>
- (42) [https://www.nola.com/news/healthcare\\_hospitals/article\\_3dcbc20c-536b-11ea-ad68-0f430ce8649a.html](https://www.nola.com/news/healthcare_hospitals/article_3dcbc20c-536b-11ea-ad68-0f430ce8649a.html)
- (43) <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.13.990226v1.full.pdf>
- (44) [https://eu.detroitnews.com/story/opinion/2020/03/03/opinion-animal-rights-groups-choose-coronavirus-over-your-safety/4928153002/?mc\\_cid=8de88bfa55&mc\\_eid=c05d434440](https://eu.detroitnews.com/story/opinion/2020/03/03/opinion-animal-rights-groups-choose-coronavirus-over-your-safety/4928153002/?mc_cid=8de88bfa55&mc_eid=c05d434440)
- (45) [https://www.repubblica.it/solidarieta/volontariato/2020/03/06/news/telethon\\_non\\_si\\_puo\\_oscurare\\_la\\_voce\\_di\\_chi\\_crede\\_nella\\_ricerca-250456793/?mc\\_cid=2ab4d3d923&mc\\_eid=c05d434440&refresh\\_ce](https://www.repubblica.it/solidarieta/volontariato/2020/03/06/news/telethon_non_si_puo_oscurare_la_voce_di_chi_crede_nella_ricerca-250456793/?mc_cid=2ab4d3d923&mc_eid=c05d434440&refresh_ce)
- (46) <https://www.modernatx.com/newsroom/publications>
- (47) <https://www.clinicaltrialsarena.com/news/first-us-covid-19-vaccine-trial-moderna/>
- (48) <https://about.kaiserpermanente.org/our-story/health-research/news/first-covid-19-vaccine-trial-at-kaiserpermanente-washington>
- (49) <https://investors.modernatx.com/news-releases/news-release-details/moderna-announces-first-participant-dosed-nih-led-phase-1-study>
- (50) [https://www.nature.com/articles/d41586-020-00751-9?mc\\_cid=577a496375&mc\\_eid=c05d434440](https://www.nature.com/articles/d41586-020-00751-9?mc_cid=577a496375&mc_eid=c05d434440)
- (51) <https://global.oup.com/academic/product/fellow-creatures-9780198753858?cc=fr&lang=en&>
- (52) <https://www.nybooks.com/articles/2019/03/21/christine-korsgaard-what-we-owe-a-rabbit/>
- (53) «When we learn of the things that actually go on in research laboratories, we are filled with horror. But when we think of the benefits that scientific research on animals might bring us, we cannot bear to give them up. Like St Augustine, we hope that God will give us mercy and compassion -but not yet. »

## **ILLUSTRATIONS**

Badger's Burrow :

Boutique originaux : <https://www.etsy.com/fr/shop/BadgersBurrow3>

Site : <https://badgers-burrow.com/portfolio/>