RMTC
RELEVÉ DES MALADIES TRANSMISSIBLES AU CANADA

canada.ca/rmtc

juin 2022 - Volume 48-6

INFECTIONS ACQUISES PAR TRANSMISSION VECTORIELLE—PARTIE 2 : FAUNE & ANIMAUX DE COMPAGNIE

RÉDACTEUR INVITÉ : ROBBIN LINDSAY

COMMUNICATION RAPIDE

Cas de rage chez un chien importé, Ontario, 2021 — 265

SURVEILLANCE

Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune en Ontario et au Québec — 269

ÉCLOSION

Le SARS-CoV-2 dans des élevages de visons en Colombie-Britannique — 279

Agence de la santé publique du Canada | Public Health Agency of Canada

Canada

RMTC
RELEVÉ DES MALADIES TRANSMISSIBLES AU CANADA

Le *Relevé des maladies transmissibles au Canada* (RMTC) est une revue scientifique bilingue révisée par les pairs et en accès libre publié par l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC). Il fournit des informations pratiques et fiables aux cliniciens et aux professionnels de la santé publique ainsi qu'aux chercheurs, aux décideurs politiques, aux enseignants, aux étudiants et aux autres personnes qui s'intéressent aux maladies infectieuses.

Le comité de rédaction du RMTC est composé de membres en provenance du Canada, des États-Unis, de l'Union européenne et de l'Australie. Les membres du conseil sont des experts reconnus dans le monde entier et actifs dans les domaines des maladies infectieuses, de la santé publique et de la recherche clinique. Ils se rencontrent quatre fois par année et fournissent des avis et des conseils à le rédacteur scientifique en chef du RMTC.

Bureau de la rédaction

Rédacteur scientifique en chef
Michel Deilgat, CD, BA, MD, MPA, MEd, MIS (c), CCPE

Éditrice exécutive
Alejandra Dubois, BSND, MSc, PhD

Éditeurs scientifiques adjoints
Rukshanda Ahmad, MBBS, MHA
Julie Thériault, Inf. aut., BScInf, MSc (santé publique)
Peter Uhthoff, BASc, MSc, MD

Gestionnaire de la rédaction (intérimaire)
Laura Rojas Higuera

Responsable de la production
Lyal Saikaly, BIT

Soutien web
Charu Kaushal

Réviseures
Pascale Salvatore, BA (Trad.)
Laura Stewart-Davis, PhD

Conseillère en communications
Maya Bugorski, BA, BSocSc

Analyste des politiques
Maxime Boucher, PhD

Conseillère en matière des Premières Nations et des Autochtones
Sarah Funnell, BSc, MD, MPH, CCFP, FRCPC

Rédacteurs juniors
Anaya Ahmad, BHSc, MPH (C)
Felipe Gallego, BAHSc, MPH (C)
Lucie Péléja, (Hon.) BSc (Psy), MSc (HS) (C)
Jamal Yazdi, MD, MPH, PHPM Res.

Répertorié
dans PubMed, Directory of Open Access (DOAJ)/Medicus

Disponible
dans PubMed Central (texte entier)

Contactez-le bureau de la rédaction

ccdr-rmtc@phac-aspc.gc.ca
613.301.9930

Référence photographique

La photo de couverture, un chiot assis sur l'herbe. Le rôle des petits animaux de compagnie dans « Un monde, une santé » en tant que maladies infectieuses à transmission vectorielle potentielles partagées par les humains, les chiens et les chats. Cette image a été fournie par Wendy Patterson du *Relevé des maladies transmissibles au Canada*.

Membre du comité de rédaction du RMTC

Heather Deehan, RN, BScN, MHSc
Centre du vaccin, Division des approvisionnements UNICEF
Copenhagen, Danemark

Jacqueline J Gindler, MD
Centre de prévention et de contrôle des maladies Atlanta, États-Unis

Rahul Jain, MD, CCFP, MScCH
Department of Family and Community Medicine, University of Toronto and Sunnybrook Health Sciences Centre
Toronto, Canada

Jennifer LeMessurier, MD, MPH
Santé publique et médecine familiale, Université d'Ottawa, Ottawa, Canada

Caroline Quach, MD, MSc, FRCPC, FSHEA
Microbiologiste-infectiologue pédiatrique, Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine et Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

Kenneth Scott, CD, MD, FRCPC
Médecine interne et maladies infectieuses (adultes)
Groupe des Services de santé des Forces canadiennes (retraité)
Agence de la santé publique du Canada (retraité), Ottawa, Canada

ISSN 1719-3109 / Cat. HP3-1F-PDF / Pub. 210706

RMTC
RELEVÉ DES MALADIES TRANSMISSIBLES AU CANADA

INFECTIONS ACQUISES PAR TRANSMISSION VECTORIELLE : FAUNE & ANIMAUX DE COMPAGNIE

Rédacteur invité :
Robbin Lindsay est chercheur scientifique au Laboratoire national de microbiologie de l'Agence de la santé publique du Canada à Winnipeg depuis 1998. Il est chef de la section des études sur le terrain de la nouvelle section « Un monde, une santé » de la division de Références scientifiques et surveillance. Ses travaux ont porté principalement sur les diagnostics de référence, la surveillance en laboratoire et sur le terrain, et la recherche sur divers agents zoonotiques, y compris les infections transmises par les tiques comme la maladie de Lyme, les infections transmises par les moustiques comme le virus du Nil occidental et le virus Zika, une zoonose transmise par les rongeurs,comme le syndrome pulmonaire à hantavirus et la tularémie. Robbin a suivi une formation pour devenir entomologiste médical au cours de sa maîtrise à l'Université du Manitoba et de son doctorat subséquent à l'Université de Guelph.

TABLE DES MATIÈRES

COMMUNICATION RAPIDE

Cas de rage chez un chien importé, Ontario, 2021 265
S Rebellato, M Choi, J Gitelman, F Ratiu, K Magnusson, B Armstrong, C Fehlner-Gardiner, H McClinchey, J Tataryn, MEC Anderson, P Di Salvo, C Gardner

SURVEILLANCE

Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune en Ontario et au Québec 269
JE Greenhorn, JD Kotwa, J Bowman, L Bruce, T Buchanan, PA Buck, CM Davy, A Dibernardo, L Flockhart, MGagnier, A Hou, CM Jardine, S Lair, LR Lindsay, A Massé, PK Muchaal, LA Nituch, A Sotto, B Stevens, L Yip, S Mubareka

Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune sauvage près des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada 279
T Strang, L Flockhart, C Thacker, H Schwantje, C Soos, A Dibernardo, LR Lindsay, N Toledo, K Beauclerc, E Fraser, N Prystajecky, C Himsworth

ÉCLOSION

Réponse « Un monde, une santé » au risque de SRAS-CoV-2 associé à l'élevage de visons en Colombie-Britannique, au Canada, d'octobre 2020 à octobre 2021 288
V Clair, E Chan, A Paiero, E Fraser, R Gunvaldsen, E Newhouse

Le SRAS-CoV-2 dans des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada : un rapport sur deux éclosions en 2020–2021 302
A Paiero, E Newhouse, E Chan, V Clair, S Russell, J Zlonsnik, N Prystajecky, E Fraser

Une éclosion multiprovinciale de *Salmonella* Typhimurium au Canada associée à une exposition à des hérissons de compagnie, 2017 à 2020 311
K Fagan-Garcia, L Denich, J Tataryn, R Janicki, O Van Osch, A Kearney, C Misfeldt, C Nadon, C Gaulin, V Mah, R Sandhu, M Waltenburg, B Adhikari, H Smadi, A-M Lowe

ACTUALITÉS SUR LES MALADIES INFECTIEUSES

Dossier sur la variole simienne, juin 2022 321

Cas de rage chez un chien importé, Ontario, 2021

Steven Rebellato[1]*, Mary Choi[2], Julian Gitelman[2], Felicia Ratiu[1], Kelly Magnusson[1], Brenda Armstrong[1], Christine Fehlner-Gardiner[3], Heather McClinchey[4], Joanne Tataryn[5], Maureen EC Anderson[6], Paul Di Salvo[7], Charles Gardner[1]

Résumé

En juillet 2021, un chien a été importé au Canada depuis l'Iran et a par la suite développé des signes cliniques de la rage dans les 11 jours suivant son arrivée. À la suite de la confirmation en laboratoire du diagnostic de la rage, une collaboration entre les organismes locaux, provinciaux et fédéraux a été nécessaire pour effectuer la recherche des contacts afin d'identifier toutes les personnes et tous les animaux domestiques qui auraient pu être exposés au chien enragé pendant la période d'excrétion du virus. Ce cas met en évidence les risques liés à l'importation d'animaux provenant de régions où la rage est endémique, cerne les lacunes des politiques actuelles d'importation de chiens qui présentent un risque pour la santé humaine et animale et incite les partenaires de la santé humaine et animale, ainsi que les membres du public qui adoptent des chiens importés, à rester vigilants à l'égard de cette maladie mortelle.

Citation proposée : Rebellato S, Choi M, Gitelman J, Ratiu F, Magnusson K, Armstrong B, Fehlner-Gardiner C, McClinchey H, Tataryn J, Anderson MEC, Di Salvo P, Gardner C. Cas de rage chez un chien importé, Ontario, 2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):265–8. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i06a01f

Mots-clés : rage, chien importé, Ontario, Canada

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0

Affiliations

[1] Bureau de santé du district de Simcoe Muskoka, Barrie, ON

[2] École de santé publique Dalla Lana, Université de Toronto, Toronto, ON

[3] Agence canadienne d'inspection des aliments, Ottawa, ON

[4] Ministère de la Santé de l'Ontario, Toronto, ON

[5] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique (CMIOAEZ), Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

[6] Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, Guelph, ON

[7] Santé publique de Toronto, Toronto, ON

***Correspondance :**
steven.rebellato@smdhu.org

Introduction

Les exigences relatives à l'importation d'animaux domestiques au Canada sont régies par le *Règlement sur la santé des animaux* (1), et des dispositions particulières pour certaines catégories d'animaux ont été élaborées par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Pour les chiens, il s'agit notamment d'une preuve de vaccination contre la rage ou d'un certificat vétérinaire confirmant que l'animal a résidé dans un pays considéré commex exempt de rage pendant au moins six mois, bien que les exigences diffèrent et puissent être rigoureuses, selon l'âge et le but de l'importation (personnel, d'assistance ou commercial) (2). La rage est la seule maladie pour laquelle le Canada a des exigences particulières en matière d'importation pour les chiens en raison des conséquences importantes de cette maladie sur la santé publique et la santé des animaux; toutefois, les exigences actuelles n'empêchent pas l'importation de chiens susceptibles d'incuber une infection par la rage dans tous les cas.

La rage est une maladie virale qui attaque le système nerveux central des mammifères, y compris les humains, et qui est presque toujours mortelle. Grâce à des interventions efficaces en matière de santé publique, comme l'éducation et la réponse aux expositions humaines potentielles, l'évaluation efficace des risques et la gestion des expositions potentielles des animaux domestiques, la disponibilité de diagnostics de laboratoire opportuns et fiables, et la fourniture d'une prophylaxie post-exposition à la rage en temps opportun, les cas humains de rage au Canada demeurent rares (3) et le Canada est exempt de la rage canine depuis les années 1950 (3).

Néanmoins, la surveillance et l'action vigilantes des organismes fédéraux, provinciaux et territoriaux du Canada demeurent cruciales, particulièrement en ce qui concerne les chiens importés. Le fardeau mondial de la rage est estimé à environ 60 000 décès humains chaque année, 99 % des cas étant associés à la transmission par les chiens (4). Cette situation est préoccupante étant donné l'augmentation des déplacements des humains et des animaux à l'échelle mondiale, ainsi que les faibles taux de vaccination contre la rage chez les animaux domestiques dans de nombreuses régions où la rage est endémique. Aux États-Unis, on signale de plus en plus de cas de certificats de vaccin contre la rage frauduleux ou douteux pour des chiens importés de pays où la rage est endémique (5,6).

Un cas récent de rage chez un chien importé d'un pays où la rage est endémique au Canada illustre certains des risques pour les Canadiens associés à l'importation de chiens et les mesures coordonnées nécessaires pour protéger la santé humaine et animale dans de tels cas.

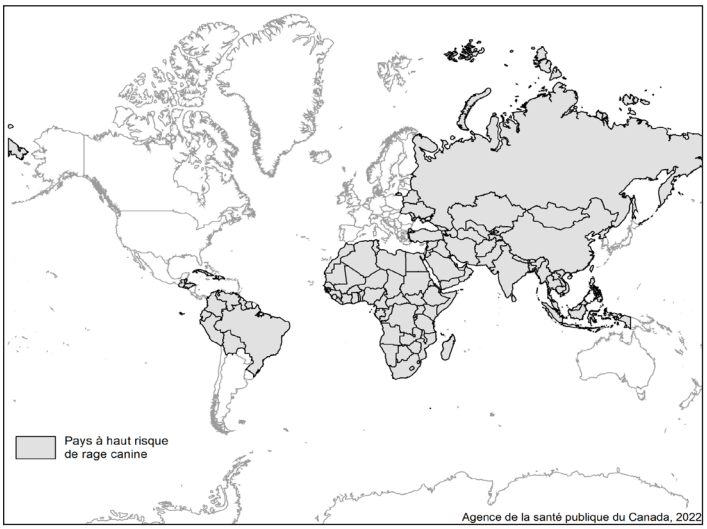
Résumé du cas

Un chien de race mixte d'environ deux ans (ci-après appelé le chien 1) a été importé de l'Iran par l'Europe en passant par l'aéroport interational Pearson de Toronto, en Ontario, au Canada, le 1er juillet 2021. Ce chien a été importé par un organisme de sauvetage qui avait organisé son adoption par une famille en Ontario.

Le 11 juillet, le chien 1 a commencé à présenter des signes cliniques anormaux, y compris un problème oculaire non précisé, de la somnolence et des changements de comportement. Le chien a été évalué dans une clinique vétérinaire locale puis renvoyé chez lui. Le 12 juillet, les signes cliniques du chien avaient progressé et, selon les antécédents d'importation et la compatibilité des signes du chien avec la rage, le propriétaire a autorisé l'euthanasie du chien, et des tissus ont été recueillis et soumis pour des tests de dépistage de la rage. Le bureau de santé publique (BSP) local a commencé son enquête sur les expositions humaines potentielles à ce moment-là, et les détails de l'enquête sont décrits ci-dessous. Il a été confirmé que l'animal était porteur de la rage à la suite d'analyses d'anticorps immunofluorescents effectuées par le laboratoire de la rage de l'ACIA le 15 juillet. Après avoir reçu le résultat positif, le BSP local a élargi son enquête, ce qui a nécessité la collaboration de huit bureaux de santé publique locaux, du ministère provincial de la Santé et du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales, de Santé publique Ontario, de l'Agence de la santé publique du Canada, de l'ACIA et de l'Agence des services frontaliers du Canada.

D'autres analyses effectuées par l'ACIA ont permis de déterminer que le chien avait été infecté par le variant antigénique de la rage IRAN-1 (7). Le séquençage des nucléotides et l'analyse phylogénétique ont corroboré le résultat du typage antigénique et indiqué que le virus était regroupé avec des virus à variant canin qui circulent en Iran et en Irak (variant « D ») (8). Cela a confirmé que le chien avait été infecté avant son départ de l'Iran, une région à risque élevé de rage canine (**figure 1**) (9). La rage est une maladie animale à déclaration obligatoire à l'échelle internationale et, étant donné qu'il s'agissait d'un nouveau variant pour le Canada, le gouvernement fédéral a envoyé un avis immédiat à l'Organisation mondiale de la santé animale en août 2021 (10).

Figure 1 : Carte des pays à haut risque de rage canine[a]



[a] Élaboré par l'Agence de la santé publique du Canada. Source des données (9)

Enquête de santé publique

L'enquête de santé publique a révélé que le chien 1 avait pris des vols internationaux entre l'Iran et l'Ontario en passant par Francfort, en Allemagne. Lorsque le chien 1 est arrivé en Ontario, il a été accueilli par un représentant de l'organisme de sauvetage coordonnateur et a été transféré dans une famille d'accueil pour y passer la nuit. Le 2 juillet, le chien 1 a été transféré de la famille d'accueil à sa famille adoptive, qui l'a ensuite présenté à sa famille élargie et à ses amis. Le chien a également été en contact avec le personnel vétérinaire de deux cliniques avant d'être euthanasié le 12 juillet. La famille adoptive du chien a fourni un certificat de santé vétérinaire de l'Iran qui comprenait un dossier de vaccination antirabique unique en octobre 2020 au moyen d'un vaccin antirabique inactivé.

Au cours de l'enquête, un deuxième chien (le chien 2) a été identifié comme ayant voyagé de l'Iran à l'Ontario dans la même cargaison que le chien 1, mais dans une cage distincte. Une enquête plus poussée de l'ACIA et de l'Agence des services frontaliers du Canada n'a révélé aucune preuve que les deux chiens avaient eu un contact direct. Par conséquent, le chien 2 n'a pas été considéré comme présentant un risque accru d'exposition à la rage du chien 1. Le chien 2 avait également un dossier de vaccination contre la rage avant l'importation de l'Iran, mais il a été vacciné de nouveau contre la rage par mesure de précaution afin de s'assurer qu'il était effectivement vacciné au moyen d'un produit homologué au Canada, conformément aux exigences de la *Loi sur la protection et la promotion de la santé* de l'Ontario, Règlement 567 (11). Aucun contact avec d'autres animaux (domestiques ou sauvages) n'a été signalé pour le chien 1.

Recherche des contacts humains

Une période d'exposition pour les contacts a été établie en fonction de la période définie de contagiosité de la rage chez les chiens domestiques, soit jusqu'à 10 jours avant l'apparition des signes cliniques (12). Par souci de prudence, une exposition a été définie comme une personne qui a eu un contact direct avec le chien 1 impliquant une morsure, une égratignure ou une exposition à la salive dans une plaie ou une muqueuse du 1er au 12 juillet 2021 (12 jours).

Au total, 24 personnes ont été identifiées comme ayant été en contact avec le chien 1 au cours de cette période d'exposition, dont 14 ont été considérées comme étant exposées comme décrit ci-dessus et ont donc reçu une prophylaxie post-exposition financée par la province à un coût moyen d'environ 2 000 $ CA par personne (13,14). En raison du nombre et de la répartition géographique de ces personnes, plusieurs bureaux de santé publique locaux et le ministère provincial de la Santé ont dû coordonner leurs efforts. Comme tous les contacts potentiels ont été identifiés au cours de cette enquête intergouvernementale, il n'y avait aucun risque pour le public et, par conséquent, aucune communication sur le risque n'a été publiée. Les contacts à risque élevé du chien 1 comprenaient les membres de la famille d'accueil et de la famille adoptive, le personnel vétérinaire, les invités de la famille adoptive et le personnel de l'organisme de sauvetage. Aucun contact à risque élevé n'a été identifié parmi le personnel de l'aéroport. Un avis a également été envoyé à l'Iran par l'entremise du point central national du *Règlement sanitaire international*.

Conclusion

Ce cas met en évidence la nécessité d'une vigilance continue à l'égard de la rage chez les partenaires en santé humaine et animale, ainsi que chez les membres du public qui adoptent des chiens importés, en particulier de pays à risque élevé. Bien que l'organisme de sauvetage concerné ait satisfait aux exigences fédérales en matière d'importation pour la vaccination contre la rage, ce cas montre que cela n'empêche pas l'importation d'animaux en incubation d'une infection rabique et les graves conséquences associées à l'importation d'animaux enragés au Canada. Les vaccins inefficaces ou mal administrés peuvent également contribuer à ce risque, et la documentation frauduleuse de la vaccination peut être un facteur supplémentaire. En date du 14 juillet 2021, les États-Unis ont suspendu temporairement l'importation de chiens en provenance de pays considérés comme présentant un risque élevé de rage canine à titre de mesure de protection contre de tels incidents (15).

Les exigences fédérales en matière d'importation de chiens sont à l'étude au Canada depuis plusieurs années; en mai 2021, divers changements ont été apportés aux exigences en matière d'importation pour les chiens commerciaux de moins de huit mois (16). Les chiens commerciaux sont ceux qui sont importés pour la reproduction, la revente et l'adoption (16). Cet examen devrait se poursuivre pour toutes les catégories de chiens, dans le but d'empêcher les animaux infectés par la rage d'entrer au Canada. On pourrait également envisager de mettre en place des exigences plus strictes pour la preuve de vaccination avec des produits de vaccination efficaces (y compris une période d'attente entre la vaccination et l'importation), les tests de dépistage de la rage et les exigences de quarantaine avant ou après l'importation pour les chiens provenant de pays désignés à haut risque.

Cet incident souligne également la nécessité de sensibiliser de façon continue les professionnels de la santé humaine et animale ainsi que les organismes de santé publique aux risques d'exposition à la rage posés par les chiens récemment importés (17,18). Les professionnels de la santé publique et les vétérinaires devraient s'efforcer de sensibiliser le public aux risques associés à l'importation d'animaux provenant de pays à risque élevé, de promouvoir une vaccination uniforme et rapide des animaux et de signaler rapidement tout animal importé suspect aux organismes provinciaux et fédéraux. Enfin, cet incident fait ressortir les coûts en ressources financières et humaines associés au nombre d'organismes locaux, provinciaux et fédéraux impliqués ainsi qu'à la prophylaxie post-exposition requise pour les contacts à risque élevé.

Déclaration des auteurs

R. S. — Rédaction de la version préliminaire, examen et révision, enquête, conceptualisation, supervision
M. C. — Enquête, conceptualisation, validation, examen et révision
J. G. — Examen et révision, conceptualisation
F. R. — Enquête, examen et révision
K. M. — Enquête, examen et révision
B. A. — Enquête, examen et révision
C. F. G. — Enquête, examen et révision
H. M. — Enquête, examen et révision
J. T. — Enquête, examen et révision
M. A. — Enquête, examen et révision
P. D. — Enquête, examen et révision
C. G. — Enquête, examen et révision

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier les organismes locaux, provinciaux et fédéraux qui ont contribué à l'enquête sur la santé publique, à la recherche des contacts humains et à la

gestion clinique qui ont mené au développement de cette communication rapide. Les auteurs tiennent à remercier J. Blackmore (Agence de la santé publique du Canada, Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique) pour l'élaboration de la figure 1 : Carte des pays à haut risque de rage canine.

Financement

Aucun financement.

Références

1. Gouvernement du Canada. Site Web de la législation. Règlement sur la santé des animaux (C.R.C., ch. 296). Ottawa, ON : Gouvernement du Canada; 2021; (accédé 2022-02-22). https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/C.R.C.%2C_ch._296/

2. Agence canadienne d'inspection des aliments. Apporter des animaux de compagnie au Canada : exigences d'importation et de voyage pour les animaux. Ottawa, ON : ACIA; 2022; (accédé 2022-02-17). https://inspection.canada.ca/importation-d-aliments-de-vegetaux-ou-d-animaux/animaux-de-compagnie/fra/1326600389775/1326600500578

3. Filejski C, Gregory DJ, Rutty CJ. Human rabies in Canada. In: Gregory DJ, Tinline R, editors. Taking the bite out of rabies: the evolution of rabies management in Canada. Toronto: University of Toronto Press; 2020. p. 38-54. DOI

4. Hampson K, Coudeville L, Lembo T, Sambo M, Kieffer A, Attlan M, Barrat J, Blanton JD, Briggs DJ, Cleaveland S, Costa P, Freuling CM, Hiby E, Knopf L, Leanes F, Meslin FX, Metlin A, Miranda ME, Müller T, Nel LH, Recuenco S, Rupprecht CE, Schumacher C, Taylor L, Vigilato MA, Zinsstag J, Dushoff J; Global Alliance for Rabies Control Partners for Rabies Prevention. Estimating the global burden of endemic canine rabies. PLoS Negl Trop Dis 2015;9(4):e0003709. DOI

5. Centers for Disease Control and Prevention. Perspective from the field: illegal puppy imports uncovered at JFK Airport. Atlanta (GA): CDC 2021; (accédé 2022-02-01). https://www.cdc.gov/importation/bringing-an-animal-into-the-united-states/operation-dog-catcher.html

6. Raybern C, Zaldivar A, Tubach S, Ahmed FS, Moore S, Kintner C, Wallace RM, Mandra AM, Stauffer K, Condori RE, Garrison I. Rabies in a dog imported from Egypt — Kansas, 2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2020;69(38):1374-7. DOI

7. Nadin-Davis SA, Simani S, Armstrong J, Fayaz A, Wandeler AI. Molecular and antigenic characterization of rabies viruses from Iran identifies variants with distinct epidemiological origins. Epidemiol Infect 2003;131(1):777-90. DOI

8. Horton DL, McElhinney LM, Freuling CM, Marston DA, Banyard AC, Goharrriz H, Wise E, Breed AC, Saturday G, Kolodziejek J, Zilahi E, Al-Kobaisi MF, Nowotny N, Mueller T, Fooks AR. Complex epidemiology of a zoonotic disease in a culturally diverse region: phylogeography of rabies virus in the Middle East. PloS Negl Trop Dis 2015;9(3):e0003569. DOI

9. Centers for Disease Control and Prevention. High-risk countries for dog rabies. Atlanta (GA): CDC; 2021; (accédé 2022-02-02). https://www.cdc.gov/importation/bringing-an-animal-into-the-united-states/high-risk.html

10. World Organisation for Animal Health. Immediate notification: rabies virus (Inf. with), Canada. Paris (France) : OIE; 2021; (accédé 2022-01-09). https://wahis.oie.int/#/report-info?reportId=37957

11. Lois de l'Ontario. R.R.O. 1990, Règl. 567 : Immunisation contre la rage. Toronto, ON : Gouvernement de l'Ontario; 2018; (accédé 2022-01-07). https://www.ontario.ca/fr/lois/reglement/900567

12. Ministère de la Santé et des Soins de longue durée. Lignes directrices concernant la gestion des cas d'exposition présumée à la rage, 2020 Toronto: Imprimeur de la Reine pour l'Ontario; 2020; (accédé 2022-01-12). https://www.health.gov.on.ca/fr/pro/programs/publichealth/oph_standards/docs/protocols_guidelines/Rabies_Prevention_and_Control_Protocol_2020_fr.pdf

13. Middleton D, Johnson KO, Rosatte RC, Hobbs JL, Moore SR, Rosella L, Crowcroft NS. Human rabies post-exposure prophylaxis and animal rabies in Ontario, Canada, 2001–2012. Zoonoses Public Health 2014;62(5):356-364. DOI

14. Johnson K. Epidemiology of rabies post-exposure prophylaxis in Ontario: 2007-2011. Proceedings of the Canadian Institute of Public Health Inspectors Ontario Branch Conference; 2013 Sep 16-18; Vaughan, CA. http://www.ciphi.on.ca/images/stories/pdf/resources/2013_Annual_Conference_Presentations/4_rabies_pep_in_ontario_2007-2011_2013_09_13.pdf

15. Centers for Disease Control and Prevention (US). Notice of temporary suspension of dogs Entering the United States from countries classified as high-risk for dog rabies. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2022; (accédé 2022-01-02). https://www.cdc.gov/importation/bringing-an-animal-into-the-united-states/high-risk-dog-ban-frn.html

16. Agence canadienne d'inspection des aliments. Affiche d'information : Avant et après – Résumé des modifications apportées aux exigences en matière d'importation commerciale de chiens âgés de moins de 8 mois destinés à l'élevage et à la revente (ce qui inclut l'adoption), les utilisations finales. Ottawa, ON : ACIA; 2021; (accédé 2022-02-25). https://inspection.canada.ca/importation-d-aliments-de-vegetaux-ou-d-animaux/animaux-de-compagnie/chiens/importation-commerciale-8-mois/affiche-d-information/fra/1620070961994/1620070962447

17. Agence canadienne d'inspection des aliments. Commencez à planifier : l'importation et le voyage avec des chiens. Ottawa, ON : ACIA; 2022; (accédé 2022-02-22). https://inspection.canada.ca/importation-d-aliments-de-vegetaux-ou-d-animaux/animaux-de-compagnie/chiens/fra/1594047452277/1594047452779

18. Association canadienne des médecins vétérinaires. Importation de chiens. Ottawa : ACMV; 2022; (accédé 2022-02-22). https://www.veterinairesaucanada.net/ressources-pour-les-medecins-veterinaires/outils-pour-la-pratique/importation-de-chiens/

Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune en Ontario et au Québec

Janet E Greenhorn[1]*, Jonathon D Kotwa[2], Jeff Bowman[1], Laura Bruce[1], Tore Buchanan[1], Peter A Buck[3], Christina M Davy[4], Antonia Dibernardo[5], Logan Flockhart[3], Marianne Gagnier[6], Aaron Hou[2], Claire M Jardine[7], Stephane Lair[8], L Robbin Lindsay[5], Ariane Massé[6], Pia K Muchaal[3], Larissa A Nituch[1], Angelo Sotto[2], Brian Stevens[7], Lily Yip[2], Samira Mubareka[2,9]

Résumé

Contexte : Le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2), le virus responsable de la pandémie de maladie à coronavirus 2019, pourrait infecter diverses espèces sauvages. Les animaux sauvages qui vivent en contact étroit avec l'homme courent un risque accru d'exposition au SRAS-CoV-2 et, s'ils sont infectés, ils pourraient constituer un réservoir de l'agent pathogène, ce qui en compliquerait le contrôle et la gestion. L'objectif de cette étude est de mener une surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune urbaine de l'Ontario et du Québec, afin d'accroître nos connaissances sur l'épidémiologie du virus et notre capacité à détecter le passage de celui-ci de l'homme à la faune.

Méthodes : En utilisant une approche « Un monde, une santé », nous avons profité des activités des programmes de recherche, de surveillance et de réhabilitation existants au sein de multiples agences pour collecter des échantillons sur 776 animaux de 17 espèces sauvages différentes entre juin 2020 et mai 2021. Les échantillons de tous les animaux ont été testés pour la présence d'acide ribonucléique viral du SRAS-CoV-2, et un sous-ensemble d'échantillons provenant de 219 animaux de trois espèces différentes (le raton laveur, *Procyon lotor*; la mouffette rayée, *Mephitis mephitis*; et le vison, *Neovison vison*) ont également été soumis à des tests pour la présence d'anticorps neutralisants.

Résultats : Aucune trace d'acide ribonucléique viral du SRAS-CoV-2 ou d'anticorps neutralisants n'a été détectée dans les échantillons analysés.

Conclusion : Bien que nous n'ayons pas été en mesure d'identifier des cas positifs de SRAS-CoV-2 chez la faune, la poursuite des activités de recherche et de surveillance est essentielle pour mieux comprendre le portrait des espèces animales sensibles, qui évolue rapidement. La collaboration entre les secteurs universitaire, public et de la santé animale devrait inclure des experts des domaines concernés afin de mettre en place une surveillance concertée et une capacité d'intervention.

Citation proposée : Greenhorn JE, Kotwa JD, Bowman J, Bruce L, Buchanan T, Buck PA, Davy CM, Dibernardo A, Flockhart L, Gagnier M, Hou A, Jardine CM, Lair S, Lindsay LR, Massé A, Muchaal PK, Nituch LA, Sotto A, Stevens B, Yip L, Mubareka S. Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune en Ontario et au Québec. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):269–78. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i06a02f

Mots-clés : SRAS-CoV-2, faune, surveillance, Ontario, Québec

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0

Affiliations

[1] Section de la recherche et de la surveillance de la faune, ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Peterborough, ON

[2] Sunnybrook Research Institute, Toronto, ON

[3] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada

[4] Département de biologie, Université Carleton, Ottawa, ON

[5] Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, MB

[6] Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, Québec, QC

[7] Réseau canadien pour la santé de la faune, Ontario-Nunavut, Département de pathobiologie, Université de Guelph, Guelph, ON

[8] Centre québécois sur la santé des animaux sauvages - Réseau canadien pour la santé de la faune, Québec, Saint-Hyacinthe, QC

[9] Département de médecine de laboratoire et de pathobiologie, Université de Toronto, Toronto, ON

***Correspondance :**
janet.greenhorn@ontario.ca

Introduction

Le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2) est responsable de la pandémie mondiale de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) et s'est maintenu par transmission interhumaine. Cependant, l'homme n'est pas la seule espèce susceptible d'être infectée. Au cours de la pandémie actuelle, il a été signalé qu'une série d'espèces animales domestiques et sauvages étaient soit naturellement infectées par le SRAS-CoV-2, soit sensibles au virus lors d'infections expérimentales (1–4). Au 30 avril 2022, 36 pays avaient signalé à l'Organisation mondiale de la

santé animale des cas positifs de SRAS-CoV-2 chez 23 espèces animales différentes (5). D'autres espèces ont été identifiées comme hôtes potentiels sur la base de l'analyse de la séquence du récepteur de la cellule hôte du SRAS-CoV-2, l'angiotensine 1 de conversion de l'enzyme 2 et de l'affinité de liaison prévue (6,7).

De nombreuses espèces animales sauvages, telles que les ratons laveurs, les mouffettes et les chauves-souris, colonisent les milieux occupés par les humains et courent donc un risque accru d'être exposées au SRAS-CoV-2 (8). Il a été démontré expérimentalement que plusieurs espèces péridomestiques peuvent être infectées par le SRAS-CoV-2 et excréter le virus (9,10). L'infection par le SRAS-CoV-2 a également été signalée chez des animaux sauvages ou en liberté qui y ont été exposés en milieu naturel, notamment le vison d'Amérique (*Neovison vison*) en Espagne (11) et, plus récemment, le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) à plusieurs endroits en Amérique du Nord (12–16). En Ontario, cela comprend l'identification d'un cas probable de transmission virale du cerf à l'homme (16). L'infection chez les animaux peut entraîner des symptômes légers à graves de maladie respiratoire pouvant aller jusqu'à la mort par pneumonie interstitielle (e.g. chez le vison) (17,18). D'autres espèces ne présentent pas de signes cliniques d'infection (e.g. les mouffettes) (9,10) ou ne présentent que des symptômes légers et transitoires chez certains individus, comme une température élevée (e.g. le cerf de Virginie) (19).

Le concept « Un monde, une santé » reconnaît une interdépendance entre la santé humaine et la santé animale (20). La propagation du virus de l'homme ou des animaux domestiques à la faune est préoccupante, non seulement en raison des effets néfastes possibles sur la faune, mais aussi parce que ces populations d'animaux sauvages pourraient servir de réservoir pour le SRAS-CoV-2. Les agents pathogènes qui ont un réservoir animal sont par nature plus difficiles à contrôler et la propagation du SRAS-CoV-2 dans les populations animales pourrait contribuer au développement de variants préoccupants, ce qui pourrait compromettre l'efficacité des mesures de prévention et de lutte telles que les antiviraux et les vaccins (21,22). C'est pourquoi des appels ont été lancés afin d'accroître la surveillance à l'interface entre l'homme et la faune (23). Les zones urbaines du monde entier ont fait l'objet d'une attention particulière (24–26). La densité plus élevée des populations humaines et de certaines espèces sauvages périurbaines dans les centres urbains peut entraîner des contacts plus fréquents entre l'homme et la faune et, par conséquent, plus de possibilités de transmission de maladies. En outre, les personnes qui ont un contact étroit avec la faune, comme les biologistes, les spécialistes de la réhabilitation, les chasseurs et les trappeurs, peuvent courir un plus grand risque d'être exposées au virus et d'en faciliter la propagation parmi les animaux sauvages. L'impact de l'infection par le SRAS-CoV-2 sur la santé des animaux sauvages n'est pas entièrement compris. La détection précoce de toute propagation est donc essentielle pour prévenir et résoudre ces problèmes.

Compte tenu du risque de transmission du SRAS-CoV-2 par rétro-zoonose et de notre manque de connaissances sur le virus dans la faune locale, il était urgent d'élucider l'épidémiologie du virus à l'interface entre l'homme et la faune pour aider les responsables de la gestion de la faune et de la santé publique à mieux communiquer les risques et à planifier les stratégies de gestion. Nous avons donc effectué une surveillance du SRAS-CoV-2 chez les animaux sauvages de l'Ontario et du Québec, en mettant l'accent sur les régions du sud des deux provinces. Ces zones ont des densités de population humaine élevées et comprennent des grands centres urbains comme Toronto et Montréal. Entre le printemps 2020 et le printemps 2021, les cas de COVID-19 ont atteint un sommet à Montréal et dans les régions environnantes au début du mois de janvier 2021, avec des taux dépassant 400 cas pour 100 000 habitants à Montréal et à Laval (27). Les cas entre le printemps 2020 et le printemps 2021 dans la région du Grand Toronto ont atteint un sommet en avril 2021, les taux de cas dans la ville de Toronto et dans la région de Peel dépassant également 400 pour 100 000 habitants (27).

Méthodes

De nombreux experts ont recommandé une approche « Un monde, une santé » pour le dépistage du SRAS-CoV-2 chez les animaux, laquelle concilie les préoccupations relatives à la santé humaine et à la santé animale et se fonde sur les connaissances d'experts dans les deux domaines (28,29). Ainsi, nous avons réalisé notre travail grâce à la concertation et la collaboration d'une grande variété d'organisations : l'Agence de la santé publique du Canada, le ministère du Développement du Nord, des Mines, des Ressources naturelles et des Forêts (DNMRNF) de l'Ontario, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, le Réseau canadien pour la santé de la faune (RCSF), le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, l'Agence canadienne d'inspection des aliments, le Western College of Veterinary Medicine, le zoo de Granby, le Laboratoire national de microbiologie (LNM) de l'Agence de la santé publique du Canada et le Sunnybrook Research Institute. Tous les échantillons à analyser ont été récoltés entre juin 2020 et mai 2021 dans le cadre de partenariats préexistants ou dans le cadre de travaux de recherche, de surveillance ou de réhabilitation (**tableau 1**).

Ratons laveurs et mouffettes

Les ratons laveurs *(Procyon lotor)* et les mouffettes rayées (*Mephitis mephitis*) sont des espèces péridomestiques qui sont de bons candidats pour la surveillance des rétro-zoonoses en raison de leur forte densité dans les zones urbaines et de leur contact étroit fréquent avec des personnes, des animaux domestiques et des déchets. Actuellement, ils font également l'objet d'opérations de surveillance de la rage en Ontario et

Tableau 1 : Métadonnées pour les 776 animaux provenant de l'Ontario et du Québec analysés pour le dépistage du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2

Espèce	Organisation ayant effectué les prélèvements	Source des échantillons	Lieu de provenance des échantillons	Périodes de la collecte	Nombre de spécimens testés	Types d'échantillons testés	Test effectué[a]
Raton laveur (*Procyon lotor*)	RCSF	Surveillance de la rage (échantillons du Québec), examen post-mortem	Sud de l'Ontario, sud du Québec	Août 2020 à févr. 2021	11	Tissu respiratoire	PCR
			Sud du Québec	Nov. à déc. 2020	68	Tissu respiratoire, écouvillon rectal	
			Sud de l'Ontario, sud du Québec	Oct. 2020 à juin 2021	15	Tissu respiratoire et intestinal	
			Sud-ouest du Québec	Janv. 2021	3	Écouvillon nasal	
			Sud du Québec	Janv. à juin 2021	54	Écouvillons nasaux et rectaux	
	DNMRNF et RCSF	Surveillance de la rage, examen post-mortem	Hamilton, Ontario	Déc. 2020	1	Écouvillons oraux et rectaux, tissus respiratoires et intestinaux	
	DNMRNF	Surveillance de la rage	Sud-ouest de l'Ontario	Juin 2020 à janv. 2021	100	Écouvillons oraux et rectaux	
		Étude de séroprévalence de la rage	Oakville, Ontario	Sept. à oct. 2020	141	Écouvillons oraux et rectaux	
						Sérums	Anticorps
Nombre total de ratons laveurs testés					393	-	
Mouffette rayée (*Mephitis mephitis*)	RCSF	Surveillance de la rage (échantillons du Québec), examen post-mortem	Sud du Québec	Janv. à juin 2021	66	Écouvillon nasal	PCR
			Sud de l'Ontario, sud du Québec	Juill. à déc. 2020	55	Tissu respiratoire	
			Sud de l'Ontario, sud-ouest du Québec, Saint-Félicien, Québec	Oct. 2020 à avril 2021	9	Tissu respiratoire et intestinal	
	DNMRNF	Surveillance de la rage, étude de séroprévalence de la rage	Sud-ouest de l'Ontario	Sept. 2020 à mai 2021	104	Écouvillons oraux et rectaux	
		Étude de séroprévalence de la rage	Oakville, Ontario	Sept. à oct. 2020	36	Écouvillons oraux et rectaux	
						Sérums	Anticorps
Nombre total de mouffettes testées					270	-	
Vison d'Amérique (*Neovision vison*)	RCSF	Examen post-mortem	Thornhill, Ontario	Juill. 2020	1	Tissu respiratoire	PCR
	DNMRNF	Récolteurs de fourrures enregistrés, animaux tués sur la route, surveillance de la rage	Sud de l'Ontario	Automne 2020 au printemps 2021	42[b]	Écouvillons oraux et rectaux, tissus pulmonaires et intestinaux	
						Sang cardiaque ou bandelettes Nobuto	Anticorps
Nombre total de visons testés					43	-	
Grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*)	Zoo de Granby	Programme de réhabilitation	Sud-ouest du Québec	Nov. 2020 à mars 2021	15	Écouvillons oraux	PCR
					2	Guano	
						Écouvillons oraux et guano	
Nombre total de grandes chauves-souris brunes testées					32	-	

Tableau 1 : Métadonnées pour les 776 animaux provenant de l'Ontario et du Québec analysés pour le dépistage du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (*suite*)

Espèce	Organisation ayant effectué les prélèvements	Source des échantillons	Lieu de provenance des échantillons	Périodes de la collecte	Nombre de spécimens testés	Types d'échantillons testés	Test effectué[a]
Chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinerus*)	RCSF	Examen post-mortem	Etobicoke, Ontario	Déc. 2020	1	Tissu respiratoire et intestinal	PCR
Martre d'Amérique (*Martes americana*)	RCSF	Examen post-mortem	Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec	Nov. 2020	1	Tissu respiratoire et intestinal	PCR
Pékan (*Pekania pennanti*)	RCSF	Examen post-mortem	Ouest du Québec	Mai 2021	2	Tissu respiratoire et intestinal	PCR
Ours noir (*Ursus americanus*)	RCSF	Examen post-mortem	Nord de l'Ontario	Sept. 2020	2	Tissu respiratoire	PCR
			Killaloe, Ontario	Oct. 2020	1	Tissu respiratoire et intestinal	
Nombre total d'ours noirs testés					3	-	
Dauphin à flancs blancs (*Lagenorhynchus actus*)	RCSF	Examen post-mortem	Carleton-sur-Mer, Québec	Juin 2021	1	Tissu intestinal	PCR
			Sept-Îles, Québec	Mars 2021	1	Tissu respiratoire et intestinal	
Nombre total de dauphins à flancs blancs testés					2	-	
Marsouin commun (*Phocoena phocoena*)	RCSF	Examen post-mortem	La Montée, Québec	Déc. 2020	1	Tissu respiratoire et intestinal	PCR
Phoque commun (*Phoca vitulina*)	RCSF	Examen post-mortem	Matane, Québec	Déc. 2020	1	Tissu respiratoire et intestinal	PCR
Coyote (*Canis latrans*)	RCSF	Examen post-mortem	Saint-Alexandre-d'Iberville, Québec	Avril 2021	1	Tissu respiratoire et intestinal	PCR
Loup de l'Est (*Canus lupus lycaon*)	RCSF	Examen post-mortem	Parc provincial Algonquin, Ontario	Oct. 2020	1	Tissu respiratoire	PCR
			Sud et centre de l'Ontario		4	Tissu respiratoire et intestinal	
Nombre total de loups de l'Est testés					5	-	
Renard gris (*Urocyon cinereoargenteus*)	RCSF	Examen post-mortem	Châteauguay, Québec	Déc. 2020	1	Tissu respiratoire et intestinal	PCR
Renard roux (*Vulpes vulpes*)	RCSF	Examen post-mortem	Mercier, Québec	Janv. 2021	1	Écouvillons nasaux et rectaux	PCR
			Sud-ouest du Québec	Nov. à déc. 2020	4	Tissu respiratoire, écouvillons rectaux	
			Sud, Ontario	Juill. à oct. 2020	5	Tissu respiratoire	
			Dunham, Québec	Déc. 2020	1	Tissu respiratoire et intestinal	
Nombre total de renards roux testés					11	-	
Opossum de Virginie (*Didelphis virginiana*)	RCSF	Bolton-Est, Québec	Bolton-Est, Québec	Juin 2021	1	Écouvillons nasaux et rectaux	PCR
			Sud de l'Ontario	Juill. à oct. 2020	2	Tissu respiratoire	
			Sud-ouest de l'Ontario, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec	Oct. 2020, mars 2021	3	Tissu respiratoire et intestinal	

Tableau 1 : Métadonnées pour les 776 animaux provenant de l'Ontario et du Québec analysés pour le dépistage du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (*suite*)

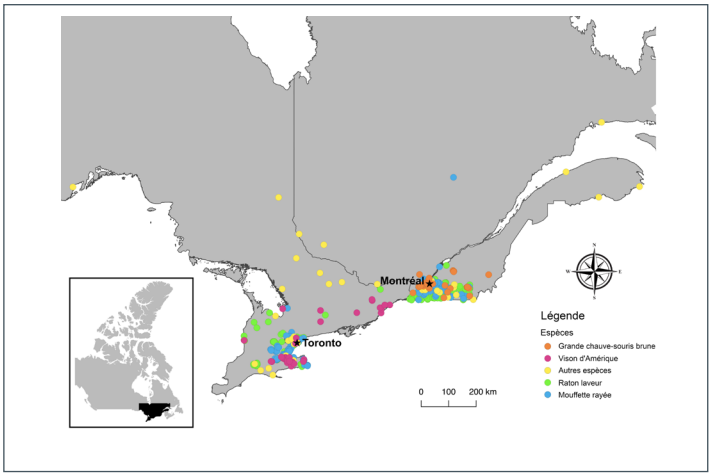
Espèce	Organisation ayant effectué les prélèvements	Source des échantillons	Lieu de provenance des échantillons	Périodes de la collecte	Nombre de spécimens testés	Types d'échantillons testés	Test effectué[a]
Nombre total d'opossums de Virginie testés					6	-	
Cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*)	RCSF	Examen post-mortem	London, Ontario, sud-ouest du Québec	Oct. à déc. 2020	3	Tissu respiratoire et intestinal	PCR

Abréviations : DNMRNF, Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts; PCR, réaction en chaîne par polymérase; RCSF, Réseau canadien pour la santé de la faune; –, ne s'applique pas
[a] Tous les tests PCR ont été effectués au Sunnybrook Research Institute et tous les tests d'anticorps ont été effectués au Laboratoire national de microbiologie de l'Agence de la santé publique du Canada
[b] En raison de l'état des carcasses, nous n'avons pas été en mesure de prélever du tissu pulmonaire ou du sang cardiaque sur un des individus, du sang cardiaque sur deux autres individus et des écouvillons rectaux sur deux individus. Dans les cas où nous n'avons pas pu prélever de sang cardiaque, nous avons soumis une bandelette Nobuto imbibée de liquide de la cavité thoracique pour la recherche d'anticorps

au Québec, ce qui facilite leur échantillonnage. En Ontario, la surveillance et le dépistage de la rage chez les animaux sauvages sont effectués par le DNMRNF sur les animaux morts suivant une collision avec un véhicule, les animaux trouvés morts pour d'autres raisons et les animaux sauvages malades ou ayant un comportement suspect de rage. Les soumissions proviennent principalement du sud-ouest de l'Ontario, et la plupart des animaux reçus par l'entremise du programme et, par la suite, sélectionnés et analysés pour le SRAS-CoV-2 provenaient de centres urbains de cette région ou avaient des antécédents de contact étroit avec des personnes (**figure 1**). Au Québec, un programme similaire de surveillance de la rage des animaux sauvages est coordonné par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec et les analyses et autres examens post-mortem sont effectués par le RCSF du Québec. Comme ce fut le cas en Ontario, les animaux sélectionnés par le RCSF du Québec pour le dépistage du SRAS-CoV-2 provenaient principalement de zones urbaines (figure 1). Le laboratoire du RCSF de l'Ontario a également fourni un petit nombre d'échantillons de ratons laveurs et de mouffettes provenant d'animaux qui lui ont été soumis pour examen post-mortem. Les carcasses ont été analysées en utilisant une combinaison d'écouvillons oraux, nasaux et rectaux, de tissus respiratoires et de tissus intestinaux (tableau 1). Les écouvillons ont été conservés dans des tubes individuels de 2 ml avec ~1 ml de milieu Universal Transport Medium (UTM; Sunnybrook Research Institute) et les échantillons de tissus de 30 à 60 mg ont été conservés à sec dans des tubes.

De plus, des échantillons ont été prélevés sur des ratons laveurs et des mouffettes vivants au cours d'une étude annuelle de séroprévalence menée par le DNMRNF à Oakville, en Ontario, afin d'évaluer l'efficacité de l'appât vaccinal contre la rage (Wildlife Animal Care Committee Protocol #358 du DNMRNF). Les animaux ont été capturés vivants dans des pièges et transportés vers un centre de traitement où ils ont été anesthésiés. Des écouvillons oraux et rectaux ont été prélevés pour les tests de réaction en chaîne par polymérase (PCR). Du sang a été prélevé dans la veine brachiocéphalique et 0,2 à 1,0 ml de sérum a été prélevé pour la recherche d'anticorps. Une fois bien rétablis, les animaux ont été ramenés à l'endroit de leur capture et relâchés.

Figure 1 : Localisation d'origine des animaux soumis à des tests de dépistage du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 de juin 2020 à mai 2021 (N = 776)



Vison

Des cas d'infection par le SRAS-CoV-2 chez le vison ont déjà été trouvés dans plusieurs pays, dont le Canada, et les visons d'élevage infectés se sont révélés capables de transmettre le virus à des congénères naïfs, à des humains et à des animaux de compagnie (17,30–33). Au moment de la rédaction du présent document, aucune éclosion dans un élevage de visons n'a été signalée en Ontario ou au Québec, mais il a déjà été démontré que les élevages de visons en Ontario servent de points d'infection pour d'autres virus (par exemple, la maladie aléoutienne du vison), qui peuvent se propager aux populations de visons sauvages (34).

La majorité des carcasses de visons que nous avons sélectionnées pour le dépistage du SRAS-CoV-2 ont été soumises au DNMRNF par des récolteurs de fourrures autorisés, dans le cadre d'une collaboration avec l'Ontario Fur Managers Federation. Le personnel du DNMRNF a prélevé des écouvillons oraux et rectaux, des tissus pulmonaires et intestinaux sur les carcasses, ainsi que des échantillons de sang par ponction cardiaque pour

la recherche d'anticorps. S'il n'était pas possible d'obtenir du sang du cœur, du liquide était prélevé dans la cavité thoracique sur une bandelette filtrante Nobuto (Advantec MFS, inc., Dublin, Californie, États-Unis). Les bandelettes Nobuto ont été laissées à sécher à l'air libre, puis placées dans des enveloppes pour pièces de monnaie individuelles.

Grandes chauves-souris brunes

Les chauves-souris sont des animaux porteurs connus de coronavirus (35–37). C'est pourquoi des inquiétudes ont été soulevées quant à la susceptibilité possible des chauves-souris nord-américaines au SRAS-CoV-2 (38). Des espèces telles que la grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*) niche fréquemment dans les bâtiments, ce qui les met en contact étroit avec les gens et augmente la probabilité d'exposition au SRAS-CoV-2. Afin d'effectuer des tests PCR du SRAS-CoV-2, des écouvillons buccaux de grande chauve-souris brune et des échantillons de guano ont été recueillis par le personnel du Zoo de Granby, qui mène un programme de réhabilitation pendant l'hiver pour soigner les chauves-souris qui ont été perturbées pendant leur hibernation. Les échantillons de guano ont été conservés à sec dans des tubes de 2 ml.

Autres espèces

D'autres échantillons pour l'analyse PCR du SRAS-CoV-2 ont été obtenus de façon opportuniste par l'intermédiaire des laboratoires régionaux du RCSF de l'Ontario et du Québec, qui reçoivent une grande variété d'espèces sauvages pour examen post-mortem (tableau 1). Les animaux ont été sélectionnés pour l'échantillonnage en fonction de leur potentiel d'infection par le SRAS-CoV-2, lequel pouvait être lié à leur présence dans habitat en milieu urbain, à un contact humain ou à la sensibilité potentielle des espèces selon les résultats de recherches antérieures. Le nombre et le type d'échantillons prélevés variaient selon les carcasses et dépendaient de l'état de la carcasse (tableau 1).

Extraction de l'acide ribonucléique

L'extraction de l'acide ribonucléique (ARN) et les tests PCR ont été réalisés au Sunnybrook Research Institute de Toronto, en Ontario. Tous les échantillons d'écouvillons, de tissus et de guano ont été conservés à -80 °C avant d'être analysés. Pour les échantillons prélevés par écouvillon oral, rectal ou nasal, des extractions d'ARN ont été réalisées à partir de 140 µl d'échantillon au moyen de la mini trousse d'ARN viral QIAmp (Qiagen, Mississauga, Ontario) ou du Nuclisens EasyMag en utilisant le protocole générique 2.0.1 (bioMérieux Canada Inc., St-Laurent, Québec) en suivant les instructions du fabricant. L'ARN des échantillons de guano (80 mg) a été extrait au moyen de la mini trousse d'ARN viral QIAmp et élué dans 40 µl dans un laboratoire de confinement de niveau 3 à l'Université de Toronto. Les échantillons de tissus ont été dégelés, pesés, hachés avec un scalpel et homogénéisés dans un tampon de lyse de 600 µl à l'aide du Next Advance Bullet Blender (Next Advance, Troy, New York, É.-U.) et d'une bille en acier inoxydable de 5 mm à 5 m/s pendant 3 minutes. L'ARN des échantillons de tissu de 30 mg a été extrait au moyen de la trousse RNeasy Plus Mini (Qiagen, Mississauga, Ontario) ou du Nuclisens EasyMag en utilisant le protocole spécifique B 2.0.1; l'ARN a été élué dans 50 µl. Toutes les extractions ont été réalisées avec un contrôle positif et négatif. La différence d'efficacité de l'extraction entre les trousses a été évaluée en comparant les contrôles d'extraction positifs.

Analyse de la réaction en chaîne par polymérase du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2

La réaction en chaîne par polymérase en temps réel (RT-PCR) a été réalisée à l'aide de la trousse Luna Universal Probe One-Step RT-qPCR (NEB). Deux cibles génétiques ont été utilisées pour la détection de l'ARN du SRAS-CoV-2 : la région 5' non traduite (UTR) et le gène de l'enveloppe (E) (39). Ce test a été adapté des Shared Hospital Labs de l'Institut de recherche de St. Joseph Hamilton pour une utilisation chez les animaux. Les conditions de cyclage étaient les suivantes : un cycle de dénaturation à 60 °C pendant 10 minutes, puis à 95 °C pendant 2 minutes, suivi de 44 cycles d'amplification à 95 °C pendant 10 secondes et à 60 °C pendant 15 secondes. Le logiciel Quantstudio 3 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, Massachusetts, É.-U.) a été utilisé pour déterminer les seuils de cycle (Ct). Tous les échantillons ont été analysés en double et les échantillons présentant des Ct inférieurs à 40 pour les deux cibles génétiques dans au moins une réplique ont été considérés comme positifs.

Recherche d'anticorps

Les tests d'anticorps ont été effectués sur des échantillons de sang cardiaque, de liquide de la cavité thoracique et de sérum au LNM de Winnipeg, au Manitoba. Tous les échantillons ont été stockés à -20 °C avant d'être testés. Les échantillons de sang cardiaque ont été recueillis sur des bandelettes filtrantes Nobuto en saturant la longueur de la bande avec 100 µl de sang. Pour obtenir la dilution 1:9 requise pour les tests, les bandelettes Nobuto saturées ont été coupées en 4 à 5 morceaux et placées dans un tube de 2 ml contenant 360 µl de solution saline dans un tampon phosphate pH 7,4 contenant 0,05 % de Tween 20 et éluées pendant la nuit à 4 °C. Les bandelettes Nobuto prélevées dans le liquide de la cavité thoracique ont été traitées de la même manière, tandis que les échantillons de sérum ont été dilués à 1:9 avec le tampon de dilution des échantillons. Les échantillons ont été mélangés par mouvement tourbillonnaire et analysés à l'aide de la trousse de détection d'anticorps de neutralisation du SRAS-CoV-2 GenScriptcPass™ (GenScript US, Inc. Piscataway, New Jersey, É.-U.) en suivant le protocole du fabricant.

En bref, 60 µl d'un échantillon ont été ajoutés à 60 µl de solution de RBD conjuguée à la HRP et incubés à 37 °C pendant 30 minutes. Une aliquote de 100 µl du mélange a été transférée sur la plaque de test ELISA à micropuits et incubée à

37 °C pendant 15 minutes. Les micropuits ont été lavés quatre fois avec 260 µl de tampon de lavage puis 100 µl de substrat TMB ont été ajoutés à chaque puits. Après une incubation de 20 minutes dans l'obscurité à température ambiante, 50 µl de solution d'arrêt ont été ajoutés à chaque puits. L'absorbance a été lue immédiatement à 450 nm.

Chaque plaque d'essai comprenait des contrôles positifs et négatifs qui répondaient aux paramètres de contrôle de qualité requis. Le pourcentage d'inhibition a été calculé pour chaque échantillon en utilisant l'équation suivante :

% d'inhibition = (1 − échantillon de densité optique / contrôle négatif de densité optique) x 100 %

Les échantillons présentant une inhibition supérieure ou égale à 30 % ont été considérés comme positifs pour les anticorps neutralisants du SRAS-CoV-2.

Résultats

Nous avons analysé 776 animaux provenant de 17 espèces différentes d'animaux sauvages pour le SRAS-CoV-2. Ces animaux ont été collectés principalement dans des zones urbaines du sud de l'Ontario et du Québec entre juin 2020 et mai 2021 (tableau 1). Nous n'avons trouvé aucune indication d'ARN viral du SRAS-CoV-2 dans aucun des échantillons analysés et aucune preuve d'anticorps neutralisants dans un sous-ensemble de 219 individus (141 ratons laveurs, 36 mouffettes rayées, 42 visons).

Discussion

Notre étude n'a détecté aucune transmission du SRAS-CoV-2 de l'humain à la faune en Ontario et au Québec. Les ratons laveurs et les mouffettes sont les espèces qui ont été le plus fréquemment analysées. Les résultats d'études expérimentales ont suggéré que ces espèces pourraient être sensibles au SRAS-CoV-2, mais l'absence et la faible quantité de virus infectieux répandue par les ratons laveurs et les mouffettes, respectivement, suggèrent qu'ils constituent un réservoir peu probable pour le SRAS-CoV-2 en l'absence d'adaptations virales (9,10). De même, une étude de provocation menée sur de grandes chauves-souris brunes a montré que celles-ci sont résistantes à l'infection par le SRAS-CoV-2 et n'excrètent pas de virus infectieux (40). À l'inverse, les visons sont sensibles à l'infection par le SRAS-CoV-2, mais aucun signe de SRAS-CoV-2 n'a été détecté chez les visons échantillonnés. Bien que cela puisse être attribué à la faible taille réelle de l'échantillon, à ce jour, le SRAS-CoV-2 a rarement été détecté dans les populations de visons sauvages à l'échelle mondiale. Il convient toutefois de noter que ces études expérimentales sur les ratons laveurs, les mouffettes et les grandes chauves-souris brunes (9,10,40) ont été réalisées avec le SRAS-CoV-2 parental. La sensibilité de ces espèces aux variants préoccupants n'est actuellement pas connue et peut différer de la sensibilité à la souche parentale (41). En outre, les études de provocation évaluant la sensibilité ont tendance à être menées sur un petit nombre de jeunes individus en bonne santé, de sorte que les résultats peuvent ne pas refléter toute la gamme des réponses possibles à l'infection en milieu naturel.

Au fur et à mesure de la progression de la pandémie, on récolte de nouvelles données sur les animaux sauvages sensibles qui peuvent agir comme des réservoirs compétents pour le virus. Par exemple, le cerf de Virginie est maintenant considéré comme une espèce d'intérêt pour la surveillance du SRAS-CoV-2 à la lumière de sa sensibilité déterminée expérimentalement ainsi que des données concernant son exposition généralisée au virus récoltées au moyen de tests d'anticorps et de tests PCR dans toute l'Amérique du Nord (12–16,19). Les efforts de surveillance en continu doivent être adaptatifs et inclure des tests ciblés sur des espèces de grand intérêt, au fur et à mesure de leur identification. En Ontario et au Québec, il s'agit du vison, du cerf de Virginie et de la souris sylvestre (*Peromyscus maniculatus*) (9,42). Il est important de continuer à inclure des espèces moins sensibles, étant donné la plasticité génomique virale en cours et l'évolution de la gamme d'hôtes des variants préoccupants.

Limites

Cette étude présente plusieurs limites qu'il convient de reconnaître. Premièrement, la majorité de nos tests de dépistage du SRAS-CoV-2 ont été effectués par RT-PCR, lequel est seulement capable de détecter une infection active. Les tests d'anticorps, qui identifient une infection ou une exposition résolue, sont plus susceptibles de déceler des traces du SRAS-CoV-2 dans les études de surveillance, car les résultats dépendent moins du moment de la collecte des échantillons. Les tests d'anticorps nécessitent généralement des échantillons provenant d'animaux vivants ou de carcasses fraîches, ce qui a limité notre capacité à les utiliser. Toutefois, les analyses effectuées ont permis de valider les tests sur des ratons laveurs, des mouffettes et des visons, ce qui pourrait faciliter la réalisation d'un plus grand nombre de tests d'anticorps dans le futur. Deuxièmement, nous avons utilisé des trousses différentes pour l'extraction de l'ARN en raison de problèmes logistiques. Sur la base de nos contrôles d'extraction, la mini trousse d'ARN QIAamp a donné des résultats légèrement meilleurs que le Nuclisens EasyMag (~2 Ct) pour les échantillons prélevés par écouvillon. À l'inverse, le Nuclisens EasyMag a donné des résultats légèrement meilleurs (~2 Ct) que ceux de la trousse RNeasy mini plus pour les échantillons de tissus. Troisièmement, le type d'échantillons que nous avons prélevés peut également avoir limité notre capacité à détecter l'infection par le SRAS-CoV-2. La réplication virale peut varier selon les types de tissus et, par conséquent, certains tissus sont plus propices que

d'autres à la détection de l'ARN viral (1). Dans le présent travail, les animaux ont été sélectionnés de manière opportuniste dans le cadre de programmes préexistants, et nous n'avons pas été en mesure de collecter systématiquement les mêmes séries d'échantillons. De plus, les types d'échantillons proviennent d'animaux vivants et de carcasses et ne sont pas optimaux; certains types d'échantillons étaient parfois indisponibles (par exemple, les échantillons de tissus d'animaux vivants) ou n'étaient pas suffisants pour être prélevés.

Conclusion

Une approche « Un monde, une santé » est essentielle pour la compréhension et la gestion des risques associés à un pathogène zoonotique émergent comme le SRAS-CoV-2. Nous avons profité des activités des programmes de recherche, de surveillance et de réhabilitation existants et de l'expertise de multiples domaines pour collecter et analyser efficacement 1 690 échantillons d'animaux sauvages. L'absence d'échantillons d'animaux sauvages positifs pour le SRAS-CoV-2 n'exclut pas la transmission de l'homme à la faune canadienne, compte tenu des limites mentionnées ci-dessus. La poursuite de la recherche dans ce domaine est à la fois importante et urgente, en particulier lorsque de nouveaux variants préoccupants apparaissent. Les secteurs de la santé publique et de la santé animale doivent continuer à travailler en collaboration avec les partenaires universitaires et gouvernementaux pour aider à prévenir la propagation du SRAS-CoV-2 de l'homme à la faune, à en surveiller la propagation et à résoudre tout problème éventuel. Il est urgent de mettre en place un programme coordonné de surveillance du SRAS-CoV-2 chez la faune au Canada. Cette approche permettra de protéger la santé des Canadiens et des espèces sauvages, présentement et pour le futur.

Déclaration des auteurs

J. E. G. et J. D. K. ont contribué à parts égales à ce travail.
J. E. G., J. D. K., J. B., T. B., P. A. B., C. M. D., L. F., M. G., C. M. J., A. M., P. K. M., L. A. N., S. M. — Conceptualisation
J. E. G., L. B., M. G., C. M. J., S. L., A. M., B. S. — Collecte et coordination des échantillons
J. D. K., A. D., A. H., L. R. L., A. S., L. Y., S. M. — Essais sur échantillon
J. E. G., J. D. K. — Ressources
J. E. G., J. D. K., A. D., L. F. — Rédaction, projet initial
J. E. G., J. D. K., J. B., L. B., T. B., P. A. B., C. M. D., A. D., L. F., M. G., A. H., C. M. J., S. L., L. R. L., A. M., P. K. M., L. A. N., A. S., B. S., L. Y., S. M. — Rédaction, révision et édition
J. B., T. B., P. A. B., C. M. D., P. K. M. — Acquisition de financement

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier B. Pickering et J. Tataryn pour avoir facilité les partenariats interagences qui ont rendu ce travail possible, ainsi que pour leur révision et leurs commentaires réfléchis sur le manuscrit. Nous souhaitons également remercier B. Pickering pour avoir aidé à organiser les tests d'anticorps, et N. Toledo pour avoir effectué les tests d'anticorps. Nous souhaitons remercier M. Anderson du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario et V. Misra du Western College of Veterinary Medicine pour leurs conseils avisés et leur participation aux discussions concernant cette étude. Nous remercions D. Bulir pour son travail de développement du test PCR utilisé dans cette étude. Nous tenons à remercier L. Lazure et le personnel du Zoo de Granby, les techniciens du programme de surveillance de la rage au Québec, ainsi que V. Casaubon et J. Viau du Centre québécois sur la santé des animaux sauvages - Réseau canadien pour la santé de la faune (CQSAS-RCSF) pour leur aide dans la collecte des échantillons. Nous remercions également N. Pulham, S. Konieczka, J. Adams, G. McCoy, T. McGee, L. Pollock et K. Bennett, de la Section de la recherche et de la surveillance de la faune du ministère du Développement du Nord, des Mines, des Ressources naturelles et des Forêts (DNMRNF), ainsi que L. Dougherty, L. Shirose et M. Alexandrou, de la Société canadienne de la faune de l'Ontario, pour leur aide dans la collecte des échantillons. Enfin, nous souhaitons remercier les récolteurs de fourrures autorisés qui ont soumis des visons aux analyses.

Financement

Ce travail a été soutenu par l'Agence de la santé publique du Canada, avec des contributions en nature fournies par tous les partenaires collaborateurs.

Références

1. Shi J, Wen Z, Zhong G, Yang H, Wang C, Huang B, Liu R, He X, Shuai L, Sun Z, Zhao Y, Liu P, Liang L, Cui P, Wang J, Zhang X, Guan Y, Tan W, Wu G, Chen H, Bu Z. Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. Science 2020;368:1016-20. DOI

2. Hobbs EC, Reid TJ. Animals and SARS-CoV-2: species susceptibility and viral transmission in experimental and natural conditions, and the potential implications for community transmission. Transbound Emerg Dis 2020;68:1850-67. DOI

3. Bonilla-Aldana DK, García-Barco A, Jimenez-Diaz SD, Bonilla-Aldana JL, Cardona-Trujillo MC, Muñoz-Lara F, Zambrano LI, Salas-Matta LA, Rodriguez-Morales AJ. SARS-CoV-2 natural infection in animals: a systematic review of studies and case reports and series. Vet Q 2021;41: 250-67. DOI

4. Meekins DA, Gaudreault NN, Richt JA. Natural and experimental SARS-CoV-2 infection in domestic and wild animals. Viruses 2021;13:1993. DOI

5. World Organization for Animal Health. SARS-CoV-2 in animals – Situation Report 12. Paris (France); OIE; 2022. https://www.oie.int/app/uploads/2022/05/sars-cov-2-situation-report-12.pdf

6. Damas J, Hughes GM, Keough KC, Painter CA, Persky NS, Corbo M, Hiller M, Koepfli K-P, Pfenning AR, Zhao H, Genereux DP, Swofford R, Pollard KS, Ryder OA, Nweeia MT, Lindblad-Toh K, Teeling EC, Karlsson EK, Lewin HA. Broad host range of SARS-CoV-2 predicted by comparative and structural analysis of ACE2 in vertebrates. PNAS 2020;117:22311-22. DOI

7. Alexander MR, Schoeder CT, Brown JA, Smart CD, Moth C, Wikswo JP, Capra JA, Meiler J, Chen W, Madhur MS. Predicting susceptibility to SARS-CoV-2 infection based on structural differences in ACE2 across species. FASEB J 2020;34:15946-60. DOI

8. Franklin AB, Bevins SN. Spillover of SARS-CoV-2 into novel wild hosts in North America: a conceptual model for perpetuation of the pathogen. Sci Total Environ 2020;733:139358. DOI

9. Bosco-Lauth AM, Root JJ, Porter SM, Walker AE, Guilbert L, Hawvermale D, Pepper A, Maison RM, Hartwig AE, Gordy P, Bielefeldt-Ohmann H, Bowen RA. Peridomestic mammal susceptibility to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection. Emerg Infect Dis 2021;27:2073-80. DOI

10. Francisco R, Hernandez SM, Mead DG, Adcock KG, Burke SC, Nemeth NM, Yabsley MJ. Experimental susceptibility of North American raccoons (Procyon lotor) and striped skunks (Mephitis mephitis) to SARS-CoV-2. Front Vet Sci 2022;8:715307. DOI

11. Aguiló-Gisbert J, Padilla-Blanco M, Lizana V, Maiques E, Muñoz-Baquero M, Chillida-Martínez E, Cardells J, Rubio-Guerri C. First description of SARS-CoV-2 infection in two feral American mink (Neovison vison) caught in the wild. Animals (Basel) 2021;11:1422. DOI

12. Chandler JC, Bevins SN, Ellis JW, Linder TJ, Tell RM, Jenkins-Moore M, Root JJ, Lenoch JB, Robbe-Austerman S, DeLiberto TJ, Gidlewski T, Kim Torchetti K, Shriner SA. SARS-CoV-2 exposure in wild white-tailed deer (Odocoileus virginianus). PNAS 2021;118:e2114828118. DOI

13. Hale VL, Dennis PM, McBride DS, Nolting JM, Madden C, Huey D, Ehrlich M, Grieser J, Winston J, Lombardi D, Gibson S, Saif L, Killian ML, Lantz K, Tell RM, Torchetti M, Robbe-Austerman S, Nelson MI, Faith SA, Bowman AS. SARS-CoV-2 infection in free-ranging white-tailed deer. Nature 2022;602:481-6. DOI

14. Kuchipudi SV, Surendran-Nair M, Ruden RM, Yon M, Nissly RH, Vandergrift KJ, Nelli RK, Li L, Jayarao BM, Maranas CD, Levine N, Willgert K, Conlan AJK, Olsen RJ, Davis JJ, Musser JM, Hudson PJ, Kapur V. Multiple spillovers from humans and onward transmission of SARS-CoV-2 in white-tailed deer. PNAS 2022;119:e2121644119. DOI

15. Kotwa JD, Massé A, Gagnier M, Aftanas P, Blais-Savoie J, Bowman J, Buchanan T, Chee H-Y, Dibernardo A, Kruczkiewicz P, Nirmalarajah K, Soos C, Yip L, Lindsay LR, Lung O, Pickering B, Mubareka S. First detection of SARS-CoV-2 infection in Canadian wildlife identified in free-ranging white-tailed deer (Odocoileus virginianus) from southern Québec, Canada. bioRxiv. 2022. DOI

16. Pickering B, Lung O, Maguire F, Kruczkiewicz P, Kotwa JD, Buchanan T, Gagnier M, Guthrie JL, Jardine CM, Marchand-Austin A, Massé A, McClinchey H, Nirmalarajah K, Aftanas P, Blais-Savoie J, Chee H-Y, Chien E, Yim W, Banete A, Griffin BD, Goolia M, Suderman M, Pinette M, Smith G, Sullivan D, Rudar J, Adey E, Nebroski M, Goyett G, Finzi A, Laroche G, Ariana A, Vahkal B, Côté M, McGeer AJ, Nituch L, Mubareka S, Bowman J. Highly divergent white-tailed deer SARS-CoV-2 with potential deer-to-human transmission. bioRxiv. 2022.02.22.481551. DOI

17. Oreshkova N, Molenaar RJ, Vreman S, Harders F, Oude Munnink BB, Hakze-van der Honing RW, Gerhards N, Tolsma P, Bouwstra R, Sikkema RS, Tacken MGJ, de Rooij MM, Weesendorp E, Engelsma MY, Bruschke CJ, Smit LA, Koopmans M, van der Poel WH, Stegeman A. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. Euro Surveill 2020;25:2001005. DOI

18. Molenaar RJ, Vreman S, Hakze-van der Honing RW, Zwart R, de Rond J, Weesendorp E, Smit LAM, Koopmans M, Bouwstra R, Stegeman A, van der Poel WHM. Clinical and pathological findings in SARS-CoV-2 disease outbreaks in farmed mink (Neovison vison). Vet Pathol 2020;57:653-7. DOI

19. Palmer MV, Martins M, Falkenberg S, Buckley A, Caserta LC, Mitchell PK, Cassman ED, Rollins A, Zylich NC, Renshaw RW, Guarino C, Wagner B, Lager K, Diel DG. Susceptibility of white-tailed deer (Odocoileus virginianus) to SARS-CoV-2. J Virol 2021;95:e00083-21. DOI

20. World Organization for Animal Health. One Health. Paris (France): OIE; 2021. https://www.oie.int/en/what-we-do/global-initiatives/one-health/

21. Larsen HD, Fonager J, Lomholt FK, Dalby T, Benedetti G, Kristensen B, Urth TR, Rasmussen M, Lassaunière R, Rasmussen TB, Strandbygaard B, Lohse L, Chaine M, Møller KL, Berthelsen AN, Nørgaard SK, Sönksen UW, Boklund AE, Hammer AS, Belsham GJ, Krause TG, Mortensen S, Bøtner A, Fomsgaard A, Mølbak K. Preliminary report of an outbreak of SARS-CoV-2 in mink and mink farmers associated with community spread, Denmark, June to November 2020. Euro Surveill 2021;26:2100009. DOI

22. Bashor L, Gagne RB, Bosco-Lauth AM, Bowen RA, Stenglein M, VandeWoude S. SARS-CoV-2 evolution in animals suggestions mechanisms for rapid variant selection. PNAS 2021;118: e2105253118. DOI

23. Montagutelli X, van der Werf S, Rey FA, Simon-Loriere E. SARS-CoV-2 Omicron emergence urges for reinforced One-Health surveillance. EMBO Mol Med 2022;14: e15558. DOI

24. Colombo VC, Sluydts V, Mariën J, Vanden Broecke B, Van Houtte N, Leirs W, Jacobs L, Iserbyt A, Hubert M, Heyndrickx L, Goris H, Delputte P, De Roeck N, Elst J, Ariën KK, Leirs H, Gryseels S. SARS-CoV-2 surveillance in Norway rats (Rattus norvegicus) from Antwerp sewer system, Belgium. Transbound Emerg Dis 2021:10.1111/tbed.14219. DOI

25. Sachetto L, Chaves BA, Costa ER, de Menezes Medeiros AS, Gordo M, Araújo DB, Oliveira DBL, da Silva APB, Negri AF, Durigon EL, Hanley KA, Vasilakis N, de Lacerda MVG, Noguiera ML. Lack of evidence of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) spillover in free-living neotropical non-human primates, Brazil. Viruses 2021;13:1933. DOI

26. Miot EF, Worthington BM, Ng KH, de Lataillade LG, Pierce MP, Liao Y, Ko R, Shum MH, Cheung WY, Holmes EC, Leung KS, Zhu H, Poon LL, Peiris JS, Guan Y, Leung GM, Wu JT, Lam TT. Surveillance of rodent pests for SARS-CoV-2 and other coronaviruses, Hong Kong. Emerg Infect Dis 2022;28:467-70. DOI

27. Gouvernement du Canada. Mise à jour sur l'épidémiologie de la COVID-19. Ottawa, ON : Gouvernement du Canada; (modifié 2022). https://sante-infobase.canada.ca/covid-19/resume-epidemiologique-cas-covid-19.html

28. World Organization for Animal Health. Considerations on monitoring SARS-CoV-2 in animals. Paris (France): OIE; 2022. https://www.oie.int/app/uploads/2022/02/en-sars-cov-2-surveillance-.pdf

29. Delahay RJ, de la Fuente J, Smith GC, Sharun K, Snary EL, Flores Girón L, Nziza J, Fooks AR, Brookes SM, Lean FZX, Breed AC, Gortazar C. Assessing the risks of SARS-CoV-2 in wildlife. One Health Outlook 2021;3:7. DOI

30. ProMED. Coronavirus disease update (531): animal, Canada (British Columbia) mink, OIE. ProMED; 2020. https://promedmail.org/promed-post/?id=8008864

31. Hammer AS, Quaade ML, Rasmussen TB, Fonager J, Rasmussen M, Mundbjerg K, Lohse L, Strandbygaard B, Jørgensen CS, Alfaro-Núñez A, Rosenstierne MW, Boklund A, Halasa T, Fomsgaard A, Belsham GJ, Bøtner A. SARS-CoV-2 transmission between mink (Neovison vison) and humans, Denmark. Emerg Infect Dis 2021;27:547-51. DOI

32. Oude Munnink BB, Sikkema RS, Nieuwenhuijse DF, Molenaar RJ, Munger E, Molenkamp R, van der Spek A, Tolsma P, Rietveld A, Brouwer M, Bouwmeester-Vincken N, Harders F, Hakze-van der Honing R, Wegdam-Blans MCA, Bouwstra RJ, GuertsvanKessel C, van der Eijk AA, Velkers FC, Smit LAM, Stegeman A, van der Poel WHM, Koopmans MPG. Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans and mink and back to humans. Science 2021;371:172-7. DOI

33. van Aart AE, Velkers FC, Fischer EAJ, Broens EM, Egberink H, Zhao S, Engelsma M, Hakze-van der Honing RW, Harders F, de Rooij MMT, Radstake C, Meijer PA, Oude Munnink BB, de Rond J, Sikkema RS, van der Spek AN, Spierenburg M, Wolters WJ, Molernaar RJ, Koopmans MPG, van der Poel WHM, Stegeman A, Smit LAM. SARS-CoV-2 infection in cats and dogs in infected mink farms. Transbound Emerg Dis 2021:10.1111/tbed.14173. DOI

34. Nituch LA, Bowman J, Beauclerc KB, Schulte-Hostedde AI. Mink farms predict Aleutian disease exposure in wild American mink. PLOS One 2011;6:e21693. DOI

35. Dominguez SR, O'Shea TJ, Oko LM, Holmes KV. Detection of group 1 coronaviruses in bats in North America. Emerg Infect Dis 2007;13:1295-300. DOI

36. Misra V, Dumonceaux T, Dubois J, Willis C, Nadin-Davis S, Severini A, Wandeler A, Lindsay R, Artsob H. Detection of polyoma and corona viruses in bats of Canada. J Gen Virol 2009;90:2015-22. DOI

37. Ge XY, Li JL, Yang XL, Chmura AA, Zhu G, Epstein JH, Mazet JK, Hu B, Zhang W, Peng C, Zhang YJ, Luo CM, Tan B, Wang N, Zhu Y, Crameri G, Zhang SY, Wang LF, Daszak P, Shi ZL. Isolation and characterization of a bat SARS-like coronavirus that uses the ACE-2 receptor. Nature 2013;503:535-8. DOI

38. Olival KJ, Cryan PM, Amman BR, Baric RS, Blehert DS, Brook CE, Calisher CH, Castle KT, Coleman JTH, Daszak P, Epstein JH, Field H, Frick WF, Gilbert AT, Hayman DTS, Ip HS, Karesh WB, Johnson CK, Kading RC, Kingston T, Lorch JM, Mendenhall IH, Peel AJ, Phelps KL, Plowright RK, Reeder DM, Reichard JD, Sleeman JM, Streicker DG, Towner JS, Wang LF. Possibility for reverse-zoonotic transmission of SARS-CoV-2 to free-ranging wildlife: a case study of bats. PLoS Pathog 2020;16:e1008758. DOI

39. LeBlanc JJ, Gubbay JB, Li Y, Needle R, Arneson SR, Marcino D, Charest H, Desnoyers G, Dust K, Fattouh R, Garceau R, German G, Hatchette TF, Kozak RA, Krajden M, Kuschak T, Lang ALS, Levett P, Mazzulli T, McDonald R, Mubareka S, Prystajecky N, Rutherford C, Smieja M, Yu Y, Zahariadis G, Zelyas N, Bastien N. Real-time PCR-based SARS-CoV-2 detection in Canadian laboratories. J Clin Virol 2020;128:104433. DOI

40. Hall JS, Knowles S, Nashold SW, Ip HS, Leon AE, Rocke T, Keller S, Carossino M, Balasuriya U, Hofmeister E. Experimental challenge of a North American bat species, big brown bat (Eptesicus fuscus), with SARS-CoV-2. Transbound Emerg Dis 2020;68:3443-52. DOI

41. Montagutelli X, Prot M, Levillayer L, Salazar EB, Jouvion G, Conquet L, Donati F, Albert M, Gambaro F, Behillil S, Enouf V, Rousset D, Jaubert J, Rey F, van der Werf S, Simon-Loriere E. The B1.351 and P.1 variants extend SARS-CoV-2 host range to mice. bioRxiv. 2021.03.18.436013. DOI

42. Griffin BD, Chan M, Tailor N, Mendoza EJ, Leung A, Warner BM, Duggan AT, Moffat E, He S, Garnett L, Tran KN, Banadyga L, Albietz A, Tierney K, Audet J, Bello A, Vendramelli R, Boese AS, Fernando L, Lindsay LR, Jardine CM, Wood H, Poliquin G, Strong JE, Drebot M, Safronetz D, Embury-Hyatt C, Kobasa D. SARS-CoV-2 infection and transmission in the North American deer mouse. Nat Commun 2021;12:3612. DOI

Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune sauvage près des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada

Talia Strang[1], Logan Flockhart[2], Caeley Thacker[3], Helen Schwantje[3], Catherine Soos[4], Antonia Dibernardo[5], L Robbin Lindsay[5], Nikki Toledo[2], Kaela Beauclerc[6], Erin Fraser[1,7], Natalie Prystajecky[1,8], Chelsea Himsworth[2,9,10]*

Résumé

Contexte : Le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2) peut infecter de nombreuses espèces animales sauvages et domestiques. Le vison d'Amérique d'élevage (*Neovison vison*) est particulièrement sensible à l'infection. Des agrégats de SRAS-CoV-2 ont été détectés chez des visons d'élevage dans trois fermes de visons en Colombie-Britannique, au Canada, entre décembre 2020 et mai 2021. En Colombie-Britannique, la densité des élevages de visons et la proximité des habitats sauvages augmentent les risques de transmission par les visons d'élevage infectés. L'objectif de cette étude est d'examiner le risque de propagation du SRAS-CoV-2 à la faune sauvage et à partir de celle-ci dans la zone entourant les élevages de visons infectés en Colombie-Britannique, au Canada, et de comparer l'efficacité des méthodes de surveillance par piégeage physique et par caméra.

Méthodes : Une combinaison de piégeage physique et par caméra a été utilisée dans et autour de trois fermes de visons de la Colombie-Britannique présentant des infections actives de SRAS-CoV-2 entre le 22 janvier 2021 et le 10 juillet 2021. Des échantillons d'animaux piégés, y compris des visons d'élevage échappés, ont été testés pour le SRAS-CoV-2. Les images des caméras d'un élevage de visons ont été examinées pour déterminer l'espèce et la proximité de la grange à visons.

Résultats : Soixante et onze animaux de neuf espèces ont été capturés et échantillonnés. Trois visons capturés ont été testés pour le SRAS-CoV-2 par réaction en chaîne par polymérase et par sérologie et le résultat était positif; les autres échantillons étaient négatifs. Le génotypage des trois visons positifs a indiqué qu'il s'agissait de visons domestiques (et non sauvages). Au total, 440 animaux de 16 espèces ont été photographiés dans la seule ferme où des caméras ont été déployées.

Conclusion : La détection du SRAS-CoV-2 chez des visons d'élevage échappés est préoccupante et démontre le potentiel de transmission des visons d'élevage à la faune sauvage, notamment en raison de l'observation d'animaux sauvages connus pour être sensibles au SRAS-CoV-2 à proximité d'élevages de visons infectés. L'utilisation combinée du piégeage physique et de la caméra a contribué à l'ampleur des résultats et est fortement recommandée pour la surveillance future.

Citation proposée : Strang T, Flockhart L, Thacker C, Schwantje H, Soos C, Dibernardo A, Lindsay LR, Toledo NPL, Beauclerc K, Fraser E, Prystajecky N, Himsworth C. Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune sauvage près des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):279–87. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i06a03f

Mots-clés : SRAS-CoV-2, vison d'Amérique, surveillance de la faune, piégeage physique, piégeage par caméra

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0

Affiliations

[1] Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique Vancouver, BC

[2] Division de la surveillance, Agence de la santé publique du Canada, Saskatoon, SK

[3] Ministère des forêts, des terres, de l'exploitation des ressources naturelles et du développement rural, Victoria, BC

[4] Santé de la faune, Environnement et changement climatique Canada, Ottawa, ON

[5] Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, MB

[6] Ministère du développement du Nord, des Mines, des richesses naturelles et des Forêts, Peterborough, ON

[7] École de la santé des populations et de la santé publique, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

[8] Département de pathologie et de médecine de laboratoire, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

[9] Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Abbotsford, BC

[10] Centre régional de la Colombie-Britannique, Réseau canadien pour la santé de la faune, Abbotsford, BC

***Correspondance :**
chelsea.himsworth@gov.bc.ca

Introduction

La pandémie actuelle de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) causée par le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2) est responsable d'une morbidité et d'une mortalité importantes chez l'humain dans le monde (1). Le coronavirus du SRAS-CoV-2 est d'origine zoonotique, mais une fois que le virus s'est propagé à l'homme, l'évolution de la pandémie a été presque entièrement déterminée par la transmission interhumaine. Des infections naturelles du SRAS-CoV-2 ont été détectées chez un large éventail d'animaux, notamment des castoridés (castor fiber birulai) (2), des cervidés (cerf de Virginie) (3), des cricétidés (hamsters) (4), des félidés : (chats domestiques) (5,6), des cougars, des chats viverrins, des lions, des lynx du Canada (7), des léopards des neiges, des tigres (8–10), des chiens et chats domestiques (5,6), des gorilles, des hippopotames (11), des mustélidés (visons d'Amérique) (12–16), des loutres cendrées et furets (17), des procyonidés (coati), des hyènes tachetées (18) et des viverridés (binturong) (7) (**tableau 1**).

La transmission du SRAS-CoV-2 chez le vison d'Amérique (*Neovison vison*) est particulièrement préoccupante. Le vison est très sensible au virus, et on a constaté que le virus subit des mutations à un taux plus élevé chez le vison que chez l'homme (19). Les visons sont élevés dans le monde entier dans des environnements à haute densité, et il existe des risques de la transmission du SRAS-CoV-2 du vison à l'homme et vice versa (20–23). Ces facteurs ont pour effet d'augmenter le risque de transmission du SRAS-CoV-2 chez le vison, ce qui peut entraîner des mutations virales et l'émergence de variantes préoccupantes pour la santé humaine.

Le SRAS-CoV-2 chez le vison présente également un risque pour la faune sauvage. En effet, des visons infectés en liberté ont été détectés aux États-Unis et en Espagne et, dans ces deux pays, on pense que ces animaux se sont échappés d'élevages infectés voisins (24). Il a également été démontré que les visons transmettent le SRAS-CoV-2 aux chiens et aux chats domestiques à l'intérieur et autour de l'environnement de l'élevage (12,24) et transmettent d'autres maladies, comme la maladie aléoutienne, qui se propagent des élevages de visons infectés aux populations sauvages (25). C'est pourquoi l'Organisation mondiale de la santé animale (26) et le ministère de l'agriculture des États-Unis (27) ont recommandé la surveillance du SRAS-CoV-2 chez les animaux sauvages potentiellement exposés à des animaux domestiques réservoirs du virus, et Environnement et Changement climatique Canada a publié des lignes directrices nationales recommandant la surveillance des animaux sauvages autour des élevages de visons infectés (24). Cette surveillance est axée sur le piégeage et le dépistage d'espèces sauvages cibles dans un rayon de 1 à 3 km autour des exploitations infectées et s'aligne sur des programmes de surveillance similaires aux États-Unis (28).

Tableau 1 : Susceptibilité des espèces observées au coronavirus[a] du syndrome respiratoire aigu sévère 2

Ordre	Famille	Espèce	Sensibilité au SRAS-CoV-2
Carnivora	Canidés	Coyote (*Canis latrans*)	Inconnue
	Félidés	Chat (*Felis catus*)	Élevée
	Mustélidés	Vison (*Neovison vison*)	Élevée
		Loutre (*Lontra canadensis*)	Élevée
	Procyonidés	Raton laveur (*Procyon lotor*)	Faible
Lagomorpha	Léporidés	Lapin (*Sylvilagus* sp.)	Oui
Rodentia	Castoridés	Castor (*Castor canadensis*)	Oui
	Muridés	Rat (*Rattus* sp.)	Inconnu
Anseriformes	Anatidés	Canard colvert (*Anas platyrhynchos*)	Inconnu
		Canard branchu (*Aix sponsa*)	Inconnu
Galliformes	Phasianidés	Poulet (*Gallus gallus domesticus*)	Aucun
Passeriformes	Corvidés	Corneille (*Corvus brachyrhynchos*)	Inconnu
	Sturnidés	Étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*)	Inconnu
Pelecaniformes	Ardéides	Grand héron (Ardea herodias)	Inconnu
Strigiformes	Strigidés	Chouette rayée (Strix varia)	Inconnu

[a] Selon des données provenant de la page web intitulée Les animaux et la COVID-19

Dans la province de la Colombie-Britannique, l'industrie de l'élevage de vison est réglementée par le ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation de la Colombie-Britannique. En décembre 2020, il y avait neuf fermes actives autorisées en Colombie-Britannique, toutes situées dans la région du Lower Mainland. Le SRAS-CoV-2 a été détecté chez des visons d'Amérique d'élevage dans deux fermes de visons de la Colombie-Britannique en décembre 2020 (ferme 1 et ferme 2) et dans une autre ferme en mai 2021 (ferme 3). La source initiale du SRAS-CoV-2 chez les visons dans deux des trois élevages de visons touchés était les infections par la COVID-19 chez les travailleurs des élevages de visons. La source d'infection du troisième élevage de visons n'a pas été déterminée de manière concluante; cependant, le séquençage génétique a permis de constater que la souche était similaire aux cas humains de COVID-19 dans la communauté locale au moment de la détection (*N. Prystajecky, communication personnelle, 2021*).

La détection du SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons a suscité des inquiétudes quant à sa propagation à la faune sauvage des environs. Il convient de noter que les lignes directrices d'Environnement et Changement climatique Canada en matière de surveillance mentionnées ci-dessus ont été publiées en novembre 2021, après la fin de la surveillance autour des fermes infectées; toutefois, les méthodes employées (y compris le piégeage vivant et le dépistage du SRAS-CoV-2 chez les animaux sauvages autour des fermes, le dépistage génétique des visons en liberté et l'ajout aux données de piégeage tirées de séquences vidéo) sont largement conformes aux recommandations nationales.

Nous présentons ici les résultats de la surveillance de la faune sauvage pour le SRAS-CoV-2 autour des trois élevages de visons infectés en Colombie-Britannique, afin d'évaluer le risque de propagation du virus vers et à partir de la faune sauvage à proximité des élevages de visons. En outre, l'objectif plus large de cette analyse est de comparer les stratégies de surveillance physique et de piégeage par caméra et, en fin de compte, d'orienter les futures stratégies de surveillance de la faune sauvage afin d'optimiser les évaluations des risques pour la santé publique et la santé de la faune.

Méthodes

Le piégeage physique

L'éclosion de la ferme 1 a duré du 2 décembre 2020 au 24 février 2021, alors que celle de la ferme 2 a duré du 23 décembre 2020 au 26 décembre 2020, date à laquelle le producteur a choisi d'euthanasier tout le troupeau. Le système de surveillance Ring a été utilisée autour de la ferme 1 et de la ferme 2. Au total, 70 pièges ont été placés dans un périmètre de trois kilomètres autour des deux fermes du 22 janvier 2021 au 19 mars 2021. Les espèces cibles ont été sélectionnées en fonction des espèces connues dans la région et de ce que l'on savait à l'époque sur la sensibilité des espèces. Les principales espèces ciblées étaient les chats errantss (*Felis catus*), les visons domestiques qui s'étaient échappés (*N. vison*) et les mustélidés sauvages tels que le vison sauvage et la loutre (*Lontra canadensis*). Le raton laveur (*Procyon lotor*), la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*), l'opossum de Virginie (*Didelphis virginiana*) et le lynx roux (*Lynx rufus*) étaient également attendus dans les zones et considérés comme des espèces cibles, mais présentaient probablement une probabilité moindre de portage du SRAS-CoV-2. Les cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) n'ont pas été ciblés car l'étendue de leur sensibilité n'était pas connue au moment de l'échantillonnage. Un mélange de pièges permettant de capturer des animaux vivants et morts (Tomahawk Dura-Poly petit, 120 Conibear, 330 Conibear, Havahart 1079, Havahart 1081) a été utilisé en fonction de l'expérience des trappeurs et des espèces ciblées. Lorsque des pièges permettant de capturer des animaux vivants ont été utilisés, l'animal a ensuite été euthanasié sans cruauté. Il convient de signaler que les espèces cibles ont été utilisées pour orienter la méthodologie de piégeage; cependant, tous les animaux piégés, quelle que soit leur espèce, ont été inclus dans l'échantillon de surveillance, y compris les animaux tués sur la route et collectés de manière opportuniste. Les pièges utilisés ont été sélectionnés pour répondre à la certification et aux exigences de l'*Accord sur les normes internationales de piégeage sans cruauté*. Tous les piégeages physiques ont été effectués par des trappeurs expérimentés qui connaissaient bien la zone géographique et les habitudes de la faune locale.

L'éclosion de la ferme 3 a duré du 2 avril 2021 au 11 février 2022. Une surveillance basée sur le risque a été mise en place dans la ferme 3 en se concentrant sur les mustélidés (le groupe d'espèces de la zone considérée comme la plus sensible au SRAS-CoV-2) à l'intérieur de la ferme et à proximité immédiate de celle-ci. Cette approche a été adoptée parce que le piégeage avait lieu pendant la saison de reproduction; il était donc essentiel de cibler des espèces spécifiques à haut risque et d'exclure les femelles enceintes et allaitantes. Au total, 24 pièges permettant de capturer des animaux vivants ont été placés du 23 juin 2021 au 10 juillet 2021 dans trois zones : sur la propriété de la ferme (n = 6), autour du périmètre de la propriété de la ferme d'élevage (n = 6) et dans l'habitat approprié adjacent des mustélidés (n = 12) qui consistait en des terres agricoles et un habitat fluvial. Les animaux piégés ont été évalués et ceux qui n'étaient ni gestants ni allaitants ont été euthanasiés sans cruauté.

Les échantillons prélevés sur les animaux euthanasiés comprenaient des écouvillons nasaux pour l'amplification en chaîne par polymérase (PCR) du SRAS-CoV-2, qui ont été placés dans un milieu de transport viral avant d'être testés au Animal Health Centre, à Abbotsford. Le sang total pour l'analyse sérologique a été collecté en saturant la longueur des bandes filtrantes Nobuto (Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, États-Unis) avec du sang cardiaque. Ils ont été séchés à l'air et conservés dans des enveloppes individuelles à 4 °C jusqu'à ce qu'ils soient expédiés au Laboratoire national de microbiologie de Winnipeg, Manitoba, pour y être testés. Des échantillons de peau ont été prélevés sur trois visons positifs au SRAS-CoV-2 pour le génotypage par microsatellite afin de déterminer leur ascendance (i.e. domestique ou sauvage) et ont été analysés au laboratoire de génétique de la faune de la Section de la recherche et de la surveillance de la faune du ministère du développement du Nord, des mines, des richesses naturelles et des forêts de l'Ontario, à Peterborough, en Ontario.

Test d'amplification en chaîne par polymérase du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2

Environ 1,5 ml d'écouvillon nasal dans le milieu de transport de virus a été clarifié par centrifugation à 2 000 g pendant deux minutes. L'acide ribonucléique (ARN) viral a été isolé à

l'aide du processeur de particules magnétiques MagMax-96 Express d'Applied Biosystems Incorporated (ThermoFisher Scientific, Waltham, Massachusetts, États-Unis) avec la trousse d'isolation de l'ARN viral MagMax™ -96 (ThermoFisher, numéro de catalogue : AM1836) selon les instructions de la trousse. Le programme MagMax (AM1836_DW_v50) était disponible sur le site Internet de ThermoFisher (thermofisher.com). Des amorces et une sonde qui ciblent le gène E pour créer un amplicon de 113 paires de bases (pb) ont été utilisées pour détecter le SRAS-CoV-2. Amorce avant 5' — ACAGGTACGTTAATAGTTAATAGCGT-3'; sonde 5' — FAM-ACACTAGCCATCCTTACTGCGCTTCG-BHQ1 — 3', amorce inverse 5' — ATATTGCAGCAGTACGCACACA -3'. Les concentrations de réaction des amorces et de la sonde du SRAS-CoV-2 étaient respectivement de 800 nM et 200 nM. Un contrôle PCR exogène d'entérovirus (Asuragen, numéro de catalogue : 42 050) a été introduit dans l'étape d'isolement de l'ARN et l'amplicon de 61 pb a été détecté avec les amorces et la sonde suivantes : amorce directe 5' — ATGCGGCTAATCCCAACCT -3'; sonde 5' — VIC-CAGGTGGTCACAAAC — MGBNFQ -3'; et amorce inverse 5' — CGTTACGACAGGCCAATCACT -3' (VIC et MGBNFQ sont des colorants exclusifs d'Applied Biosystems). La concentration de la réaction pour les amorces et la sonde de l'entérovirus était de 200 nM chacune. Les réactifs AgPath-ID™ One-Step RT-PCR ont été utilisés conformément aux instructions du kit (ThermoFisher, numéro de catalogue : 4 387 391) : 5 µl de matrice d'ARN extraite ont été ajoutés au master mix. La PCR en temps réel (RT-PCR) a été réalisée sur le thermocycleur Applied Biosystems 7500 Fast Real-Time PCR System avec le profil d'amplification suivant : un cycle de 50 °C, 30 minutes; un cycle de 95 °C, une minute; 40 cycles de 95 °C, 15 secondes et 60 °C, une minute. La variation de la fluorescence a été enregistrée à l'étape d'élongation de chaque cycle.

Sérologie du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2

L'analyse sérologique du sang total a été réalisée à l'aide de la trousse de détection des anticorps de neutralisation du SRAS-CoV-2 GenScript cPass™ (numéro de catalogue : L00847, GenScript US, Inc. Piscataway, New Jersey, États-Unis) selon le protocole du fabricant. Les échantillons présentant une inhibition de plus de 30 % ont été considérés comme positifs pour les anticorps neutralisants du SRAS-CoV-2. Afin de minimiser le risque d'exposition du personnel de laboratoire à l'agent pathogène zoonotique *Francisella tularensis*, aucun échantillon de sérum n'a été prélevé chez les castors, conformément aux directives du Centre de la santé animale de la Colombie-Britannique.

Génotypage du vison

Le profilage des microsatellites des échantillons de visons en liberté a suivi la procédure détaillée dans Beauclerc *et al.* (29,30) avec des modifications mineures. En bref, l'ADN génomique entier a été extrait d'environ 10 mg de muscle avec la trousse E.Z.N.A.® Tissue DNA (Omega Bio-Tek) et quantifié avec le colorant PicoGreen (Invitrogen). Les échantillons ont été amplifiés au niveau de 15 loci microsatellites dans 2 multiplex, chacun consistant en 12 µL de réactions avec 1 ng d'ADN, des étiquettes d'amorces et des concentrations comme indiqué dans le **tableau A1**. Le génotypage a été réalisé sur un ABI 3730 avec GeneScan 500HD ROX (Applied Biosystems). Les fragments ont été notés automatiquement dans GeneMarker v.2.6.4 (SoftGenetics) et vérifiés à l'œil nu; les allèles ambigus ont été réamplifiés.

Piégeage par caméra

En plus du piégeage physique, un piégeage par caméra plus approfondi a été mis en place dans la ferme 3 du 7 février 2021 au 25 juillet 2021, sur la base de l'expérience de la ferme 1 et de la ferme 2. Le piégeage par caméra a été utilisé pour recueillir plus d'information sur la présence des animaux et leur utilisation des habitats entourant les élevages de visons et pour éviter toute perturbation physique pendant la saison de reproduction des espèces concernées. Pour cela, 11 caméras ont été placées à l'intérieur de la zone clôturée entourant la grange à visons (n = 1), à l'extérieur mais à côté de la grange clôturée (n = 4) et près de la rivière adjacente au périmètre de la propriété agricole (n = 6). Les images des animaux capturées par la caméra ont ensuite été analysées visuellement. L'espèce présente sur chaque image a été identifiée en fonction de sa morphologie.

Résultats

Le piégeage physique

Un total de 71 animaux de neuf espèces différentes ont été piégés, dont 63 de la ferme 1 et de la ferme 2 et 8 de la ferme 3 (**tableau 2**). Tous les animaux piégés semblaient en bonne santé à l'examen visuel. Deux chats piégés ont été observés comme agissant de manière agressive. Plusieurs des espèces piégées sont connues pour être sensibles à l'infection par le SRAS-CoV-2, notamment les chats domestiques, les visons, les loutres, les lapins et les ratons laveurs (31). La susceptibilité de nombreuses autres espèces est actuellement inconnue (tableau 2) (31).

Les visons ont été assignés à leur population d'origine en utilisant des tests d'assignation bayésiens dans STRUCTURE v.2.2 pour un nombre supposé de groupes (K) de deux, comme décrit dans Bowman *et al.* (30,32). Les échantillons analysés précédemment, composés d'échantillons domestiques et en liberté provenant de l'Ontario, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard (n = 902), ont fourni l'ensemble de données de référence au sein duquel les nouveaux échantillons ont été analysés (29,30). L'appartenance à un groupe a utilisé le coefficient d'ascendance moyen (q) : les animaux ayant un $q > 0,8$ ont été assignés à un seul groupe, tandis que ceux ayant un $q < 0,8$ ont été considérés comme des hybrides (33).

Tableau 2 : Espèces capturées lors du piégeage physique autour des élevages de visons infectés par le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 en Colombie-Britannique (n = 71)

Ordre	Famille	Espèce	Nombre de captures	Pourcentage du total
Carnivora	Félidés	Chat (*Felis catus*)	5	7
	Mustélidés	Vison (*Neovison vison*)	12	17
		Loutre (*Lontra canadensis*)	1	1
	Procyonidés	Raton laveur (*Procyon lotor*)	4	6
Didelphimorphia	Didelphidés	Opossum (*Didelphis virginiana*)	6	8
Rodentia	Castoridés	Castor (*Castor canadensis*)	9	13
	Cricétidés	Rat musqué (*Ondatra zibethicus*)	6	8
	Muridés	Rat (*Rattus* sp.)	10	14
	Sciuridés	Écureuil gris (*Sciurus carolinensis*)	18	25

Amplification en chaîne par polymérase, sérologie et génotypage du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 chez les visons

Tous les animaux échantillonnés se sont révélés négatifs pour le SRAS-CoV-2 à l'aide de la PCR et de la sérologie, à l'exception de trois visons piégés sur la propriété de la ferme 3, à l'extérieur de la barrière, qui étaient tous deux positifs à la PCR et possédaient des anticorps contre le SRAS-CoV-2. Ces trois visons ont été génotypés et le génotypage a fortement assigné ces visons au groupe domestique (q = 0,94–0,99), indiquant qu'il s'agissait de visons domestiques (plutôt que sauvages) qui s'étaient probablement échappés de leurs cages. Il convient de signaler qu'aucun des autres visons piégés n'a été génotypé.

Piégeage par caméra

Il y avait 440 images de caméra montrant au moins un animal d'une des 16 espèces (**tableau 3**). Il est à noter que des chats et des corbeaux ont été observés à l'intérieur de la barrière donnant accès à la grange à visons. De plus, certaines espèces ont été observées près de la grange à visons mais à l'extérieur de la barrière, notamment des coyotes, des chats, des visons, des lapins, des corneilles, des étourneaux et des hiboux (tableau 3).

Il est particulièrement intéressant de noter que trois visons ont été observés en dehors de la barrière entourant la grange à visons. On ne sait pas avec certitude s'il s'agit de visons d'élevage qui se sont échappés, mais c'est très probable étant donné que les visons piégés dans des endroits similaires ont été génotypés comme des visons domestiques.

Tableau 3 : Espèces observées lors du piégeage par caméra autour de la ferme 3 (n = 440)

Ordre	Famille	Espèce	Nombre d'observations	Pourcentage d'observations	Pourcentage à proximité d'une grange à visons	
					%	n
Carnivora	Canidés	Coyote (*Canis latrans*)	144	33	61	n = 88/144
	Félidés	Chat (*Felis catus*)	59	13	49	n = 29/59
	Mustélidés	Vison (*Neovison vison*)	5	1	40	n = 2/5
		Loutre (*Lontra canadensis*)	3	< 1	0	n = 0/3
	Procyonidés	Raton laveur (*Procyon lotor*)	7	2	0	n = 0/7
Lagomorpha	Léporidés	Lapin (*Sylvilagus* sp.)	14	3	100	n = 14/14
Rodentia	Castoridés	Castor (*Castor canadensis*)	11	3	0	n = 0/11
	Muridés	Rat (*Rattus* sp.)	2	< 1	0	n = 0/2
Anseriformes	Anatidés	Canard colvert (*Anas platyrhynchos*)	21	5	0	n = 0/21
		Canard branchu (*Aix sponsa*)	26	6	0	n = 026
Galliformes	Phasianidés	Poulet (*Gallus gallus domesticus*)	1	< 1	0	n = 0/1
Passeriformes	Corvidés	Corneille (*Corvus brachyrhynchos*)	110	25	22	n = 24/110
	Sturnidés	Étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*)	7	2	43	n = 3/7
Pelecaniformes	Ardéides	Grand Héron (*Ardea herodias*)	21	5	0	n = 0/21
Strigiformes	Strigidés	Chouette rayée (*Strix varia*)	2	< 1	100	n = 2/2
Classification inconnue des oiseaux			7	2 %	14	n = 1/7

Remarque : Un élevage de visons infecté par le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 en Colombie-Britannique

Discussion

La surveillance de la faune par piégeage physique et par caméra autour des élevages de visons infectés par le SRAS-CoV-2 en Colombie-Britannique a permis d'identifier 71 animaux de neuf espèces différentes grâce au piégeage physique et 440 observations de 16 espèces différentes grâce au piégeage par caméra. Trois visons piégés sur la propriété d'une ferme étaient positifs à la PCR et séropositifs pour le SRAS-CoV-2. En outre, des visons ont été observés sur la caméra, et il s'agissait probablement de visons d'élevage qui s'étaient échappés.

L'observation de la faune à proximité d'élevages de visons infectés, en particulier les espèces connues pour être sensibles au SRAS-CoV-2, démontre le risque de transmission des visons d'élevage à la faune. La capture de trois visons d'élevage qui s'étaient échappés, et dont le test de dépistage pour le SRAS-CoV-2 était positif, ainsi que l'observation de visons sur des images de caméra (bien qu'il n'ait pas été possible de confirmer si ces animaux représentent d'autres évasions) ont été particulièrement préoccupantes. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus aux États-Unis et en Espagne, où la surveillance du SRAS-CoV-2 a été effectuée autour des élevages de visons infectés (28,34). Dans ces études, l'exposition et l'infection n'ont été détectées que chez des visons en liberté qui se seraient échappés d'élevages infectés (28,34). Pour les visons infectés capturés sur la propriété de la ferme dans cette étude, le fait qu'ils aient pu s'échapper de la cage et de la barrière pose un problème; cependant, le fait qu'ils aient été trouvés sur la propriété de la ferme est moins préoccupant que s'ils avaient été trouvés à l'extérieur de la ferme, car ils sont moins susceptibles d'avoir eu de nombreux contacts avec la faune.

Des chats errants et des corbeaux ont été observés (via des caméras) à l'intérieur de la clôture dans la zone immédiate de la grange à visons. Il est prudent de poursuivre la surveillance de ces espèces, en particulier des chats, car ils sont connus pour être sensibles au SRAS-CoV-2, semblent avoir plus facilement accès aux granges de visons que les autres espèces et peuvent souvent être en contact étroit avec des humains. En outre, une étude précédente a rapporté qu'un chat sauvage dans un élevage de visons aux Pays-Bas a été testé positif pour le SRAS-CoV-2 (12). Combinés, ces facteurs pourraient permettre aux chats de faciliter la transmission entre espèces du SRAS-CoV-2 (35). Une surveillance continue des oiseaux doit également être envisagée. Bien que les oiseaux ne soient pas connus pour porter ou transmettre le virus à leurs congénères, à d'autres animaux sauvages ou à l'homme, ils peuvent agir comme des vecteurs en entrant en contact avec des matériaux ou des surfaces contaminées et en les transportant (36). En outre, la surveillance des ongulés sauvages doit être envisagée en raison de leur grande sensibilité à l'infection et à la transmission du SRAS-CoV-2 (31). Bien qu'à l'extérieur de la barrière, d'autres animaux sauvages connus pour être sensibles au SRAS-CoV-2 (e.g. raton laveur, lapin, loutre et castor) (31) ont été piégés ou observés à proximité des élevages de visons. Dans l'ensemble, aucune transmission du vison d'élevage à une espèce sauvage n'a été détectée, mais il existe un risque que le vison d'élevage entre en contact étroit avec des espèces sauvages ou des animaux sauvages et domestiques et transmette le SRAS-CoV-2 à la faune sauvage, par aérosol.

Cette mise en œuvre de différentes méthodes de surveillance a démontré que le piégeage physique et le piégeage par caméra permettaient tous deux d'obtenir des renseignements importants, et les conclusions tirées ont été renforcées par les données combinées. Le piégeage physique au moyen d'une surveillance en anneau s'est avéré bénéfique lorsque l'on connaissait peu le SRAS-CoV-2 et le potentiel de propagation. Cela s'explique par le fait qu'un plus grand nombre d'animaux d'espèces plus diverses ont été capturés. Une fois que l'on a eu plus d'information, une approche plus ciblée dans un établissement utilisant une surveillance basée sur le risque a permis de réduire le retrait d'animaux sauvages sains et non infectés et d'identifier trois visons infectés. Le piégeage par caméra a montré qu'il y avait de multiples espèces présentes autour de la ferme qui n'ont pas été identifiées par le piégeage physique. Le piégeage physique et le piégeage par caméra présentent tous deux un certain nombre d'avantages et de limites (37). Le piégeage physique a permis de collecter des échantillons biologiques, ainsi que d'évaluer la condition physique des animaux; cependant, le piégeage physique demandait beaucoup de travail et nécessitait l'euthanasie des animaux piégés. Le piégeage par caméra était plus facile à mettre en œuvre et permettait de recueillir une plus grande quantité de données; cependant, le piégeage par caméra ne permettait pas de recueillir des échantillons biologiques ni de déterminer si le même animal avait été capturé plusieurs fois.

Cette mise en œuvre spécifique de la surveillance de la faune sauvage a permis d'identifier un certain nombre de considérations qui devraient guider les futures stratégies de surveillance. Les facteurs à prendre en considération sont l'espèce concernée, la saison et son impact sur le comportement et le cycle de vie de l'espèce, le paysage concerné, l'aspect pratique de la mise en place et du suivi de pièges physiques ou de caméras, ainsi que la nécessité de prélever des échantillons biologiques pour répondre aux questions de recherche.

Conclusion

Lors de la mise en place d'une surveillance future, il est recommandé de commencer par le piégeage par caméra pour évaluer les espèces présentes et la fréquence des observations. Ces observations initiales peuvent être suivies d'un piégeage physique ciblé, si nécessaire, pour collecter des échantillons biologiques d'espèces spécifiques d'intérêt. Il est essentiel de consulter des trappeurs expérimentés ou de faire appel à leurs services et cet élément a été un facteur important de la réussite de ce projet.

Déclaration des auteurs

C. H., C. S., E. F., C. T. — Conception et réalisation de l'étude
K. B. — Méthodologie et tests de génotypage
A. D., N. T., R. L. — Test sérologique
T. S., E. F., C. T., C. H. — Rédaction, version initiale
Tous les auteurs — Rédaction, révision et édition

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier le personnel du Centre de santé animale pour la collecte et l'analyse des échantillons de la faune sauvage, les biologistes du ministère des forêts, des terres, de l'exploitation des ressources naturelles et du développement rural, ainsi que les trappeurs qui ont réalisé la cartographie, la communication avec les propriétaires privés, la surveillance physique et le piégeage par caméra.

Financement

Ce travail a été soutenu par l'Agence de la santé publique du Canada et Genome BC (COV-200).

Références

1. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19). Geneva (CH): WHO; 2021. https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1

2. ProMED. Coronavirus Disease 2019 Update (315): Animal, Mongolia, Beaver, Delta Variant, First Report. ProMED; 2021. https://promedmail.org/promed-post/?id=8668125

3. Hale VL, Dennis PM, McBride DS, Nolting JM, Madden C, Huey D, Ehrlich M, Grieser J, Winston J, Lombardi D, Gibson S, Saif L, Killian ML, Lantz K, Tell RM, Torchetti M, Robbe-Austerman S, Nelson MI, Faith SA, Bowman AS. SARS-CoV-2 infection in free-ranging white-tailed deer. Nature 2022;602(7897):481-8. DOI

4. Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Hamster samples preliminarily test positive for COVID-19 virus. Government of Hong Kong; 2022. https://www.info.gov.hk/gia/general/202201/19/P2022011900046.htm

5. Hamer SA, Pauvolid-Corrêa A, Zecca IB, Davila E, Auckland LD, Roundy CM, Tang W, Torchetti MK, Killian ML, Jenkins-Moore M, Mozingo K, Akpalu Y, Ghai RR, Spengler JR, Barton Behravesh C, Fischer RSB, Hamer GL. SARS-CoV-2 Infections and Viral Isolations among Serially Tested Cats and Dogs in Households with Infected Owners in Texas, US. Viruses 2021;13(5):1–16. DOI

6. Goryoka GW, Cossaboom CM, Gharpure R, Dawson P, Tansey C, Rossow J, Mrotz V, Rooney J, Torchetti M, Loiacono CM, Killian ML, Jenkins-Moore M, Lim A, Poulsen K, Christensen D, Sweet E, Peterson D, Sangster AL, Young EL, Oakeson KF, Taylor D, Price A, Kiphibane T, Klos R, Konkle D, Bhattacharyya S, Dasu T, Chu VT, Lewis NM, Queen K, Zhang J, Uehara A, Dietrich EA, Tong S, Kirking HL, Doty JB, Murrell LS, Spengler JR, Straily A, Wallace R, Barton Behravesh C. One Health Investigation of SARS-CoV-2 Infection and Seropositivity among Pets in Households with Confirmed Human COVID-19 Cases-Utah and Wisconsin, 2020. Viruses 2021;13(9):1813. DOI

7. World Organisation for Animal Health. COVID-19. Paris (France): OIE; 2021. https://www.oie.int/en/what-we-offer/emergency-and-resilience/covid-19/#ui-id-3

8. McAloose D, Laverack M, Wang L, Killian ML, Caserta LC, Yuan F, Mitchell PK, Queen K, Mauldin MR, Cronk BD, Bartlett SL, Sykes JM, Zec S, Stokol T, Ingerman K, Delaney MA, Fredrickson R, Ivančić M, Jenkins-Moore M, Mozingo K, Franzen K, Bergeson NH, Goodman L, Wang H, Fang Y, Olmstead C, McCann C, Thomas P, Goodrich E, Elvinger F, Smith DC, Tong S, Slavinski S, Calle PP, Terio K, Torchetti MK, Diel DG. From People to Panthera: Natural SARS-CoV-2 Infection in Tigers and Lions at the Bronx Zoo. MBio 2020;11(5):1–13. DOI

9. Karikalan M, Chander V, Mahajan S, Deol P, Agrawal RK, Nandi S, Rai SK, Mathur A, Pawde A, Singh KP, Sharma GK. Natural infection of Delta mutant of SARS-CoV-2 in Asiatic lions of India. Transbound Emerg Dis 2021:10.1111/tbed.14290. DOI

10. Bartlett SL, Diel DG, Wang L, Zec S, Laverack M, Martins M, Caserta LC, Killian ML, Terio K, Olmstead C, Delaney MA, Stokol T, Ivančić M, Jenkins-Moore M, Ingerman K, Teegan T, McCann C, Thomas P, McAloose D, Sykes JM, Calle PP. SARS-CoV-2 Infection and Longitudinal Fecal Screening in Malayan Tigers (Panthera Tigris Jacksoni), Amur Tigers (Panthera Tigris Altaica), and African Lions (Panthera Leo Krugeri) at the Bronx Zoo, New York, US. J Zoo Wildl Med 2021;51(4):733–44. DOI

11. ProMED. Coronavirus Disease 2019 Update (418): Animal, Belgium, Zoo, Hippopotamus, First Report. ProMED; 2021. https://promedmail.org/promed-post/?id=8700102

12. Oreshkova N, Molenaar RJ, Vreman S, Harders F, Oude Munnink BB, van der Honing RWH, Gerhards N, Tolsma P, Bouwstra R, Sikkema RS, Tacken MG, de Rooij MM, Weesendorp E, Engelsma MY, Bruschke CJ, Smit LA, Koopmans M, van der Poel WH, Stegeman A. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. Euro Surveill 2020;25(23):2001005. DOI

13. Molenaar RJ, Vreman S, Hakze-van der Honing RW, Zwart R, de Rond J, Weesendorp E, Smit LAM, Koopmans M, Bouwstra R, Stegeman A, van der Poel WHM. Clinical and Pathological Findings in SARS-CoV-2 Disease Outbreaks in Farmed Mink (Neovison vison). Vet Pathol 2020;57(5):653–7. DOI

14. Munnink BBO, Sikkema RS, Nieuwenhuijse DF, Molenaar RJ, Munger E, Molenkamp R, van der Spek A, Tolsma P, Rietveld A, Brouwer M, Bouwmeester-Vincken N, Harders F, Hakze-van der Honing R, Wegdam-Blans MCA, Bouwstra RJ, GeurtsvanKessel C, van der Eijk AA, Velkers FC, Smit LAM, Stegeman A, van der Poel WHM, Koopmans MPG. Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans and mink and back to humans. Science 2021;371(6525):172-7. DOI

15. Hammer AS, Quaade ML, Rasmussen TB, Fonager J, Rasmussen M, Mundbjerg K, Lohse L, Strandbygaard B, Jørgensen CS, Alfaro-Núñez A, Rosenstierne MW, Boklund A, Halasa T, Fomsgaard A, Belsham GJ, Bøtner A. SARS-CoV-2 Transmission between Mink (Neovison vison) and Humans, Denmark. Emerg Infect Dis 2021;27(2):547-51. DOI

16. Boklund A, Hammer AS, Quaade ML, Rasmussen TB, Lohse L, Strandbygaard B, Jørgensen CS, Olesen AS, Hjerpe FB, Petersen HH, Jensen TK, Mortensen S, Calvo-Artavia FF, Lefèvre SK, Nielsen SS, Halasa T, Belsham GJ, Bøtner A. SARS-CoV-2 in Danish Mink Farms: Course of the Epidemic and a Descriptive Analysis of the Outbreaks in 2020. Animals (Basel) 2021;11(1):164. DOI

17. Ranik J, Kočevar A, Slavec B, Korva M, Rus KR, Zakotnik S, Zorec TM, Poljak M, Matko M, Rojs OZ, Županc TA. Transmission of SARS-CoV-2 from Human to Domestic Ferret. Emerg Infect Dis 2021;27(9):2450-3. DOI

18. ProMED. Coronavirus Disease 2019 Update (381): Animal, US, Zoo, Hyena, First Report. ProMED; 2021. https://promedmail.org/promed-post/?id=8699526

19. Konishi T. SARS-CoV-2 mutations among minks show reduced lethality and infectivity to humans. PLOS One 2021;16(5):e0247626. DOI

20. Lu L, Sikkema RS, Velkers FC, Nieuwenhuijse DF, Fischer EAJ, Meijer PA, Bouwmeester-Vincken N, Rietveld A, Wegdam-Blans MCA, Tolsma P, Koppelman M, Smit LAM, Hakze-van der Honing RW, van der Poel WHM, van der Spek AN, Spierenburg MAH, Molenaar RJ, Rond J, Augustijn M, Woolhouse M, Stegeman JA, Lycett S, Oude Munnink BB, Koopmans MPG. Adaptation, spread and transmission of SARS-CoV-2 in farmed minks and associated humans in the Netherlands. Nat Commun 2021;12(1):6802. DOI

21. Larsen HD, Fonager J, Lomholt FK, Dalby T, Benedetti G, Kristensen B, Urth TR, Rasmussen M, Lassaunière R, Rasmussen TB, Strandbygaard B, Lohse L, Chaine M, Møller KL, Berthelsen AN, Nørgaard SK, Sönksen UW, Boklund AE, Hammer AS, Belsham GJ, Krause TG, Mortensen S, Bøtner A, Fomsgaard A, Mølbak K. Preliminary report of an outbreak of SARS-CoV-2 in mink and mink farmers associated with community spread, Denmark, June to November 2020. Euro Surveill 2021;26(5):2100009. DOI

22. de Rooij MMT, Hakze-Van der Honing RW, Hulst MM, Harders F, Engelsma M, van de Hoef W, Meliefste K, Nieuwenweg S, Oude Munnink BB, van Schothorst I, Sikkema RS, van der Spek AN, Spierenburg M, Spithoven J, Bouwstra R, Molenaar RJ, Koopmans M, Stegeman A, van der Poel WHM, Smit LAM. Occupational and environmental exposure to SARS-CoV-2 in and around infected mink farms. Occup Environ Med 2021;78(12):893-9. DOI

23. Chaintoutis SC, Thomou Z, Mouchtaropoulou E, Tsiolas G, Chassalevris T, Stylianaki I, Lagou M, Michailidou S, Moutou E, Koenen JJH, Dijkshoorn JW, Paraskevis D, Poutahidis T, Siarkou VI, Sypsa V, Argiriou A, Fortomaris P, Dovas CI. Outbreaks of SARS-CoV-2 in naturally infected mink farms: Impact, transmission dynamics, genetic patterns, and environmental contamination. PLoS Pathog 2021;17(9):e1009883. DOI

24. Environnement et Changement climatique Canada. Lignes directrices pour la surveillance de la faune en réponse à la détection du SRAS-CoV-2 chez des visons d'élevage au Canada. Ottawa, ON : ECCC: 2021. http://www.cwhc-rcsf.ca/docs/miscellaneous/FR_WildlifeSWG_Wildlife-Surveillance-Guidelines_Final-v1.1_2021Nov15.pdf

25. Nituch LA, Bowman J, Beauclerc KB, Schulte-Hostedde AI. Mink Farms Predict Aleutian Disease Exposure in Wild American Mink. PLOS One 2011;6(7):e21693. DOI

26. World Organisation for Animal Health. Considerations on monitoring SARS-CoV-2 in animals. Paris (France): OEI; 2022. https://www.oie.int/app/uploads/2022/02/en-sars-cov-2-surveillance-.pdf

27. US Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. APHIS' American Rescue Plan (ARP) Surveillance Program: Strategic Framework. APHIS; 2022. https://www.aphis.usda.gov/publications/aphis_general/arp-strategic-framework.pdf

28. Shriner SA, Ellis JW, Root JJ, Roug A, Stopak SR, Wiscomb GW, Zierenberg JR, Ip HS, Torchetti MK, DeLiberto TJ. SARS-CoV-2 Exposure in Escaped Mink, Utah, US. Emerg Infect Dis 2021;27(3):988-90. DOI

29. Beauclerc KB, Bowman J, Schulte-Hostedde AI. Assessing the cryptic invasion of a domestic conspecific: American mink in their native range. Ecol Evol 2013;3(7):2296-309. DOI

30. Bowman J, Beauclerc K, Farid AH, Fenton H, Klütsch CFC, Schulte-Hostedde AI. Hybridization of domestic mink with wild American mink (Neovison vison) in eastern Canada. Can J Zoology 2017;95(6):443–51. DOI

31. World Organisation for Animal Health. Infection With SARS-CoV-2 in Animals. OIE; 2021. https://www.oie.int/app/uploads/2021/11/en-factsheet-sars-cov-2-20211025.pdf

32. Pritchard JK, Stephens M, Donnelly P. Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics 2000;155(2):945-59. DOI

33. Kidd AG, Bowman J, Lesbarrères D, Schulte-Hostedde AI. Hybridization between escaped domestic and wild American mink (Neovison vison). Mol Ecol 2009;18(6):1175–86. DOI

34. Aguiló-Gisbert J, Padilla-Blanco M, Lizana V, Maiques E, Muñoz-Baquero M, Chillida-Martínez E, Cardells J, Rubio-Guerri C. First Description of SARS-CoV-2 Infection in Two Feral American Mink (Neovison vison) Caught in the Wild. Animal (Basel) 2021;11(5):1422. DOI

35. van Aart AE, Velkers FC, Fischer EAJ, Broens EM, Egberink H, Zhao S, Engelsma M, Hakze-van der Honing RW, Harders F, de Rooij MMT, Radstake C, Meijer PA, Oude Munnink BB, de Rond J, Sikkema RS, van der Spek AN, Spierenburg M, Wolters WJ, Molenaar RJ, Koopmans MPG, van der Poel WHM, Stegeman A, Smit LAM. SARS-CoV-2 infection in cats and dogs in infected mink farms. Transbound Emerg Dis 2021. DOI

36. Tharayil A, Rajakumari R, Mozetic M, Primc G, Thomas S. Contact transmission of SARS-CoV-2 on fomite surfaces: surface survival and risk reduction. Interface Focus. 2021;12(1):20210042. DOI

37. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Risk-based disease surveillance – A manual for veterinarians on the design and analysis of surveillance for demonstration of freedom from disease. Rome (Italy): FAO; 2014. https://www.fao.org/publications/card/en/c/1440fee4-be47-4d38-8571-4dad3f3036d6/

38. Anistoroaei R, Farid A, Benkel B, Cirera S, Christensen K. Isolation and characterization of 79 microsatellite markers from the American mink (Mustela vison). Anim Genet 2006;37(2):185–8. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2052.2006.01429.x

Annexe

Tableau A1 : Loci microsatellites et conditions de réaction en chaîne par polymérase utilisés pour le génotypage du vison d'Amérique (*Neovison vison*)

Locus	Concentration finale (µM)	Source
Multiplex 1		
Mvi1006 FAM	0,6	(34)
Mvi1016 FAM	0,05	(34)
Mvi075 HEX	0,15	(35)
Mvi1272 HEX	0,25	(36)
Mvi072 HEX	0,1	(35)
Mvi114 NED	0,4	(37)
Mvi002 NED	0,03	(35)
Multiplex 2		
Mvi1321 FAM	0,05	(36)
Mvi1354 FAM	0,5	(36)
Mvi099 FAM	0,2	(35)
Mvi111 HEX	0,15	(37)
Mvi1342 HEX	0,15	(36)
Mvi1302 HEX	0,6	(36)
Mvi2243 NED	0,15	(36)
Mvi4001 NED	0,5	(38)

Réponse « Un monde, une santé » au risque de SRAS-CoV-2 associé à l'élevage de visons en Colombie-Britannique, au Canada, d'octobre 2020 à octobre 2021

Veronic Clair[1,2,3]*, Elaine Chan[1,4], Adrianna Paiero[5], Erin Fraser[1,2], Rayna Gunvaldsen[6], Emily Newhouse[2,5]

Résumé

Contexte : Les élevages de visons sont sensibles aux éclosions de coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2) et présentent un risque associé d'émergence de nouveaux variants de SRAS-CoV-2 et de création de réservoirs non humains. Au Danemark, les mesures de contrôle n'ont pas suffi à empêcher la transmission d'un variant associé aux visons, ce qui a contribué à l'abattage des visons d'élevage dans tout le pays. À ce jour, la Colombie-Britannique est la seule province canadienne à avoir signalé des éclosions de SRAS-CoV-2 dans des élevages de visons. L'objectif de cette étude est de décrire la réponse « Un monde, une santé » de la Colombie-Britannique au risque de SRAS-CoV-2 associé à l'élevage de visons, ses résultats et les enseignements tirés de sa mise en œuvre.

Méthodes : La détection de deux éclosions dans des élevages de visons en décembre 2020 a catalysé l'intervention de la Colombie-Britannique en matière d'atténuation des risques pour les élevages infectés et non infectés, notamment : l'inspection des élevages et leur mise en quarantaine, des ordonnances de la santé publique rendant obligatoire la surveillance de la mortalité des visons, l'augmentation des équipements de protection individuelle, des mesures de biosécurité et la vaccination des travailleurs contre la maladie à coronavirus 2019, des tests viraux au moins hebdomadaires des travailleurs et la surveillance de la faune.

Résultats : L'approche « Un monde, une santé » a permis une intervention opportune, fondée sur des données et coordonnée au fur et à mesure de l'évolution de la situation, notamment par l'utilisation de divers pouvoirs législatifs, la diffusion de messages cohérents et l'analyse phylogénétique combinée des humains et des visons. La surveillance continue des visons et des travailleurs a permis de détecter des infections asymptomatiques et subcliniques, et de faciliter l'isolement et la mise en quarantaine rapides afin de minimiser la transmission ultérieure. Le dépistage volontaire et la vaccination obligatoire des travailleurs étaient acceptables pour l'industrie; les exigences renforcées en matière d'équipement de protection individuelle ont été difficiles à satisfaire. Des inspections régulières des élevages de visons ont permis d'évaluer et d'améliorer la conformité.

Conclusion : L'intervention du comité « Un monde, une santé » en Colombie-Britannique a permis de réduire le risque d'éclosions supplémentaires, d'évolution virale et de développement de réservoirs; toutefois, une troisième éclosion a été détectée en mai 2021 malgré les mesures mises en œuvre et la durabilité à long terme des interventions s'est avérée difficile pour l'industrie et les organismes gouvernementaux concernés.

Citation proposée : Clair V, Chan YLE, Paiero A, Fraser E, Gunvaldsen R, Newhouse E. Réponse « Un monde, une santé » au risque de SRAS-CoV-2 associé à l'élevage de visons en Colombie-Britannique, au Canada, d'octobre 2020 à octobre 2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):288–301. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i06a04f

Mots-clés : SRAS-CoV-2, COVID-19, élevage de visons, « Un monde, une santé », débordement, réservoir

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0

Affiliations

[1] Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

[2] École de la santé publique et des populations, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

[3] Département de médecine familiale, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

[4] Programme canadien d'épidémiologie de terrain, Centre de mesures et d'interventions d'urgence, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

[5] Autorité sanitaire du Fraser, Surrey, BC

[6] Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, Victoria, BC

***Correspondance :**
v.clair@ubc.ca

Introduction

En 2020, le Danemark a signalé la propagation communautaire d'un variant du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2) associé aux visons, réduisant la neutralisation médiée par les anticorps (1,2). Les mesures mises en œuvre, notamment la surveillance, l'amélioration de la biosécurité et l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI), n'ont pas empêché la transmission du SRAS-CoV-2 à d'autres élevages de visons et à l'homme (3), ce qui a contribué à la décision du gouvernement danois d'abattre tous les visons d'élevage afin de prévenir toute nouvelle mutation et propagation (3,4).

À la fin de 2021, des éclosions de SRAS-CoV-2 dans des élevages de visons s'étaient produites dans 12 pays (5), ce qui indique une forte sensibilité des visons (6–10). La transmission de l'animal à l'homme lors des éclosions dans les élevages de visons est, à ce jour, la seule transmission confirmée du SRAS-CoV-2 de l'animal à l'homme (8,11,12). L'infection par le SRAS-CoV-2 chez un nouvel hôte non humain est une préoccupation de santé publique en raison de l'adaptation du virus à cet hôte (13–16) et de la création possible d'un réservoir. Ces facteurs peuvent favoriser l'émergence et la réintroduction de variants d'intérêt chez l'homme (13) ou chez d'autres animaux, ce qui augmente encore les possibilités de mutation virale (14–18).

Les organisations canadiennes (19), européennes (15) et internationales (16) recommandent toutes une approche « Un monde, une santé » pour gérer le risque de SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons afin de permettre une intervention rapide et coordonnée entre les secteurs de l'agriculture, de la santé animale et de la santé humaine. L'approche « Un monde, une santé » facilite également le partage des données pour la surveillance et la détection des éclosions et l'intervention le cas échéant; cependant, il existe peu de littérature sur la mise en œuvre pratique, l'évolution et les résultats de telles approches « Un monde, une santé » pour l'élevage de visons (14–16). La majorité des élevages de visons canadiens sont situés dans l'Est du Canada et pourtant, en date de janvier 2022, la Colombie-Britannique était toujours la seule province canadienne où des éclosions de SRAS-CoV-2 ont été signalées dans des élevages de visons (5). L'objectif du présent travail est de décrire la mise en œuvre de la réponse « Un monde, une santé » de la Colombie-Britannique au risque associé au SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons d'octobre 2020 à octobre 2021, en détaillant les interventions et les résultats, et de discuter des connaissances acquises.

Situation

En 2020, les neuf élevages de visons actifs en Colombie-Britannique étaient tous situés dans l'autorité sanitaire du Fraser (FH), à proximité de grands centres urbains. L'industrie de la fourrure de vison était réglementée et autorisée par le ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAFF) de la Colombie-Britannique, récemment renommé ministère de l'agriculture et de l'alimentation. L'industrie fonctionnait selon un cycle de reproduction des visons au printemps, de mise bas de la progéniture en été et de dépouillage en automne et en hiver, les peaux étant vendues au début de l'année suivante. Les élevages de la Colombie-Britannique ont produit environ 240 000 peaux en 2020 (20). Certaines exploitations fonctionnaient de manière indépendante, tandis que deux paires d'exploitations avaient partiellement intégré leurs opérations; il y avait donc sept unités d'élevage indépendantes.

À la suite du signalement d'importantes éclosions de SRAS-CoV-2 dans des élevages de visons en Europe (5,15), un comité « Un monde, une santé » (OHC) provincial a été créé en octobre 2020 pour évaluer les risques liés au SRAS-CoV-2 chez les visons d'élevage, les atténuer et y répondre. Les membres du comité comprenaient le Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique (BCCDC), la FH, des vétérinaires du MAFF et des organisations pertinentes d'autres secteurs, comme WorkSafeBC (**tableau 1**). L'OHC a tenu des réunions hebdomadaires ou semi-hebdomadaires pour le partage d'information et d'expertise, l'amélioration de la coordination et la prise de décisions conjointes concernant les stratégies de surveillance, les mesures de biosécurité et de contrôle et d'autres aspects de la réponse « Un monde, une santé » (**tableau 2**).

Tableau 1 : Participation au comité « Un monde, une santé » de la Colombie-Britannique pour étudier le risque de coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 dans les élevages de visons de la province

Organisation	Rôle et mandat
Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique	Assurer la direction provinciale en matière de santé publique en Colombie-Britannique et agir en tant que président
Autorité sanitaire du Fraser	Autorité sanitaire régionale ayant compétence pour la gestion des éclosions locales en vertu de la *Loi sur la santé publique de la Colombie-Britannique*
WorkSafeBC	Superviser la protection des travailleurs, y compris les travailleurs de l'élevage de visons
Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation	Responsabilité de réglementation de l'élevage des animaux à fourrure, des programmes de santé animale et du contrôle des maladies animales à déclaration obligatoire
Ministère des forêts, des terres, de l'exploitation des ressources naturelles et du développement rural	Responsable de la surveillance de la faune et de la délivrance des permis d'exportation de peaux de vison
Ministère de l'environnement	Responsabilité réglementaire en matière de rejet dans l'environnement (selon les besoins)
Agence canadienne d'inspection des aliments	Fournir une expertise technique (selon les besoins)

Tableau 2 : Interventions séquentielles pour gérer et atténuer les risques liés au coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 dans les élevages de visons en Colombie-Britannique, d'octobre 2020 à octobre 2021

Déclencheur	Objectif et considérations/actions	Résultats et défis
1. OHC, formé en octobre 2020		
Éclosions importantes signalées dans des élevages de visons de pays européens	Objectif : Évaluer les risques liés au SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons de la Colombie-Britannique, les atténuer et y répondre en utilisant une approche « Un monde, une santé ». Action : L'OHC a tenu des réunions hebdomadaires ou semi-hebdomadaires pour : partager l'information et l'expertise contextualisée technique et de terrain de tous les membres, coordonner les stratégies de surveillance humaine, animale et environnementale, identifier conjointement les lacunes à combler en matière de biosécurité et demander des fonds ou d'autres outils d'intervention, collaborer à la prise de décision sur la base d'évaluations situationnelles partagées et de l'examen des données, coordonner la communication avec les exploitants d'élevages de visons et assurer la liaison avec d'autres autorités et organisations telles que l'Agence de santé publique du Canada, les Centres pour le contrôle et la prévention des maladies des États-Unis et l'Organisation mondiale de la Santé.	L'OHC a permis une réponse rapide et efficace aux éclosions dans les élevages de visons, l'adoption de réglementations, de politiques et de directives réalistes et applicables, ainsi que l'optimisation et le partage des ressources techniques, financières et humaines. L'OHC a également contribué à la diffusion de messages unifiés et coordonnés aux exploitants d'élevage de visons. Les difficultés liées à des perceptions divergentes des risques ou des décisions connexes étaient généralement surmontables et un consensus a pu être atteint dans la plupart des domaines. Dans certaines circonstances, lorsqu'une compétence juridique spécifique identifiait clairement l'organisation la plus responsable, les décisions étaient laissées à cette organisation.
2. Inspections des élevages de visons, à partir du 4 décembre 2020		
2.1 Inspections initiales à la ferme 1		
Enquête sur l'éclosion à la ferme 1	Objectif : Évaluer l'adhésion aux mesures de biosécurité renforcées et identifier les lacunes à améliorer. Action : Des inspections coordonnées ont été effectuées par les partenaires de l'OHC (i.e. la santé publique, le MAFF ou WorkSafeBC).	Les inspections de la ferme 1 ont révélé une mise en œuvre limitée des mesures de biosécurité. Par crainte que les travailleurs ne contractent un variant du SRAS-CoV-2 adapté aux visons, seules les activités nécessaires au bien-être des animaux ont été immédiatement autorisées à la ferme 1, interrompant le processus de dépouillage. Sur la base des résultats de la ferme 1, une lettre a été envoyée à tous les producteurs de visons pour les inciter à mettre en œuvre des mesures de biosécurité renforcées telles qu'elles sont décrites dans le projet de lignes directrices fédérales.
2.2 Inspections répétées de tous les élevages de visons		
Constatation de mesures de sécurité limitées à la ferme 1	Objectif : Surveillance de la mise en œuvre et la faisabilité des mesures de biosécurité requises par la santé publique, le MAFF ou WorkSafeBC. Action : Les inspections ont été répétées dans tous les élevages de visons actifs sur une base continue.	Les inspections initiales de tous les élevages de visons ont révélé une mise en œuvre des mesures de biosécurité plus faible que celles qui sont recommandées par le groupe consultatif sur la biosécurité des élevages de visons. La mise en œuvre des mesures de biosécurité renforcées recommandées s'est améliorée avec le temps grâce à l'émission d'une ordonnance collective par la santé publique de la FH rendant obligatoires les mesures renforcées, ainsi qu'aux inspections et au retour d'information ultérieure aux exploitants des élevages de visons.
3. Communications officielles avec les exploitants d'élevages de visons, y compris une lettre du médecin hygiéniste en chef de la province et de la vétérinaire en chef adressée aux exploitants le 6 décembre 2020, et des réunions de suivi entre la santé publique, le MAFF et l'industrie en janvier et en février 20211		
Faiblesse des mesures de biosécurité observée dans la ferme 1 pendant l'enquête sur l'éclosion et lors d'inspections d'autres exploitations motivées par l'éclosion de la ferme 1	Objectif : Communiquer les préoccupations de la santé publique aux exploitants d'élevages de visons et obtenir une amélioration des mesures de biosécurité dans les élevages de visons. Action : La lettre rappelait aux exploitants l'obligation de disposer d'un plan de sécurité écrit concernant la COVID-19 et de l'afficher. Elle a fortement recommandé à tous les élevages de visons de revoir et de renforcer immédiatement ces plans de sécurité afin de mettre en œuvre les mesures recommandées pour les élevages de visons, décrites dans un avis de biosécurité de l'Agence canadienne d'inspection des aliments et de l'Agence de la santé publique du Canada. Ces mesures comprenaient l'utilisation de masques respiratoires ajustés (N95 ou l'équivalent) spécialement conçus pour le dépouillage (ou, s'ils ne sont pas disponibles, de masques médicaux), de gants et de protections oculaires, ainsi que des tests de dépistage du virus chez les travailleurs avant le dépouillage et toutes les semaines jusqu'à la fin du dépouillage. Des réunions de suivi (dont une sous forme de « réunion publique ») ont été organisées pour permettre aux exploitants d'élevages de visons de partager de l'information sur les activités du secteur, pour permettre à la santé publique et au MAFF de donner plus de renseignements de nature scientifique et pour soutenir l'analyse sur les mesures de contrôle.	Les plans de sécurité concernant la COVID-19 de certains exploitants ont été jugés insuffisants, et certains ont indiqué qu'ils pensaient que les recommandations étaient difficiles à mettre en place, déconcertantes et inutiles. Afin d'améliorer la conformité, la santé publique a émis une ordonnance collective obligeant tous les élevages de visons à respecter les mesures renforcées avant que les peaux, les animaux ou les produits puissent être déplacés vers ou hors des installations. Des sous-comités de l'OHC ont également été créés pour émettre des recommandations en matière de biosécurité spécifiques à la Colombie-Britannique, en équilibrant la réduction des risques avec les considérations et les défis pratiques. Les réunions ont permis de mieux comprendre les activités des élevages de visons et d'accroître l'adhésion générale aux mesures de santé publique, même si les perceptions varient encore dans l'ensemble du secteur.

Tableau 2 : Interventions séquentielles pour gérer et atténuer les risques liés au coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 dans les élevages de visons en Colombie-Britannique, d'octobre 2020 à octobre 2021 (*suite*)

Déclencheur	Objectif et considérations/actions	Résultats et défis
4. Euthanasie de visons à des fins de production de peaux à la ferme 1, du 16 au 24 décembre 2020		
Crainte que le maintien d'un stock de milliers de visons infectés par le SRAS-CoV-2 à la ferme 1 ne favorise la réplication et la mutation virales, d'une part, et crainte d'une transmission virale aux travailleurs, d'autre part	Objectif : Pour diminuer la réplication virale et le risque de mutation qui y est associé chez les visons infectés de la ferme 1. Considérations : Il restait des milliers d'animaux à dépouiller à la ferme 1 lorsque le processus a été arrêté. D'une part, le maintien du troupeau à sa grande taille pourrait permettre une plus grande réplication virale et favoriser l'émergence de plus de mutations et, d'autre part, du point de vue du producteur, le vison devait être dépouillé le plus rapidement possible avant que le vieillissement ne diminue la valeur de la peau, entre autres considérations. Par contre, le processus de dépouillage est considéré comme à haut risque en raison de la compression des poumons du vison qui expulse des sécrétions respiratoires, ce qui peut générer des aérosols, et du fait que les travailleurs sont très proches les uns des autres et du vison. L'abattage de l'ensemble du troupeau, son élimination et la désinfection ont été envisagés afin de réduire le risque permanent de transmission lié à l'exploitation habituelle. Cependant, cette solution a finalement été rejetée, car elle aurait exposé un nombre important de travailleurs supplémentaires, aurait été compliquée d'un point de vue logistique et aurait eu des implications négatives importantes pour les producteurs.	Il a été décidé d'autoriser l'euthanasie et le dépouillage dans le cadre de mesures de biosécurité strictes, qui pouvaient varier selon qu'ils sont effectués par des travailleurs précédemment infectés ou non. Le producteur de la ferme 1 a décidé de procéder à l'euthanasie et au dépouillage. Les peaux n'ont finalement pas été transformées en pelleteries, car les installations de transformation n'ont pas pu accepter les peaux d'un troupeau infecté, ce qui a entraîné des pressions financières.
5. Surveillance des visons morts des élevages, à partir de décembre 2020		
Inquiétudes quant au risque de non-détection ou de détection tardive des éclosions chez les visons	Objectif : Détecter rapidement l'infection par le SRAS-CoV-2 dans les troupeaux de visons. Considérations et action : L'OHC s'inquiétait du fait qu'une surveillance clinique avec un suivi écrit hebdomadaire de signes de la maladie et de la mortalité, comme suggéré par le groupe de travail canadien « Un monde, une santé » sur la COVID-19 (21), ne serait probablement pas adéquate et qu'une surveillance active avait été recommandée à la fois par l'Organisation mondiale de la santé et par l'Organisation mondiale de la santé animale (16). La ferme 1 avait soumis des visons morts à la demande du MAFF après la détection d'une éclosion chez les travailleurs de l'installation, tandis que la ferme 2 a soumis des visons morts pour des tests basés sur des signes compatibles observés dans le troupeau ou une mortalité excessive. La participation à la surveillance obligatoire de la mortalité des visons, indépendamment de la surmortalité ou des signes compatibles, a été ordonnée le 14 décembre 2020, avec le début de la collecte le mois suivant. L'objectif de la surveillance obligatoire de la mortalité était de détecter en temps opportun l'infection par le SRAS-CoV-2 dans les troupeaux de visons, indépendamment des signes ou des symptômes, afin de permettre la mise en quarantaine et la détection rapide des mutations et de minimiser la transmission aux travailleurs. Sur la base des lignes directrices de l'Agence canadienne d'inspection des aliments, il a été estimé que la collecte hebdomadaire de 15 visons morts par élevage permettrait une sensibilité de surveillance de 95 % afin de détecter une éclosion et par conséquent, les élevages devraient en fournir jusqu'à 15 par semaine. Par contre, des considérations logistiques, tant en ce qui concerne les élevages que la capacité de préparation des carcasses pour les tests, indiquent plutôt que l'analyse de cinq visons morts par semaine serait plus réalisable, mais diminuerait la sensibilité à 65 %. Les agents de santé environnementale de la FH ont collecté chaque semaine des carcasses de visons congelées et scellées provenant des élevages infectés et non infectés et les ont apportées au Centre de santé animale du MAFF pour les tests de dépistage du SRAS-CoV-2. Tous les échantillons non négatifs ont été envoyés au Centre national des maladies animales exotiques pour confirmation par un test de réaction de polymérisation en chaîne et, lorsque ce test était positif, au laboratoire de la santé publique du BCCDC pour un séquençage du génome entier.	Le 23 décembre 2020, les visons morts prélevés la semaine précédente dans un deuxième élevage (la ferme 2) se sont révélés positifs au SRAS-CoV-2 et une nouvelle éclosion a été déclarée; les visons présentaient de légers signes cliniques et une mortalité accrue (moins de 3 %). Les propriétaires de la ferme 2 ont euthanasié leur petit troupeau (moins de 1 000 visons) sans demande de la part de la santé publique ou du MAFF. Les élevages ont eu de la difficulté à fournir ne serait-ce que cinq visons morts par semaine en raison du faible taux de mortalité pendant de nombreux mois de l'année et de la petite taille des troupeaux en Colombie-Britannique. Le 14 mai 2021, les visons morts de la ferme 3 prélevés au début du mois de mai ont été confirmés positifs au SRAS-CoV-2. L'enquête sur l'éclosion a mis en évidence l'exposition des visons à un travailleur infectieux dont le test avait été positif environ 6 semaines plus tôt (dans les 14 jours suivant la première dose du vaccin) et qui était porteur de la même souche que les visons positifs. La collecte continue de visons morts a permis de détecter les cas de visons de la ferme 3 en temps opportun, ce qui a permis d'évaluer rapidement la propagation et l'évolution du virus dans le troupeau; toutefois, la congélation, la collecte, la décongélation et l'analyse des visons morts ont exigé beaucoup de ressources.

Tableau 2 : Interventions séquentielles pour gérer et atténuer les risques liés au coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 dans les élevages de visons en Colombie-Britannique, d'octobre 2020 à octobre 2021 (*suite*)

Déclencheur	Objectif et considérations/actions	Résultats et défis
6. Mise en quarantaine de la ferme par la vétérinaire en chef de la Colombie-Britannique		
Soupçon ou confirmation d'une infection par le SRAS-CoV-2 dans un troupeau de visons (la ferme 1, la ferme 2 et la ferme 3)	Objectif : Limiter la possibilité de propagation du virus à partir des élevages de visons infectés. Action : La vétérinaire en chef a placé une ordonnance de quarantaine sur les lieux infectés qui restreint tous les mouvements d'animaux, de produits et de marchandises hors de la ferme d'élevage. De nouveaux protocoles renforcés de désinfection des véhicules, des produits et des marchandises ont été mis en place avant que l'autorisation ne soit donnée pour les activités non-essentielles.	Dans la ferme 1, le troupeau a été jugé exempt de maladie à partir du 24 février 2021, après que deux séries de 65 échantillons prélevés à deux semaines d'intervalle se sont révélées toutes négatives. Le troupeau de la ferme 2 ayant été abattu, il n'a pas été nécessaire de le déclarer exempt de maladie. Le troupeau de la ferme 3 était toujours considéré comme infecté à la fin de cette période d'étude. Les sites d'élevage sont restés en quarantaine jusqu'à ce qu'il soit déterminé que leur environnement avait été décontaminé.
7. Test COVID-19 obligatoire pour les travailleurs, de décembre 2020 à janvier 2021		
Inquiétudes concernant l'infection asymptomatique non détectée des travailleurs ou l'évitement des tests par les travailleurs symptomatiques	Objectif : Détecter l'infection passée ou actuelle par la COVID-19 chez les travailleurs des élevages de visons. Action : À la mi-décembre 2020, les travailleurs des élevages de visons (n = 102) ont été obligés de se soumettre à des tests virologiques et sérologiques de détection de la COVID-19 avant d'être autorisés à retourner dans les élevages. Les travailleurs de la ferme 2 ont subi des tests viraux et sérologiques répétés en janvier 2021, après la fin du dépouillage, afin de détecter les infections manquées.	Aucun des tests viraux ou sérologiques effectués en décembre 2020 et en janvier 2021 n'a donné un résultat positif pour le SRAS-CoV-2.
8. Surveillance volontaire de la COVID-19 chez les travailleurs, à partir de janvier 2021		
Inquiétudes concernant la non-détection des infections asymptomatiques des travailleurs ou l'évitement des tests par les travailleurs symptomatiques	Objectif : Améliorer la détection de l'infection par la COVID-19 chez les travailleurs des élevages de visons. Action : La Santé publique a mis en place un programme de surveillance hebdomadaire gratuit pour les travailleurs des élevages de visons en janvier 2021, à partir d'échantillons autocollectés de gargarisme salin (22,23). Les infirmières de la santé publique du BCCDC ont formé les travailleurs à l'autocollecte des échantillons de gargarisme et aux processus associés, ce qui a permis de réduire les besoins en personnel de la santé publique et d'augmenter l'acceptabilité des tests, tout en maintenant une sensibilité comparable à celle des tests avec écouvillons nasopharyngés (22,23) et en continuant de permettre le séquençage du génome entier par le laboratoire de santé publique du BCCDC. Un coursier médical collectait les échantillons dans les élevages le jour même pour les livrer au laboratoire de santé publique du BCCDC, qui pouvait fournir les résultats entre 0 et 2 jours après la collecte des échantillons. Des résultats indéterminés ont conduit à des tests répétés.	À la fin de février 2021, tous les élevages actifs (6 unités d'élevage, dont la ferme 1) avaient participé. Entre le 21 février et le 31 mai 2021, un audit a montré une participation hebdomadaire des travailleurs actifs de 86 % à 100 % par élevage. Le programme de surveillance des travailleurs a détecté 11 cas de COVID-19. Un autre travailleur positif a été détecté par des tests communautaires suite à une exposition domestique. La détection de travailleurs positifs déclenchait une augmentation des tests (de 2 à 3 fois par semaine). En outre, si un travailleur infectieux avait été à proximité de visons, un échantillonnage de visons vivants était également effectué pendant 3 semaines. Certains élevages ont volontairement maintenu des tests deux ou trois fois par semaine.
9. Surveillance de la faune sauvage, à partir de janvier 2021		
Préoccupation concernant la transmission du SRAS-CoV-2 à la faune environnante	Objectif : Détecter la transmission potentielle du SRAS-CoV-2 à la faune sauvage par des visons échappés ou des chats sauvages (17,18,24). Action : La surveillance de la faune autour des élevages 1 et 2, par le piégeage d'animaux, des tests et des séquences vidéo, a eu lieu de janvier à mars 2021. Une surveillance de la faune a également été entreprise autour de la ferme 3 au cours de l'été 2021.	Les tests virologiques et sérologiques ont été négatifs sur les 65 animaux échantillonnés dans les fermes 1 et 2. Une surveillance répétée de la faune sauvage autour de la ferme 3 au cours de l'été 2021 n'a pas permis de localiser d'animaux sauvages infectés, mais a permis de détecter 3 visons échappés qui se sont révélés positifs (25).
10. Vaccination obligatoire des travailleurs contre la COVID-19, avril 2021		
Disponibilité de l'approvisionnement en vaccins COVID-19 et priorisation des vaccins pour les lieux de travail à haut risque, notamment les élevages de visons	Objectif : Réduire le risque de transmission du SRAS-CoV-2 aux troupeaux de visons par les éleveurs de visons. Action : Le 15 avril 2021, une nouvelle ordonnance de la santé publique de la FH n'autorisait que les travailleurs vaccinés à travailler à proximité des visons.	La plupart des travailleurs ont choisi de se faire vacciner (~90 % de première dose au moment de l'ordonnance, y compris des travailleurs qui n'y étaient pas obligés). La vaccination Pfizer-BioNTech (BNT162b2) a été proposée aux travailleurs à partir du 17 mars et, par la suite, aux membres de leur famille, avec une excellente participation; les deuxièmes doses ont été proposées en mai-juin, avec une participation de plus de 90 % des travailleurs. Sur les 12 travailleurs positifs à la COVID-19, 33 % n'étaient pas vaccinés, 25 % étaient partiellement vaccinés (apparition ou test positif plus de 14 jours après la première dose) et 42 % étaient totalement vaccinés (plus de 14 jours après la deuxième dose) au moment de l'infection.

Tableau 2 : Interventions séquentielles pour gérer et atténuer les risques liés au coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 dans les élevages de visons en Colombie-Britannique, d'octobre 2020 à octobre 2021 (*suite*)

Déclencheur	Objectif et considérations/actions	Résultats et défis
11. Évaluation conjointe rapide et qualitative des risques, juin 2021		
Nécessité d'une évaluation actualisée, spécifique à la Colombie-Britannique, du risque d'émergence du variant d'intérêt du SRAS-CoV-2 liée à l'élevage de visons et de sa transmission à la collectivité, afin d'éclairer les interventions futures	Objectif : Une évaluation officielle des risques a été entreprise pour appuyer la prise de décision concernant les préoccupations liées au SRAS-CoV-2 et à l'industrie de l'élevage de visons en Colombie-Britannique. Action : En juin 2021, une évaluation des risques multijuridictionnelle a été réalisée conformément aux meilleures pratiques (26). Des experts nationaux et provinciaux ont évalué les probabilités, les impacts et les incertitudes des scénarios possibles, en utilisant une approche Delphi modifiée (*communication personnelle, V. Clair, 2021*).	La possibilité qu'un variant d'intérêt apparaisse chez le vison et circule dans la collectivité au cours des cinq prochaines années a été évaluée comme peu probable (incertitude de modérée à élevée) avec des impacts mineurs à modérés (incertitude de modérée à élevée). En conséquence, le BCCDC a recommandé un moratoire sur l'expansion de l'élevage de visons. À la suite de la détection de visons échappés positifs au SRAS-CoV-2 à la ferme 3, la médecin hygiéniste en chef de la province a émit un moratoire sur l'expansion de l'industrie du vison à la fin juillet 2021 (27).

Abréviations : BCCDC, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique; COVID-19, maladie à coronavirus 2019; FH, Autorité sanitaire du Fraser; MAFF, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation; OHC, Comité « Un monde, une santé »; SRAS-CoV-2, coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2

En vertu de la loi sur la santé animale de la Colombie-Britannique (28), le signalement de l'infection par le SRAS-CoV-2 chez les animaux a été rendu obligatoire; les élevages de visons et les vétérinaires de troupeau doivent signaler les signes ou symptômes de visons compatibles avec le SRAS-CoV-2, y compris la surmortalité, ainsi que toute infection confirmée. En novembre 2020, le MAFF a informé tous les élevages de visons des risques associés au SRAS-CoV-2 et évalué les mesures de biosécurité. Les exploitants d'élevages de visons ont déclaré avoir mis en place un système de distanciation physique, une signalisation concernant l'interdiction de travailler lorsqu'on est malade et l'utilisation de masques non médicaux. Un ensemble d'ébauches de lignes directrices fédérales (19), partagé avec l'association des producteurs de visons de la Colombie-Britannique par l'OHC, recommandait la mise en œuvre de mesures de biosécurité supplémentaires. En novembre 2020, la Santé publique a tenté de discuter de mesures renforcées, mais a rencontré une réponse tiède du secteur.

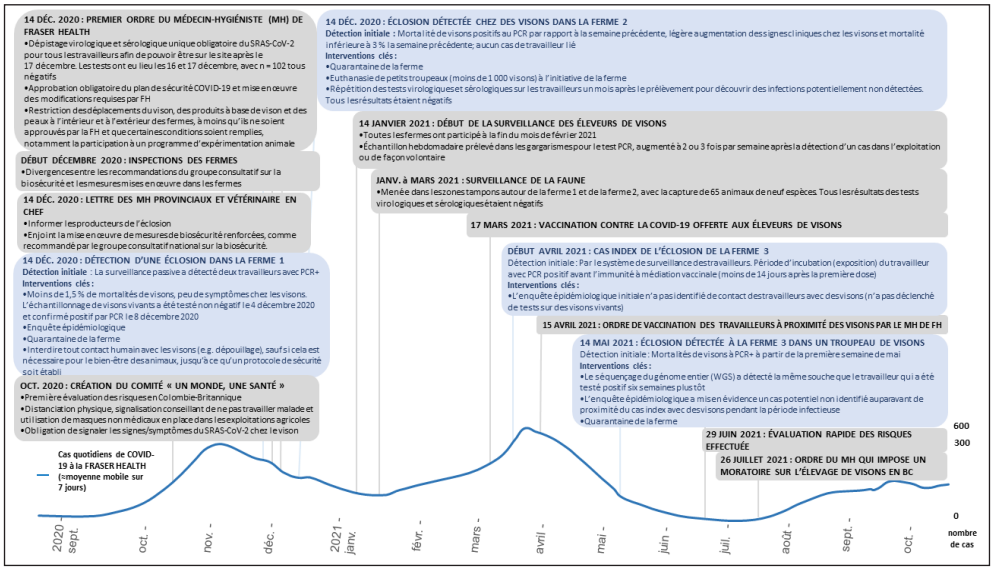
Le 2 décembre 2020, une éclosion de SRAS-CoV-2 a été détecté dans la ferme de visons 1 (29), déclenchant des réunions urgentes de l'OHC pour optimiser la gestion de l'éclosion et une réponse provinciale coordonnée. L'éclosion de la ferme 1 a finalement concerné 11 cas de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) parmi les 12 travailleurs (29). Les visons de la ferme 1 présentaient peu de signes cliniques et une mortalité inférieure à 1,5 %.

Interventions, défis et résultats

L'approche « Un monde, une santé » comprenait un examen continu des données et une évaluation des risques pour guider la réponse. Les principales actions mises en œuvre ont été les suivantes : inspections des élevages, recours à des ordonnances de santé publique pour imposer le dépistage et la vaccination des travailleurs, surveillance virale des visons morts et mesures de contrôle de la biosécurité, système de surveillance virale volontaire des travailleurs asymptomatiques et surveillance de la faune sauvage. Le tableau 2 et la **figure 1** présentent une chronologie et des détails complets des événements déclencheurs, des actions, des défis et des résultats de l'intervention du comité « Un monde, une santé » de la Colombie-Britannique. D'autres mesures ont été prises dans les élevages infectés, dont des enquêtes épidémiologiques sur les animaux et les humains, des tests sur des animaux vivants, des mesures de confinement biologique et de désinfection et la mise en quarantaine des sites et des travailleurs (29).

Les inspections initiales des élevages ont révélé une faible mise en œuvre des mesures de biosécurité, ce qui a d'abord donné lieu à une communication encourageant le renforcement de ces mesures, puis à une ordonnance de santé publique imposant des mesures précises (**tableau 3**). Avant la mise en œuvre de mesures de biosécurité améliorées et la disponibilité du vaccin humain, une éclosion chez les visons a été détectée dans un deuxième élevage (la ferme 2), le troupeau présentant des signes cliniques légers et une mortalité accrue (moins de 3 %). Les propriétaires de la ferme 2 ont euthanasié leur petit troupeau (moins de 1 000 visons) sans demande de la part de la santé publique ou du MAFF. Après l'éclosion de la ferme 1, tous les éleveurs de visons de la FH (n = 102) ont été obligés d'effectuer des tests viraux et sérologiques de la COVID-19, sans qu'aucune infection ne soit détectée. Après l'éclosion de la ferme 2, les travailleurs de la ferme 2 ont subi une deuxième série de tests viraux et sérologiques, sans qu'aucune infection ne soit détectée.

Figure 1 : Chronologie des événements et des interventions importants dans le cadre de la réponse de la santé publique liée au coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 dans la production de visons en Colombie-Britannique, Canada, de 2020 à 2021



Abréviations : COVID-19, coronavirus 2019; FH, Autorité sanitaire du Fraser; MHO, médecin-hygiéniste en chef; OHC, comité « Un monde, une santé »; PCR, réaction en chaîne par polymérase; SRAS-CoV-2, coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2

Tableau 3 : Ordonnances de la santé publique en Colombie-Britannique concernant les élevages de visons, de 2020 à 2021

Ordonnances de la santé publique	Descriptions
14 décembre 2020 : Ordonnance du médecin hygiéniste de l'autorité sanitaire du Fraser	
Plans de sécurité et de biosécurité renforcée contre la COVID-19	Obligation de fournir les plans de sécurité contre la COVID-19 à la FH, pour examen et approbation par la FH. Dans le cadre des exigences du plan de sécurité, une utilisation renforcée de l'équipement de protection individuelle a été exigée, comprenant l'utilisation d'une protection N95 ou équivalente, de protections oculaires, de vêtements de protection et de chaussures de sécurité pouvant résister à la désinfection, pour toutes les activités se déroulant à proximité des visons ou de leur alimentation.
Registre des travailleurs et dépistage chez les personnes	Fourniture d'une liste, avec leurs coordonnées, de tous les employés, entrepreneurs, bénévoles, propriétaires et exploitants ou autres personnes ayant travaillé dans la ferme de visons au cours des trois derniers mois afin de faciliter l'enquête épidémiologique au besoin et de vérifier que les travailleurs se conforment aux tests ou à d'autres mesures le cas échéant. Pour la détermination initiale des cas, le dépistage de tous les travailleurs asymptomatiques de la ferme de visons (qui n'ont pas déjà été testés) doit être effectué avant une date précise, après quoi les travailleurs non testés ne seraient pas autorisés à se trouver sur les lieux. Test sérologique des travailleurs, afin de clarifier si les travailleurs ont pu avoir une infection dans le passé.
Surveillance et dépistage animal	Obligation de participer à un système de surveillance des animaux, à préciser par la FH, qui comprend la soumission hebdomadaire des visons morts à des fins de test, dans l'espoir de détecter rapidement les infections dans les troupeaux asymptomatiques afin de mettre en œuvre d'autres mesures de surveillance et d'atténuation des risques pour prévenir la transmission de la souche liée au vison et sa propagation aux humains.
Restriction des déplacements des visons, des produits liés aux visons et des peaux	Restriction du déplacement des visons et des produits liés aux visons entre les élevages, afin de limiter les possibilités de propagation du virus comme cela s'est produit lors de l'apparition d'autres zoonoses en Colombie-Britannique et d'éclosions de COVID-19 dans d'autres pays. Restriction du déplacement des peaux jusqu'au respect des conditions de l'ordonnance, selon l'évaluation de la FH.
15 avril 2021 : ordonnance du médecin hygiéniste de l'autorité sanitaire du Fraser	
Vaccination	Vaccination obligatoire des travailleurs qui travaillent à proximité des visons. Tenue obligatoire d'un registre du statut vaccinal des travailleurs.
26 juillet 2021 : ordonnance de la médecin hygiéniste en chef	
Moratoire sur l'expansion de la ferme de visons	Les élevages doivent déclarer le nombre de visons reproducteurs, de visons non reproducteurs et le nombre total de visons de l'exploitation. Ils ne doivent pas permettre que le nombre de visons reproducteurs et de visons non reproducteurs dépasse leur nombre réciproque à la date de cette ordonnance. Ils ne doivent pas acquérir de nouveaux visons vivants.

Abréviations : COVID-19, maladie à coronavirus 2019; FH, Autorité sanitaire du Fraser

La vaccination obligatoire et le programme de surveillance des travailleurs par rapport à la COVID-19 étaient acceptables pour le secteur; cependant, l'utilisation renforcée obligatoire de l'EPI et d'autres mesures de biosécurité posaient problème. Le scepticisme quant à l'efficacité ou la nécessité, les coûts et l'inconfort des EPI ont constitué certains des obstacles. Afin de relever les défis liés à la spécificité et à la faisabilité des recommandations nationales en matière de biosécurité, un sous-comité local de l'OHC a été formé pour établir rapidement des recommandations spécifiques à la Colombie-Britannique. Un mode de mise en conformité efficace à court terme était la restriction des mouvements de peaux, d'animaux et de produits, à moins que les exigences de biosécurité ne soient respectées. Les inspections continues des exploitations ont également été utiles pour évaluer et améliorer la conformité.

Après la mise en œuvre des mesures de biosécurité renforcées, la surveillance obligatoire des visons morts et la surveillance volontaire des travailleurs, seuls de petits groupes de cas humains (d'une ou deux personnes) sont apparus entre le 14 janvier et le 31 mai 2021, ce qui contraste avec l'éclosion parmi les travailleurs de la ferme 1 en décembre 2020 (29) avant les mesures renforcées (le **tableau 4** et la **figure 2** détaillent les résultats de la surveillance des travailleurs).

Un cas chez un travailleur a déclenché une éclosion chez les visons dans un troisième élevage (la ferme 3). L'éclosion de la ferme 3 a été la seule à être détectée par les tests sur les visons morts, l'analyse phylogénétique ayant permis d'identifier la même souche que chez un travailleur précédemment trouvé positif et dont on ne pensait pas, à l'origine, qu'il avait été en contact avec des visons. La surveillance de la mortalité a permis un suivi rapide de la propagation et de l'évolution du SRAS-CoV-2 dans la ferme 3 pendant plusieurs mois, malgré l'absence de symptômes d'infection (29). Après la double vaccination des travailleurs en contact avec des visons, avec un taux d'acceptation de plus de 90 % parmi l'ensemble des travailleurs, il n'y a pas eu d'autres éclosions dans les troupeaux de visons, bien que cinq cas aient été détectés chez des travailleurs par le système de surveillance pendant cette période.

La surveillance de la faune sauvage autour de la ferme 1 et de la ferme 2 a eu lieu de janvier à mars 2021, afin de détecter une éventuelle transmission du SRAS-CoV-2 à la faune par des visons échappés ou des chats sauvages. Les tests virologiques et sérologiques ont été négatifs sur les 65 animaux échantillonnés (25). La surveillance répétée de la faune sauvage autour de la ferme 3 au cours de l'été 2021 n'a pas non plus permis de détecter des animaux sauvages infectés, mais a permis de localiser trois visons échappés dont le test était positif.

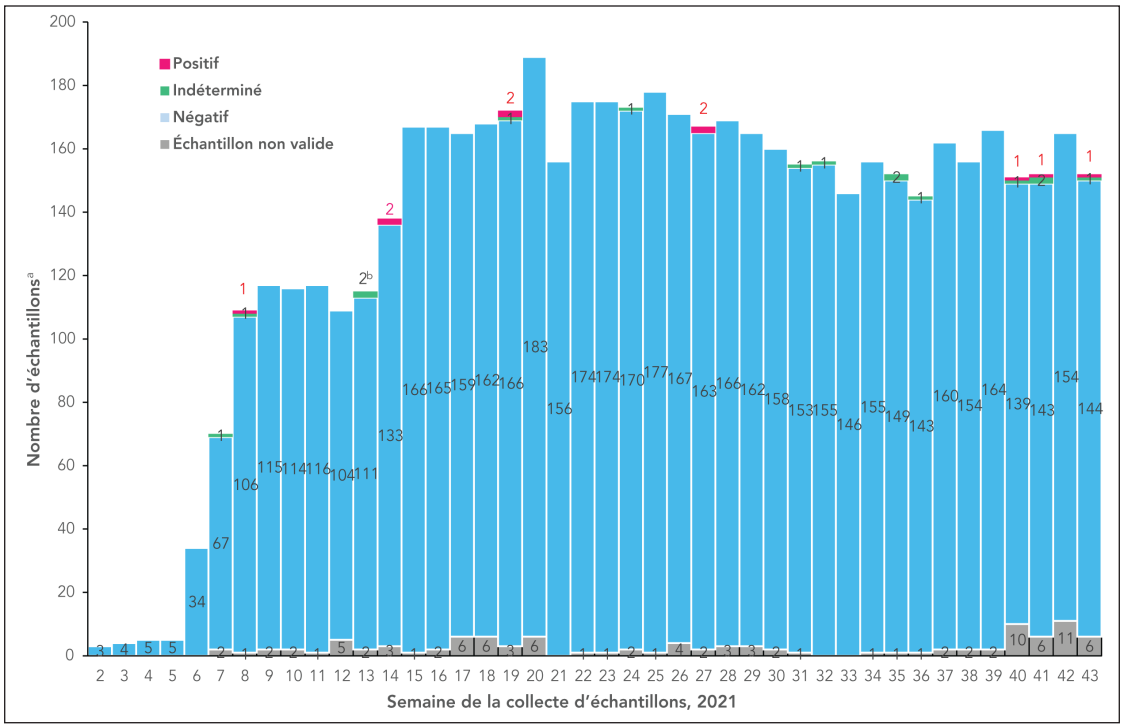
Tableau 4 : Travailleurs d'élevages de visons dont les résultats sont positifs à la maladie à coronavirus 2019 en Colombie-Britannique, du 14 janvier au 31 octobre 2021

Plage de dates	N	%	Contexte
Du 14 janvier au 17 mars 2021	2[a]	16,6	Avant que la vaccination ne soit proposée aux travailleurs agricoles
Du 18 mars au 31 mai 2021	5	41,6	Après avoir proposé la vaccination (la vaccination obligatoire ne sera pas mise en place avant le 15 avril 2021) : n = 1 avait choisi de ne pas se faire vacciner n = 1 était positif dans les 14 jours suivant la vaccination avec la première dose (non considéré comme partiellement immunisé) n = 3 étaient positifs plus de 14 jours après la réception d'une première dose de vaccin (considérés comme partiellement immunisés)
Du 1er juin au 31 octobre 2021	5	41,6	Après la réception de 2 doses de vaccin : n = 5 ont été considérés comme entièrement vaccinés et faisant partie de l'éclosion de la ferme 3
Total	12	100,0	Des cas sont apparus chez les humains dans 3 des 6 élevages restants[b] depuis le début du système de surveillance jusqu'à la fin de la période étudiée

[a] Un travailleur a été détecté par des tests communautaires suite à une exposition domestique plutôt que par le système de surveillance des travailleurs
[b] Parmi les neuf élevages de visons actifs en Colombie-Britannique, deux paires d'élevages soumettaient conjointement des échantillons de surveillance humaine parce que leurs activités sont intégrées et qu'ils se trouvent à proximité l'un de l'autre et ont des travailleurs travaillant sur les deux sites. Il n'a pas été possible de séparer ces exploitations dans le système de surveillance des personnes. Parmi ces sept unités d'élevage indépendantes, un élevage (la ferme 2) a cessé ses activités après avoir éliminé tous ses visons à la suite de la détection d'une éclosion dans le troupeau de visons. En janvier 2021, il restait donc six élevages de visons

En juin 2021, une évaluation formelle des risques a été réalisée sur la base des meilleures pratiques (**tableau 5**). Après avoir pris en compte les risques décrits dans le rapport, la médecin hygiéniste en chef de la Colombie-Britannique a imposé un moratoire sur l'expansion de la ferme de visons dans la province (27).

Figure 2 : Résultats des tests virologiques de surveillance 2019 de la maladie à coronavirus chez les travailleurs des élevages de vison, du 14 janvier au 31 octobre 2021



[a] Le nombre d'échantillons hebdomadaires est supérieur au nombre de travailleurs dans les élevages de visons, car l'échantillonnage a été augmenté à deux ou trois fois par semaine après la détection d'un cas dans certaines exploitations; le nombre de travailleurs par élevage varie considérablement en fonction de la phase du cycle de production de la ferme de visons. Au 31 octobre 2021, 11 cas d'infection de maladie à coronavirus 2019 chez des travailleurs d'élevages de vison ont été détectés dans le cadre du programme de surveillance chez les personnes (10 cas positifs par gargarisme salin et 1 cas indéterminé par gargarisme, puis positif par écouvillonnage nasopharyngé [NP] de suivi) sur 5 673 tests effectués chez 123 travailleurs différents depuis le 14 janvier 2021
[b] Une personne qui a reçu un résultat indéterminé pendant la semaine 13 était positive lors de l'écouvillonnage NP de suivi

Discussion

L'OHC a tiré tous les avantages d'une réponse rapide, coordonnée et fondée sur des données de l'initiative « Un monde, une santé » à responsabilité conjointe (30). Les principales interventions, qui étaient similaires aux réponses apportées dans d'autres autorités (3,6), comprenaient des évaluations séquentielles de la situation suivies de mesures volontaires et obligatoires telles que la surveillance des personnes, des visons et de la faune sauvage, l'inspection des élevages, le renforcement des mesures de biosécurité et un moratoire sur l'expansion de la ferme de visons. Bien que nous n'ayons pas trouvé de preuve de propagation entre les élevages ou à la collectivité après la mise en œuvre d'interventions similaires à celles réalisées au Danemark (3,4), les analyses phylogénétiques ont indiqué une transmission du virus des visons à l'humain lors de l'éclosion ultérieure à la ferme 3, malgré le renforcement des mesures de biosécurité et la vaccination à deux doses des travailleurs (29).

Forces et faiblesses

Les réglementations existantes en matière de santé publique et de santé animale ont été primordiales pour améliorer la conformité aux nouvelles interventions et mesures. L'approche séquentielle a permis d'adapter continuellement la réponse à l'évolution de la situation, en tenant compte des nouvelles données scientifiques et des succès, défis et résultats passés. En ce qui concerne la prise de décision conjointe de l'OHC, le consensus sur la plupart des approches a été obtenu rapidement en raison du dialogue continu et du partage d'information. Certaines décisions relevaient clairement de la compétence d'une seule organisation et le consensus n'était pas nécessaire; toutefois, l'approche « Un monde, une santé » a permis une coordination efficace et l'intégration de perspectives multiples dans la prise de décision.

Les deux premières éclosions dans les élevages de visons sont survenues en décembre 2020, lors de la deuxième vague de COVID-19 en Colombie-Britannique, avant la vaccination, alors que des mesures de biosécurité minimales étaient en place et que les effectifs et les interactions vison-travailleur et travailleur-travailleur étaient plus nombreux pendant la saison du dépouillage. Les structures dissuasives pour le dépistage chez les travailleurs des élevages (31–33) peuvent avoir retardé

Tableau 5 : Évaluation conjointe rapide et qualitative du risque associé au coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 pour les élevages de visons en Colombie-Britannique, 29 juin 2021

Méthodes
La portée de l'évaluation était limitée aux élevages de visons de l'autorité sanitaire du Fraser et de la Colombie-Britannique. Le résultat d'intérêt était la circulation dans la collectivité d'un variant d'intérêt (VI) du SRAS-CoV-2 causé par un vison, qui pourrait augmenter la transmission, provoquer une maladie plus grave chez l'homme, échapper aux vaccins ou diminuer considérablement l'efficacité des technologies thérapeutiques et diagnostiques, par rapport à ce qui est observé avec les variants circulant actuellement. Les voies évaluées étaient les suivantes : homme-vison-homme et homme-vison-faune-homme. Deux périodes ont été évaluées : 1) court terme : de l'achèvement du cycle de production actuel jusqu'à avant le début de la prochaine saison de reproduction et 2) long terme : les cinq prochaines années. Un groupe d'experts multijuridictionnel a réalisé conjointement toutes les étapes du processus. En utilisant une approche Delphi modifiée, le groupe d'experts a évalué les estimations de probabilité, d'impact et d'incertitude. Les probabilités en suivant les voies du scénario ont été combinées selon des méthodes acceptées d'évaluation qualitative des risques. Le groupe d'experts a formulé plusieurs hypothèses qui influencent les résultats. Le degré d'incertitude lié aux hypothèses est souvent élevé. Il est important de les mettre en évidence, car des changements dans les hypothèses peuvent affecter les estimations finales, et des changements importants peuvent indiquer la nécessité d'une réévaluation.
Niveau de probabilité, impact et incertitudes
L'évaluation combinée de la probabilité et l'évaluation des conséquences de l'émergence et de la circulation d'un VI dans la collectivité d'origine des visons et de la faune sauvage étaient les suivantes : 1. Quels sont la probabilité et l'impact de l'émergence et de la circulation d'un VI du SRAS-CoV-2 dans la collectivité en raison de l'évolution du virus chez le vison ou dans la « faune sauvage après exposition au vison » au cours de l'achèvement de **ce cycle,** par rapport à ce que l'on observe avec les variants actuellement en circulation et aux mesures de santé publique en évolution? **Probabilité :** de très peu probable (VI par la voie de la faune) à très peu probable et improbable (VI par la voie du vison) **Incertitude :** de modérée (VI par la voie du vison) à élevée (VI par la voie de la faune) **Impact :** de mineur à modéré aux niveaux local et régional, et un peu moins au niveau provincial **Incertitude :** de modérée à élevée 2. Quels sont la probabilité et l'impact de l'émergence et de la circulation d'un VI du SRAS-CoV-2 dans la collectivité en raison de l'évolution du virus chez le vison ou dans la « faune sauvage après exposition au vison » **AU COURS DES CINQ PROCHAINES ANNÉES**, par rapport à ce que l'on observe avec les variants actuellement en circulation et aux mesures de santé publique en évolution? **Probabilité :** de très peu probable (VI par la voie de la faune) à peu probable (VI par la voie du vison) **Incertitude :** de modérée (VI par la voie du vison) à élevée (VI par la voie de la faune) **Impact :** de mineur à modéré aux niveaux local et régional, et un peu moins au niveau provincial **Incertitude :** de modérée à élevée Les estimations de la probabilité combinée pour les deux périodes par la voie homme-vison-homme ont été déterminées principalement par la probabilité de l'évolution du virus en un VI dans un troupeau de visons, avec une plus grande incertitude associée à la probabilité dans l'évaluation quinquennale en raison de la plus grande incertitude dans le nombre prévu d'éclosions par an dans les troupeaux de visons au fil du temps et de la plus grande incertitude concernant l'évolution d'un VI. L'évaluation des risques pour les cinq prochaines années suppose des mesures de contrôle limitées. Dans la voie impliquant la faune, la plupart des étapes ont été estimées moins probables que pour la voie directe du vison à l'homme, avec un niveau d'incertitude similaire. Le mode de la probabilité globale pour la voie homme-vison-faune-homme au cours des deux périodes était très faible, quel que soit le scénario de propagation dans la faune sauvage (propagation limitée ou réservoir). Ces estimations étaient principalement motivées par 1) la probabilité d'évolution du virus en un VI dans la faune sauvage, jugée très improbable et 2) la probabilité qu'une personne contracte le virus à partir de la faune sauvage, jugée très improbable. Selon les experts, il est plus probable qu'un VI apparaisse chez l'homme plutôt que chez le vison. En cas d'émergence et de circulation d'un VI dans la collectivité qui serait d'origine vison ou faune, l'ampleur de l'impact sur la santé de la population au-dessus des impacts de la pandémie actuelle et en cours pour ce cycle a été estimée comme étant probablement de mineure à modérée au niveau local et régional, et légèrement moins au niveau provincial. L'incertitude associée à cette situation était de modérée à élevée. L'ampleur de l'impact à l'horizon de cinq ans a été évaluée comme probablement similaire, avec un niveau d'incertitude plus élevé.

Abréviations : SRAS-CoV-2, coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2; VI, variant d'intérêt

le dépistage chez les travailleurs de la ferme 1, retardant ainsi la détection de l'éclosion (29). La surveillance continue de la mortalité chez l'homme et chez le vison a permis de surmonter les difficultés liées à la détection des cas, comme l'infection asymptomatique ou légèrement symptomatique chez le vison et l'homme (34,35) ou l'évitement des tests (31–33). La détection rapide des cas chez l'homme et chez le vison à partir de la surveillance a également permis de réaliser en temps utile le séquençage du génome entier et des analyses phylogénétiques combinées.

Une seule éclosion s'est produite après la mise en place des interventions, malgré la détection de cas humains dans trois des six élevages de janvier à octobre 2021, ce qui suggère que notre approche à plusieurs niveaux, comprenant des EPI, des mesures de biosécurité, la surveillance et la vaccination obligatoire des travailleurs, a permis de réduire le risque d'éclosion. Une étude systématique a indiqué qu'une distance physique de plus d'un mètre réduisait considérablement la transmission interhumaine (risque relatif ajusté 0,18; IC 95 %, de 0,09 à 0,38), tout comme l'utilisation systématique de masques faciaux (risque relatif ajusté 0,15; IC 95 %, de 0,07 à 0,34), et des associations plus fortes avec l'utilisation de respirateurs (36). Les lacunes dans l'utilisation des EPI et d'autres mesures de biosécurité ne sont pas surprenantes, car elles se produisent même dans les établissements de soins de santé où les travailleurs reçoivent

une formation et une surveillance approfondies (37–39). Le programme de surveillance des personnes a également réduit la probabilité d'apparition d'une éclosion de COVID-19 chez les travailleurs, diminuant ainsi le risque de transmission au troupeau. Chez l'homme, des études de modélisation suggèrent que le dépistage hebdomadaire réduit l'infection secondaire de 23 % à 60 %, ce chiffre passant à 90 % avec un dépistage bihebdomadaire (40,41). Comme aucune éclosion ne s'est produite après que les travailleurs aient dépassé les 14 jours suivants la première dose de vaccination, l'immunisation avec un vaccin très efficace a probablement diminué davantage le risque d'éclosion au cours des cinq mois suivants, après le pic de la quatrième vague en Colombie-Britannique. Malgré le soutien de la littérature avec des calendriers et des mécanismes plausibles suggérant que les mesures de contrôle ont été efficaces jusqu'à un certain point, il est difficile d'établir une causalité entre les mesures et le nombre de cas ou d'éclosions détectés après leur mise en œuvre.

Sans la surveillance obligatoire des visons morts, l'éclosion de la ferme 3 aurait pu n'être détectée que beaucoup plus tard, voire pas du tout, en partie parce que l'infection par le SRAS-CoV-2 chez les visons se traduit fréquemment par des infections asymptomatiques ou légèrement symptomatiques (42). Les élevages de la Colombie-Britannique ont eu du mal à fournir ne serait-ce que cinq visons morts par semaine, ce qui a réduit la sensibilité estimée de la détection de l'infection à moins de 65 % (21). Avec une surveillance au moins hebdomadaire des travailleurs et un contact infectieux des travailleurs avec les visons déclenchant des tests de visons vivants dans le cadre de notre approche « Un monde, une santé », il est peu probable qu'une éclosion ait été manquée.

La propagation dans la faune sauvage par des troupeaux de visons infectés et des chats errants associés pourrait favoriser l'émergence d'une mutation génétique préoccupante du SRAS-CoV-2 ou d'un réservoir (17,18,24). La surveillance répétée de la faune sauvage autour des trois élevages infectés n'a pas permis de détecter des animaux sauvages infectés, bien que trois visons échappés aient été localisés et testés positifs. Une des limites de cette surveillance était que la sensibilité de la surveillance de la faune était incertaine (43,44).

L'une des principales limites de la réponse globale « Un monde, une santé » de la Colombie-Britannique était sa nature avide en ressources. L'examen des données, l'évaluation des risques, la surveillance des visons morts et les inspections ont nécessité des ressources considérables à un moment où la plupart des organisations de l'OHC étaient déjà surchargées par la réponse à la pandémie. Bien que l'utilisation d'échantillons de gargarismes avec solution saline autocollectés pour la surveillance humaine ait réduit les besoins en ressources de la santé publique tout en maintenant la sensibilité et en améliorant l'acceptabilité (22,23), le matériel nécessaire, le transport des échantillons, ainsi que le traitement et l'analyse en laboratoire ne sont pas sans coût.

Implications

En Colombie-Britannique, le maintien à long terme d'un grand nombre des interventions mises en œuvre, malgré certaines preuves de leur efficacité, a été un défi pour le secteur et les divers organismes concernés. La vaccination des travailleurs réduit probablement le risque d'éclosions ultérieures et nécessite moins de ressources, mais elle dépend de l'efficacité du vaccin contre les souches dominantes, qui continuent d'évoluer. De plus, la vaccination ne résout pas les difficultés de détection de l'infection chez les travailleurs et les visons. En l'absence d'une surveillance continue des travailleurs et des troupeaux de visons, il est possible que des éclosions dans les élevages de visons et le risque associé d'adaptation virale liée aux visons et de transmission à la collectivité se produisent sans être détectées dans d'autres provinces ou dans d'autre pays.

Conclusion

Une réponse « Un monde, une santé » adaptée pour l'atténuation du risque de SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons en Colombie-Britannique, dirigée par un OHC spécifique au problème, a été déclenchée à la suite de deux éclosions dans des élevages de visons en décembre 2020. L'approche « Un monde, une santé » a permis une communication permanente entre les organismes concernés et une réponse rapide et coordonnée. Une troisième éclosion dans un élevage de visons s'est produite à la mi-2021 malgré la mise en place de mesures renforcées en matière d'EPI et de biosécurité, de programmes de surveillance des travailleurs et des visons et d'inspections régulières des exploitations. Une approche globale « Un monde, une santé », impliquant les organisations de santé animale, de santé publique, de sécurité des travailleurs et de réglementation du secteur, doit être mise en œuvre pour répondre aux menaces complexes et évolutives telles que les risques liés aux agents pathogènes zoonotiques émergents chez les animaux d'élevage.

Déclaration des auteurs

V. C. — Conceptualisation, enquête, rédaction de la version originale, visualisation des données, révision et édition
Y. L. E. C. — Conceptualisation, enquête, rédaction – version originale, curation des données, visualisation des données, révision et édition
A. P. — Enquête, curation des données, révision et édition
E. F. — Enquête, révision et édition
R. G. — Enquête, révision et édition
F. R. — Conceptualisation, enquête, rédaction de la version originale, curation des données, révision et édition

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les membres du comité provincial « Un monde, une santé » et ses conseillers externes, notamment ses partenaires : Le Communicable Diseases & Immunization Service (CDIS) du Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique (BCCDC); le laboratoire de santé publique (PHL) du BCCDC; l'autorité sanitaire du Fraser (FH); le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches (MAFF); WorkSafeBC; le ministère des Forêts, des Terres, des Opérations sur les ressources naturelles et du Développement rural et l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Nous tenons à remercier l'équipe de gestion des cas et des contacts de la FH, les inspecteurs de la FH chargés de l'hygiène du milieu et de WorkSafeBC, ainsi que les vétérinaires du MAFF et le personnel des centres de santé animale pour le travail qu'ils ont effectué sur le terrain pour répondre aux éclosions de SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons, les évaluer et les atténuer. Les auteurs remercient le comité mixte d'évaluation rapide et qualitative des risques, qui a bénéficié de la contribution d'experts supplémentaires du ministère de l'Environnement et du Changement climatique de la Colombie-Britannique, de l'Agence de la santé publique du Canada et de l'ACIA, ainsi le BCCDC CDIS pour la coordination du projet. Nous tenons également à remercier les infirmières du BCCDC COVID-19 Rapid Response pour leur aide pour la formation des travailleurs à la collecte d'échantillons de gargarisme salins, ainsi que le personnel du BCCDC PHL et les épidémiologistes et analystes de données du BCCDC et de la FH pour leurs efforts dans la mise en place du système de surveillance continue du COVID-19 chez les travailleurs des élevages de vison et la production des rapports.

Financement

Ce travail a été soutenu par le ministère de la Santé, l'autorité sanitaire du Fraser et l'Agence de santé publique du Canada. Une subvention de Genome BC (COV200-One Health Genomics: Projet COVID-19 AIM de recherche sur l'adaptation de la COVID-19 chez le vison [et de contagion à d'autres animaux]) a contribué à soutenir l'échantillonnage et le séquençage génomique pour la surveillance des animaux.

Références

1. Lassaunière R, Fonager J, Rasmussen M, Frische A, Polacek C, Rasmussen TB, Lohse L, Belsham GJ, Underwood A, Winckelmann AA, Bollerup S, Bukh J, Weis N, Sækmose SG, Aagaard B, Alfaro-Núñez A, Mølbak K, Bøtner A, Fomsgaard A. In vitro Characterization of Fitness and Convalescent Antibody Neutralization of SARS-CoV-2 Cluster 5 Variant Emerging in Mink at Danish Farms. Front Microbiol 2021;12:698944. DOI

2. Hoffmann M, Zhang L, Krüger N, Graichen L, Kleine-Weber H, Hofmann-Winkler H, Kempf A, Nessler S, Riggert J, Winkler MS, Schulz S, Jäck HM, Pöhlmann S. SARS-CoV-2 mutations acquired in mink reduce antibody-mediated neutralization. Cell Rep 2021;35(3):109017. DOI

3. Larsen HD, Fonager J, Lomholt FK, Dalby T, Benedetti G, Kristensen B, Urth TR, Rasmussen M, Lassaunière R, Rasmussen TB, Strandbygaard B, Lohse L, Chaine M, Møller KL, Berthelsen AN, Nørgaard SK, Sönksen UW, Boklund AE, Hammer AS, Belsham GJ, Krause TG, Mortensen S, Bøtner A, Fomsgaard A, Mølbak K. Preliminary report of an outbreak of SARS-CoV-2 in mink and mink farmers associated with community spread, Denmark, June to November 2020. Euro Surveill 2021;26(5):2100009. DOI

4. World Health Organization. COVID-19 – Denmark. Geneva (CH): WHO; 2020; (accédé 2022-01-29). https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON301

5. World Organisation for Animal Health. COVID-19: Events in Animals. Paris (FR): OIE; (modifié 2022-01-10; accédé 2022-01-29). https://www.oie.int/en/what-we-offer/emergency-and-resilience/covid-19/#ui-id-3

6. Oude Munnink BB, Sikkema RS, Nieuwenhuijse DF, Molenaar RJ, Munger E, Molenkamp R, van der Spek A, Tolsma P, Rietveld A, Brouwer M, Bouwmeester-Vincken N, Harders F, Hakze-van der Honing R, Wegdam-Blans MCA, Bouwstra RJ, GeurtsvanKessel C, van der Eijk AA, Velkers FC, Smit LAM, Stegeman A, van der Poel WHM, Koopmans MPG. Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans and mink and back to humans. Science 2021;371(6525):172-7. DOI

7. Hammer AS, Quaade ML, Rasmussen TB, Fonager J, Rasmussen M, Mundbjerg K, Lohse L, Strandbygaard B, Jørgensen CS, Alfaro-Núñez A, Rosenstierne MW, Boklund A, Halasa T, Fomsgaard A, Belsham GJ, Bøtner A. SARS-CoV-2 Transmission between Mink (Neovison vison) and Humans, Denmark. Emerg Infect Dis 2021;27(2):547-51. DOI

8. Hobbs EC, Reid TJ. Animals and SARS-CoV-2: Species susceptibility and viral transmission in experimental and natural conditions, and the potential implications for community transmission. Transbound Emerg Dis 2021;68(4):1850-67. DOI

9. Rabalski L, Kosinski M, Mazur-Panasiuk N, Szewczyk B, Bienkowska-Szewczyk K, Kant R, Sironen T, Pyrc K, Grzybek M. Zoonotic spill-over of SARS-CoV-2: mink-adapted virus in humans. Clin Microbiol Infect 2021;28(3):451.e1-4. DOI

10. Fenollar F, Mediannikov O, Maurin M, Devaux C, Colson P, Levasseur A, Fournier P-E, Raoult D. Mink, SARS-CoV-2, and the Human-Animal Interface. Front Microbiol 2021;12:663815. DOI

11. World Organisation for Animal Health. OIE Technical Factsheet: Infection with SARS-CoV-2 in animals. Paris (FR): OIE; 2021; (accédé 2022-01-30). https://www.oie.int/en/document/oie-technical-factsheet-infection-with-sars-cov-2-in-animals/

12. Sharun K, Dhama K, Pawde AM, Gortázar C, Tiwari R, Bonilla-Aldana DK, Rodriguez-Morales AJ, de la Fuente J, Michalak I, Attia YA. SARS-CoV-2 in animals: potential for unknown reservoir hosts and public health implications. Vet Q 2021;41(1):181-201. DOI

13. Koopmans M. SARS-CoV-2 and the human-animal interface: outbreaks on mink farms. Lancet Infect Dis 2021;21(1):18-9. DOI

14. Agence canadienne d'inspection des aliments. Système canadien de surveillance de la santé animale. Vison d'elevage evaluation qualitative rapide des risques resume - iteration 2 2020.08.20. Ottawa (ON) : ACIA; 2020; (accédé 2022-01-29). https://cahss.ca/cahss-tools/document-library/Farmed-mink-Rapid-Qualitative-Risk-Assessment-summary---Iteration-2-2020-08-20?l=fr-CA

15. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid Risk Assessment: Detection of new SARS-CoV-2 variants related to mink. Stockholm (Sweden): ECDC; 2020; (accédé 2022-01-29). https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/RRA-SARS-CoV-2-in-mink-12-nov-2020.pdf

16. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health and World Health Organization. SARS-CoV-2 in animals used for fur farming: GLEWS+ Risk assessment. FAO, OIE, WHO; 2021; (accédé 2022-01-29). https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/glews-risk-assessment-fur-animals-sars-cov-2.pdf

17. Shriner SA, Ellis JW, Root JJ, Roug A, Stopak SR, Wiscomb GW, Zierenberg JR, Ip HS, Torchetti MK, DeLiberto TJ. SARS-CoV-2 Exposure in Escaped Mink, Utah, USA. Emerg Infect Dis 2021;27(3):988-90. DOI

18. Aguiló-Gisbert J, Padilla-Blanco M, Lizana V, Maiques E, Muñoz-Baquero M, Chillida-Martínez E, Cardells J, Rubio-Guerri C. First Description of SARS-CoV-2 Infection in Two Feral American Mink (Neovison vison) Caught in the Wild. Animals (Basel) 2021;11(5):1422. DOI

19. Agence canadienne d'inspection des aliments. Lignes directrices pour la gestion des infections au SRAS-CoV-2 chez le vison d'élevage au Canada. Ottawa, ON : CFIA; (modifié 2021-03; accédé 2022-01-29). https://www.cezd.ca/CAHSS/Assets/SharedDocuments/Lignes-directrices-pour-la-gestion-des-infections-au-SRAS-CoV-2-chez-le-vison-d%E2%80%99%C3%A9levage-au-Canada-mars-2021.pdf

20. Statistique Canada. Bilan des visons et renards dans les fermes d'élevage et nombre de fermes. Ottawa, ON : StatCan; 2021 oct 28; (accédé 2022-02-13). https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210011601&pickMembers%5B0%5D=1.12&pickMembers%5B1%5D=2.7&cubeTimeFrame.startYear=2016&cubeTimeFrame.endYear=2020&referencePeriods=20160101%2C20200101&request_locale=fr

21. Agence canadienne d'inspection des aliments. Lignes directrices sur la surveillance du SRAS-CoV-2 chez le vison d'élevage au Canada. Ottawa, ON : ACIA; 2021; (accédé 2022-02-13). https://cahss.ca/cahss-tools/document-library/surveillance-guidelines-for-sars-cov-2-in-mink

22. Goldfarb DM, Tilley P, Al-Rawahi GN, Srigley JA, Ford G, Pedersen H, Pabbi A, Hannam-Clark S, Charles M, Dittrick M, Gadkar VJ, Pernica JM, Hoang LMN. Self-Collected Saline Gargle Samples as an Alternative to Health Care Worker-Collected Nasopharyngeal Swabs for COVID-19 Diagnosis in Outpatients. J Clin Microbiol 2021;59(4):e02427-20. DOI

23. Kandel CE, Young M, Serbanescu MA, Powis JE, Bulir D, Callahan J, Katz K, McCready J, Racher H, Sheldrake E, Quon D, Vojdani OK, McGeer A, Goneau LW, Vermeiren C. Detection of severe acute respiratory coronavirus virus 2 (SARS-CoV-2) in outpatients: A multicenter comparison of self-collected saline gargle, oral swab, and combined oral-anterior nasal swab to a provider collected nasopharyngeal swab. Infect Control Hosp Epidemiol 2021;42(11):1340-4. DOI

24. van Aart AE, Velkers FC, Fischer EAJ, Broens EM, Egberink H, Zhao S, Engelsma M, Hakze-van der Honing RW, Harders F, de Rooij MMT, Radstake C, Meijer PA, Oude Munnink BB, de Rond J, Sikkema RS, van der Spek AN, Spierenburg M, Wolters WJ, Molenaar R-J, Koopmans MPG, van der Poel WHM, Stegeman A, Smit LAM. SARS-CoV-2 infection in cats and dogs in infected mink farms. Transbound Emerg Dis 2021. DOI

25. Strang T, Flockhart L, Thacker C, Schwantje H, Soos C, Dibernardo A, Lindsay LR, Toledo NPL, Beauclerc K, Fraser E, Prystajecky N, Himsworth C. Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune sauvage près des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):280–8. DOI

26. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations,World Organisation for Animal Health. Joint risk assessment operational tool (JRA OT): an operational tool of the tripartite zoonoses guide. Geneva (CH): WHO, FAO, OIE; 2020; (accédé 2022-02-20). https://www.who.int/publications/i/item/joint-risk-assessment-operational-tool-(-jra-ot)

27. Office of the Provincial Health Officer. Order of the Provincial Health Officer (pursuant to Sections 30, 31, 32, 39, and 54(1) of the Public Health Act, S.B.C. 2008): Mink farms - July 26, 2021. Victoria (BC): BCMH; 2021. (accédé 2022-02-13). https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/health/about-bc-s-health-care-system/office-of-the-provincial-health-officer/covid-19/covid-19-pho-order-mink-farms.pdf

28. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. April 28th, 2020 Guidance for B.C. Veterinarians on Testing of Animals for SARS-CoV-2. Abbotsford, BC: MAFF; 2020; (accédé 2022-01-2022). https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/animal-and-crops/animal-health/april_28_testing_guidance_for_sars-cov-2_in_bc_animals.pdf

29. Paiero A, Newhouse E, Chan YLE, Clair V, Russell S, Zlonsnik J, Prystajecky N, Fraser E. Le SRAS-CoV-2 dans des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada : un rapport sur deux éclosions en 2020–2021 Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):303–11. DOI

30. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health, World Health Organization. Taking a multisectoral, one health approach: a tripartite guide to addressing zoonotic diseases in countries. Geneva (CH): FAO, OIE, WHO; 2019; (accédé 2022-02-20). https://www.who.int/publications/i/item/taking-a-multisectoral-one-health-approach-a-tripartite-guide-to-addressing-zoonotic-diseases-in-countries

31. Haley E, Caxaj S, George G, Hennebry JL, Martell E, McLaughlin J. Migrant farmworkers face heightened vulnerabilities during COVID-19. J Agric Food Syst Community Dev 2020;9(3):35-9. DOI

32. Government of British Columnbia. Office of the Premier. B.C.'s paid sick leave will support workers, reimburse businesses. Victoria, BC: Government of British Columbia; 2021. (accédé 2022-02-24). https://news.gov.bc.ca/releases/2021PREM0033-000887

33. Tutor Marcom R, Freeman Lambar E, Rodman B, Thomas G, Watson A, Parrish B, Wilburn J. Working along the continuum: North Carolina's collaborative response to COVID-19 for migrant & seasonal farmworkers. J Agromedicine 2020;25(4):409-12. DOI

34. Molenaar RJ, Vreman S, Hakze-van der Honing RW, Zwart R, de Rond J, Weesendorp E, Smit LAM, Koopmans M, Bouwstra R, Stegeman A, van der Poel WHM. Clinical and pathological findings in SARS-CoV-2 disease outbreaks in farmed mink (Neovison vison). Vet Pathol 2020;57(5):653-7. DOI

35. Boklund A, Hammer AS, Quaade ML, Rasmussen TB, Lohse L, Strandbygaard B, Jørgensen CS, Olesen AS, Hjerpe FB, Petersen HH, Jensen TK, Mortensen S, Calvo-Artavia FF, Lefèvre SK, Nielsen SS, Halasa T, Belsham GJ, Bøtner A. SARS-CoV-2 in Danish mink farms: course of the epidemic and a descriptive analysis of the outbreaks in 2020. Animals (Basel) 2021;11(1):164. DOI

36. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ; COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. Lancet 2020;395(10242):1973-87. DOI

37. Goulding AM, Wu PE, Gold WL. A care escalation framework to address lapses in donning and doffing of personal protective equipment during the COVID-19 pandemic. Am J Infect Control 2020;48(12):1566-7. DOI

38. Shah VP, Breeher LE, Hainy CM, Swift MD. Evaluation of healthcare personnel exposures to patients with severe acute respiratory coronavirus virus 2 (SARS-CoV-2) associated with personal protective equipment. Infect Control Hosp Epidemiol 2021;1-5. DOI

39. Yen CF, van den Berg P, Pepe DE. Infection prevention measures in acute care settings based on severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 transmission patterns and risk: a review. Curr Opin Infect Dis 2021;34(4):346-56. DOI

40. Larremore DB, Wilder B, Lester E, Shehata S, Burke JM, Hay JA, Tambe M, Mina MJ, Parker R. Test sensitivity is secondary to frequency and turnaround time for COVID-19 screening. Sci Adv 2021;7(1):eabd5393. DOI

41. Grassly NC, Pons-Salort M, Parker EPK, White PJ, Ferguson NM; Imperial College COVID-19 Response Team. Comparison of molecular testing strategies for COVID-19 control: a mathematical modelling study. Lancet Infect Dis 2020;20(12):1381-9. DOI

42. Pomorska-Mól M, Włodarek J, Gogulski M, Rybska M. Review: SARS-CoV-2 infection in farmed minks – an overview of current knowledge on occurrence, disease and epidemiology. Animal 2021;15(7):100272. DOI

43. Environnement et Changement climatique Canada. Lignes directrices pour la surveillance de la faune en réponse à la détection du SRAS-CoV-2 chez des visons d'élevage au Canada. Ottawa, ON : ECCC: 2021. http://www.cwhc-rcsf.ca/docs/miscellaneous/FR_WildlifeSWG_Wildlife-Surveillance-Guidelines_Final-v1.1_2021Nov15.pdf

44. Delahay RJ, de la Fuente J, Smith GC, Sharun K, Snary EL, Flores Girón L, Nziza J, Fooks AR, Brookes SM, Lean FZX, Breed AC, Gortazar C. Assessing the risks of SARS-CoV-2 in wildlife. One Health Outlook 2021;3:7. DOI

Le SRAS-CoV-2 dans des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada : un rapport sur deux éclosions en 2020–2021

Adrianna Paiero[1]*, Emily Newhouse[1,2], Elaine Chan[3,4], Veronic Clair[2,3], Shannon Russell[2,3], James Zlonsnik[2,3], Natalie Prystajecky[2,3], Erin Fraser[2,3]

Résumé

Contexte : Depuis avril 2020, le vison est reconnu comme un réservoir potentiel du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2) et une source potentielle de nouveaux variants. L'objectif de ce rapport est de décrire l'enquête épidémiologique et la réponse de santé publique à deux éclosions de coronavirus 2019 (COVID-19) qui ont impliqué à la fois des humains et des visons d'élevage.

Méthodes : Une éclosion a été déclarée le 4 décembre 2020, à la suite de tests de dépistage positifs pour la COVID-19 de deux travailleurs agricoles et d'une mortalité élevée des visons dans un élevage de visons (ferme 1) en Colombie-Britannique. La deuxième grappe a été détectée dans la ferme 3 après la détection 1) d'un cas de COVID-19 parmi le personnel de la ferme le 2 avril 2021, 2) d'un résultat indéterminé chez le personnel de la ferme le 11 mai 2021 et 3) de visons ayant contracté le SRAS-CoV-2 en mai 2021. La mise en quarantaine des fermes infectées, l'isolement des travailleurs et de leurs contacts proches et l'introduction de pratiques de contrôle de l'infection renforcées ont été mis en œuvre pour briser les chaînes de transmission.

Résultats : Parmi les travailleurs de l'élevage de visons, 11 cas ont été identifiés dans la ferme 1 et 6 cas dans la ferme 3. Dans les fermes 1 et 3, les symptômes caractéristiques du COVID-19 étaient présents chez les employés de la ferme avant que des signes ne soient observés chez les visons. Les séquences virales provenant d'échantillons de visons et d'humains ont démontré une relation génétique étroite. Les analyses phylogénétiques ont établi des intermédiaires de vison reliant les cas humains, suggérant une transmission anthropo-zoonotique.

Conclusion : Il s'agissait des premières éclosions de COVID-19 qui incluaient des troupeaux de visons infectés au Canada et qui ont permis d'établir une transmission anthropique et zoonotique potentielle du SRAS-CoV-2. Nous donnons un aperçu de l'impact positif des mesures de contrôle réglementaire et de la surveillance pour réduire la propagation des variants du SRAS-CoV-2 chez les visons dans la population générale.

Citation proposée : Paiero A, Newhouse E, Chan YLE, Clair V, Russell S, Zlonsnik J, Prystajecky N, Fraser E. Le SRAS-CoV-2 dans des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada : un rapport sur deux éclosions en 2020–2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):302–10. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i06a05f

Mots-clés : vison, contagion, zoonose, SRAS-CoV-2, COVID-19, « Un monde, une santé »

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0

Affiliations

[1] Autorité sanitaire du Fraser, Surrey, BC

[2] Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

[3] Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, Vancouver, BC

[4] Programme canadien d'épidémiologie de terrain, Centre de mesures et d'interventions d'urgence, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

***Correspondance :**
adrianna.paiero@fraserhealth.ca

Introduction

Les visons, mammifères carnivores semi-aquatiques du genre Neogale, ont été identifiés comme un réservoir potentiel du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2), le virus à l'origine de la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) (1). Depuis avril 2020, 12 pays ont signalé une infection par le SRAS-CoV-2 chez le vison (2,3). Les analyses génétiques des éclosions au Danemark et aux Pays-Bas suggèrent des origines anthropozoonotiques potentielles et la propagation du SRAS-CoV-2 divergent du vison dans la communauté élargie, mettant en évidence un risque de biosécurité résultant de la diversification génétique suite à l'adaptation du virus dans un nouvel hôte (4–7).

La vallée du Fraser regroupe tous les élevages de visons de la Colombie-Britannique, au Canada, et a produit 23 % des peaux de visons au Canada en 2020 (8). Les fermes de la Colombie-Britannique sont situées à proximité des grands centres de population. La taille historique du cheptel est nettement inférieure à celle des fermes danoises et néerlandaises, avec une moindre dépendance à l'égard des infrastructures centralisées pour l'alimentation et le pelage. Depuis le début de la pandémie, trois fermes de visons de la Colombie-Britannique ont connu une transmission du SRAS-CoV-2 au sein des troupeaux de visons, et deux de ces éclosions (ferme 1, ferme 3) ont donné lieu à des cas humains documentés (9).

Nous rendons compte de l'enquête épidémiologique sur les deux foyers d'éclosion humaine et de vison génétiquement liés au SRAS-CoV-2 survenus entre décembre 2020 et novembre 2021 en Colombie-Britannique. Nous réfléchissons à l'impact des mesures de contrôle, des vaccins et de la surveillance active, en soulignant comment ces interventions ont pu créer le profil épidémiologique unique observé dans la ferme 3, et nous fournissons des comparaisons avec la ferme 1 et d'autres éclosions décrites dans la littérature.

Méthodes

Aperçu

L'éclosion de la ferme 1 a été détectée le 2 décembre 2020, pendant la saison de récolte des peaux, après que deux ouvriers agricoles aient reçu un diagnostic positif de COVID-19 dans un site de dépistage communautaire. Le propriétaire de la ferme a constaté une augmentation du taux de mortalité global d'environ 1,5 % dans le troupeau de 15 000 visons au cours de la semaine précédente. Un vétérinaire de troupeau a été appelé pour échantillonner les mortalités de visons dans la ferme. Le 4 décembre 2020, la Santé publique a déclaré une éclosion chez les visons et les travailleurs agricoles et le ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (*Ministry of Agriculture, Food and Fisheries* [MAFF]) a mis la ferme en quarantaine après que quatre des cinq échantillons de visons aient donné des résultats non négatifs. Le 24 février 2021, l'éclosion a été déclarée terminée.

Le 2 avril 2021, un travailleur agricole de la ferme 3 a reçu un résultat de dépistage positif avant d'obtenir une immunité à médiation vaccinale par le système de surveillance des travailleurs agricoles du vison établi en février 2021 (9). Le 11 mai 2021, un résultat indéterminé provenant d'un autre travailleur et des mortalités de visons positifs au SRAS-CoV-2 ont été démontrés. Le 12 mai 2021, le MAFF a placé la ferme en quarantaine et une enquête sur l'éclosion a débuté et se poursuivait en date du 1er novembre 2021. Pour les deux fermes, le critère pour qu'une éclosion soit déclarée terminée était que la ferme n'ait détecté aucun échantillon humain ou de vison positif ou indéterminé pendant deux périodes d'incubation consécutives de 14 jours.

Enquête en laboratoire

Le Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique (BCCDC) a effectué des tests de dépistage du SRAS-CoV-2 par réaction en chaîne de la polymérase en temps réel (RT-PCR) en utilisant les cibles des gènes RdRP et E; les échantillons ont été confirmés positifs pour le SRAS-CoV-2 à une valeur de seuil de cycle (Ct) ≤ 35. Le MAFF a effectué des tests préliminaires sur des animaux (signalés comme négatifs ou non négatifs sur la base de la RT-PCR de la cible du gène E) qui ont été confirmés par des tests similaires validés sur des animaux au laboratoire du Centre national des maladies animales exotiques à Winnipeg, au Canada.

Tous les échantillons humains et animaux dont le résultat positif a été confirmé par PCR ont été soumis à un séquençage du génome entier de nouvelle génération (SGE) selon des méthodes de laboratoire décrites en détail ailleurs (10). En bref, les échantillons ont été séquencés sur un instrument Illumina MiSeq ou NextSeq à l'aide d'un schéma d'amplicon de 1 200 pb et analysés à l'aide d'un pipeline Nextflow ARCTIC modifié (10). Les séquences ayant passé le contrôle de qualité (85 % de complétude du génome, 10X de profondeur de couverture et aucun avis de qualité) ont été incluses dans l'analyse phylogénétique. Les arbres phylogénétiques ont été construits à l'aide de Nextstrain (11) et les échantillons ont été manuellement assignés à un variant génétique sur la base d'un critère d'inclusion de trois mutations ou moins. Selon notre schéma d'appel des variants, aucune mutation n'était « identique », 1 à 2 mutations étaient « presque identiques », 3 mutations étaient « similaires » et plus de 3 mutations étaient « différentes ». Ce schéma s'aligne sur le taux de mutation précédemment rapporté chez l'humain d'environ une mutation par période de deux semaines (12). Les échantillons ont reçu une désignation de sous-variant (e.g. Variant 1.1) pour indiquer les groupes de séquences génétiquement identiques. L'affectation des lignées a été réalisée à l'aide de l'outil Phylogenetic Assignment of Named Global Outbreak Lineages (PANGOLIN) Version V.3.1.17 (13).

Recherche de cas et enquête

Pour ces enquêtes, les définitions de cas étaient les suivantes :

- Cas confirmé : un individu qui a travaillé dans la ferme **et** qui avait une RT-PCR positive(Ct : ≤ 35)
- Cas épidémiologiquement lié : une personne qui a travaillé dans la ferme agricole **et** qui a présenté une RT-PCR indéterminée (Ct : 36–50) **et** qui a signalé des symptômes respiratoires compatibles avec le SRAS-CoV-2 au cours des deux semaines précédant le dépistage **ou** était un contact familial d'un cas confirmé

La santé publique a mené des enquêtes sur les cas confirmés dans les 24 heures suivant la notification. Les entretiens ont porté sur la date d'apparition de la maladie, les symptômes, les antécédents d'exposition, les facteurs de risque, les contacts étroits et les liens avec d'autres élevages de visons. Les propriétaires des fermes infectées ont confirmé les fonctions de chaque cas et ont identifié les contacts de la ferme. Les cas ont reçu l'instruction de s'isoler pendant 10 jours. Il a été conseillé aux contacts étroits de visons et d'humains positifs pour le SRAS-CoV-2 de s'auto-isoler pendant les 14 jours suivant leur dernière exposition et de se soumettre à des tests en cas de symptômes.

Enquête sur les animaux et la faune

Les vétérinaires du troupeau ont effectué un échantillonnage hebdomadaire des animaux sur le site. L'échantillonnage des animaux comprenait un écouvillonnage nasopharyngé des visons morts et des visons vivants. Les animaux sauvages capturés par les chasseurs et les trappeurs dans le périmètre de moins de 2 km de chaque local a permis de mieux comprendre le débordement des visons échappés dans la faune environnante, comme décrit dans Strang *et al.* (14). Aucun échantillon d'animaux sauvages n'a été donné un résultat de dépistage positif pour le SRAS-CoV-2.

Analyses épidémiologiques et statistiques

Les détails de la gestion des cas et des contacts étaient disponibles par l'entremise de PARIS, le système d'information de la santé publique de l'autorité sanitaire du Fraser. Les analyses descriptives ont été réalisées à l'aide du logiciel Microsoft Excel (2020). Le taux d'attaque brut des cas secondaires est le nombre de cas confirmés par rapport au nombre de personnes sensibles (i.e. les contacts proches qui n'étaient pas employés dans la ferme). Les contacts partagés ont été comptés une fois.

Interventions

Ferme 1

Le comité provincial «Un monde, une santé », dont les détails figurent au **tableau 1**, a lancé une réponse en tandem à l'éclosion de la ferme 1. La santé publique a procédé à une évaluation de la santé environnementale et des risques professionnels sur le site, a fait passer des tests à tous les travailleurs et a examiné les pratiques de biosécurité. Simultanément, le MAFF a placé la ferme 1 en quarantaine, avec des restrictions sur le transport des animaux, des produits, des marchandises et des personnes à l'intérieur et à l'extérieur du site. Les activités de la ferme étaient limitées à celles nécessaires au bien-être des animaux; les activités en dehors de ce cadre devaient être approuvées par le MAFF. Une enquête sur l'éclosion n'a révélé aucune transmission entre la ferme 1 et les autres fermes de visons de la Colombie-Britannique.

Tableau 1 : Rôle du groupe de travail sur la gestion des éclosions chez les visons

Nom du groupe de travail sur la gestion des éclosions	Rôles
Autorité sanitaire du Fraser	Médecin hygiéniste — gestion des cas et des contacts dirigée cliniquement, responsable du contrôle des éclosions chez l'homme, promulgation d'ordonnances de santé publique Agent en hygiène de l'environnement — a effectué des inspections d'hygiène environnementale, a fourni un examen des plans de sécurité COVID-19, a dénombré les mortalités de visons dans les fermes Infirmière coordinatrice en matière de maladies transmissibles — supervise les enquêteurs d'éclosion, fournit un soutien clinique à l'équipe, supervise la logistique de la gestion des éclosions Enquêteur d'éclosion — a examiné les cas employés dans les fermes, saisi les résultats de laboratoire, assuré le suivi avec les fermes concernant les problèmes liés aux vaccinations et aux tests, effectué l'évaluation clinique des cas dans les fermes Analyste — surveillance et traitement des données de laboratoire, résumé et analyse de l'épidémiologie
Contre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique	Médecin épidémiologiste — a joué un rôle de premier plan dans le soutien du groupe « Un monde, une santé », a rassemblé la littérature scientifique, a mis en relation les intervenants nationaux et les organisations internationales Vétérinaire de santé publique — a fourni une expertise sur l'intersection entre la santé animale et la santé humaine, et a participé à des groupes de travail consultatifs fédéraux Épidémiologiste — conception et mise en œuvre du système de surveillance des visons d'élevage, fourniture de rapports de surveillance, liaison avec le vétérinaire-épidémiologiste du MAFF Personnel de laboratoire — a fourni des services de laboratoire, notamment le traitement des tests hebdomadaires d'amplification en chaîne par polymérase en temps réel du SRAS-CoV-2 et le séquençage génomique des cas humains, a fourni l'interprétation des données de séquençage génomique

Tableau 1 : Rôle du groupe de travail sur la gestion des éclosions chez les visons (*suite*)

Nom du groupe de travail sur la gestion des éclosions	Rôles
Contre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique (*suite*)	Coordination du transport des échantillons animaux vers le Laboratoire national de microbiologie pour le traitement et le séquençage
Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation	Responsable de la santé et du bien-être des animaux, de la gestion des éclosions dans les milieux agricoles; a effectué des tests sur les animaux, a fourni des conseils sur les procédures de réduction des risques
WorkSafeBC	Réglementation de la sécurité des travailleurs agricoles, soutien à l'élaboration de protocoles et de normes pour la sécurité du travail dans les fermes agricoles
Ministère des forêts, des terres, de l'exploitation des ressources naturelles et du développement rural	Surveillance soutenue de la faune sauvage dans les fermes environnantes
Agence canadienne d'inspection des aliments	Consultations d'experts et conseils scientifiques
Ministère de l'environnement	Rejets environnementaux réglementés, y compris le fumier

Abréviations : COVID-19, maladie à coronavirus 2019; MAFF, ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (*Ministry of Agriculture, Food and Fisheries*); SRAS-CoV-2, coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2

Le comité « Un monde, une santé » a fourni des instructions pour les soins aux animaux, notamment en réduisant la durée et la fréquence des interactions, en limitant les soins aux personnes asymptomatiques et en renforçant l'hygiène des mains. Les mesures de biosécurité renforcées pour les soins aux visons comprenaient l'utilisation d'un équipement de protection individuelle complet (i.e. masques N95, combinaison Tyvex jetable, gants longs en caoutchouc, bottes en caoutchouc), l'établissement d'une zone de quarantaine pour mettre et enlever l'équipement de protection individuelle, et des procédures d'assainissement pour les bottes et les gants souillés. Les masques chirurgicaux étaient suffisants lorsque les travailleurs n'étaient pas à proximité immédiate des visons.

Trois ouvriers agricoles ont été autorisés à euthanasier le troupeau aux fins de la production de peaux du 16 au 24 décembre 2020, car l'écorchage permettrait d'éliminer les visons infectés et de réduire le risque de transmission ultérieure. Les animaux de reproduction ont été conservés. Tous les visons euthanasiés ont été stockés dans le congélateur de la ferme pour un traitement ultérieur. Les travailleurs agricoles impliqués dans l'écorchage ont été libérés de l'isolement 14 jours après l'euthanasie du dernier vison. Après l'écorchage, aucun cas de SRAS-CoV-2 n'a été détecté dans le troupeau.

Ferme 3

Si la réponse à l'éclosion de la ferme 3 présentait de nombreuses similitudes avec la ferme 1, la différence la plus importante entre les deux réponses était la présence de mesures préventives et d'une infrastructure de surveillance à l'échelle de l'industrie, mises en place de la mi-décembre 2020 à avril 2021. Ces mesures comprenaient la création d'un système de surveillance humaine volontaire hebdomadaire pour détecter les cas asymptomatiques ou pré-symptomatiques parmi les travailleurs agricoles, ainsi que des mandats de santé publique pour assurer des tests hebdomadaires sur les mortalités de visons, des mesures de biosécurité renforcées (comme décrit pour la ferme 1) et la vaccination des travailleurs agricoles (9).

En plus des mesures susmentionnées, la santé publique a exigé que tous les travailleurs de la ferme 3 exposés au troupeau de visons suivent une quarantaine travail-domicile du 11 mai au 9 juin 2021. Le dépistage volontaire des travailleurs agricoles est passé de 2 à 3 fois par semaine. Les inspections simultanées de la santé environnementale ont révélé une conformité acceptable avec les exigences de biosécurité nouvellement établies au niveau provincial.

Résultats

Éclosion de la ferme 1

Il y a eu 11 cas parmi 12 ouvriers agricoles (8 cas confirmés; 3 cas épidémiologiquement liés) associés à l'éclosion de la ferme 1 (**tableau 2**). Les cas présentaient des symptômes étroitement groupés du 25 novembre au 4 décembre 2020 (**figure 1**). Une importante mortalité des visons a suivi de 8 jours l'apparition des symptômes chez les 2 cas index. Notamment, 2 des 4 travailleurs migrants logés ensemble étaient asymptomatiques avec des valeurs Ct élevées, ce qui suggère une infection à distance et un début potentiellement plus précoce que ce qui a été rapporté à la santé publique.

L'inspection de la santé environnementale du 5 décembre 2020 a permis de déterminer des pratiques de contrôle des infections faibles. Parmi les constatations pertinentes, citons l'utilisation de masques en tissu, un seul poste de lavage des mains avec une serviette réutilisable et l'absence de registre des questions de sélection à l'entrée ou de nettoyage, ce qui peut avoir facilité la transmission du vison à l'humain.

L'analyse phylogénétique pour la ferme 1 comprenait 8 ouvriers agricoles sur 11, 6 contacts proches et 151 échantillons de visons qui ont généré des données de séquence de haute qualité. Tous les échantillons de la ferme 1 se sont regroupés au sein d'un variant génétique distinct (variant 1) de la lignée AW.1, une lignée circulant localement en octobre 2020 (**figure 2**). Quatre échantillons de travailleurs agricoles et un contact du ménage séquencé d'un cas index étaient génétiquement identiques

Tableau 2 : Données démographiques et symptômes des cas confirmés et épidémiologiquement liés aux éclosions de COVID-19 dans les élevages de visons de décembre 2020 au 31 octobre 2021

Données démographiques et symptômes	Dans l'ensemble		Ferme 1		Ferme 3	
	n	%	n	%	n	%
Nombre de cas	17	17	11	11	6	6
Type de cas						
Cas confirmé	14	82,4	8	72,7	6	100
Cas épidémiologiquement lié	3	17,6	3	27,3	0	0
Groupe d'âge (années)						
20 à 39	7	41,2	5	45,5	2	33,3
40 à 79	10	58,8	6	54,5	4	66,7
Statut vaccinal						
Pas de vaccination	11	64,7	11	100	0	0
Dans les 14 jours suivant la première dose	1	5,9	0	0	1	16,7
Deux doses valables	5	29,4	0	0	5	83,3
Symptômes						
Asymptomatique	5	29,4	2	18,2	3	50,0
Frissons	3	17,6	3	27,3	0	0
Fièvre	3	17,6	2	18,2	1	16,7
Nez qui coule	3	17,6	1	9,1	2	33,3
Mal de gorge	3	17,6	2	18,2	1	16,7
Toux	2	11,8	2	18,2	0	0
Fatigue	2	11,8	2	18,2	0	0
Myalgie	2	11,8	2	18,2	0	0
Congestion nasale	2	11,8	2	18,2	0	0

Abréviation : COVID-19, maladie à coronavirus 2019

ou presque identiques entre eux et aux échantillons de visons (variant 1.2.1). L'autre cas index séquencé s'est regroupé sur une branche divergente de l'arbre (variant 1.3.2.2.1). Les isolats de vison ont servi d'intermédiaires génétiques entre les séquences humaines (variant 1.2.4 et 1.3.2.1). Notamment, les cas communautaires liés au variant 1.3.2.2.1 avec une apparition après le 3 décembre 2020, comprenaient des grappes parmi les populations vulnérables, telles que les personnes recevant des soins de longue durée. Les variants 1.3.2.2.1 et 1.2.1 n'ont pas été détectés par la surveillance SGE de routine dans la communauté avant l'éclosion.

Éclosion de la ferme 3

La courbe épidémique de l'éclosion de la ferme 3 ressemble à celle que l'on attend d'une source intermittente, elle s'est étendue d'avril à octobre 2021 et a comporté moins de cas humains que dans la ferme 1 (six cas confirmés) malgré un effectif similaire (tableau 2, **figure 3**). Hors du cas index, les nouveaux cas humains étaient associés à des niveaux élevés de contact entre visons et humains. Les deux cas confirmés apparus en juillet étaient liés à un manque lié aux équipements de protection individuelle signalé lors d'une période de chaleur en juin 2021, tandis que les trois cas d'octobre sont apparus après une période de déplacement intense des animaux. Par rapport à la ferme 1, l'éclosion de la ferme 3 présentait une plus grande proportion de cas asymptomatiques (ferme 3 = 50,0 %; ferme 1 = 18,2 %, tableau 2) et des taux d'attaque plus faibles parmi les contacts proches (ferme 3 = 12,5 %; ferme 1 = 29,4 %).

Cinq des six échantillons humains et 79 échantillons de vison ont généré des données de séquence de haute qualité et ont été inclus dans l'analyse phylogénétique (figure 3). Les échantillons humains et de visons se sont regroupés étroitement sur des arbres qui ont divergé de la lignée B.1.618. Les séquences de vison étaient génétiquement intermédiaires entre les séquences humaines (variant 1.4.1 et variant 3.7.1) et aucun

Figure 1 : Diagramme de Gantt des cas confirmés et épidémiologiquement liés parmi les travailleurs de l'élevage de visons de la ferme 1 en Colombie-Britannique, Canada

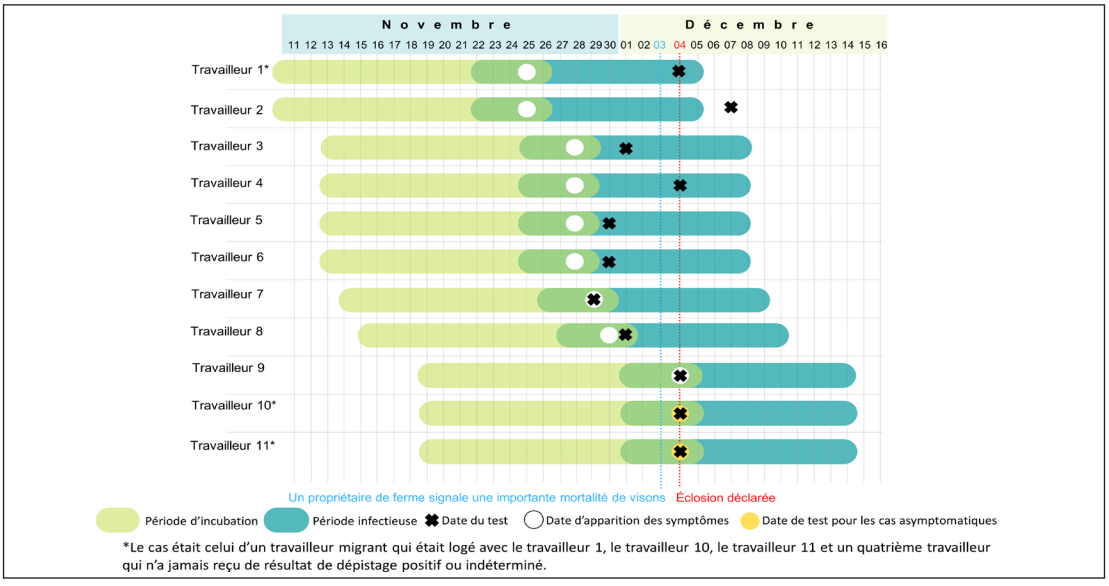
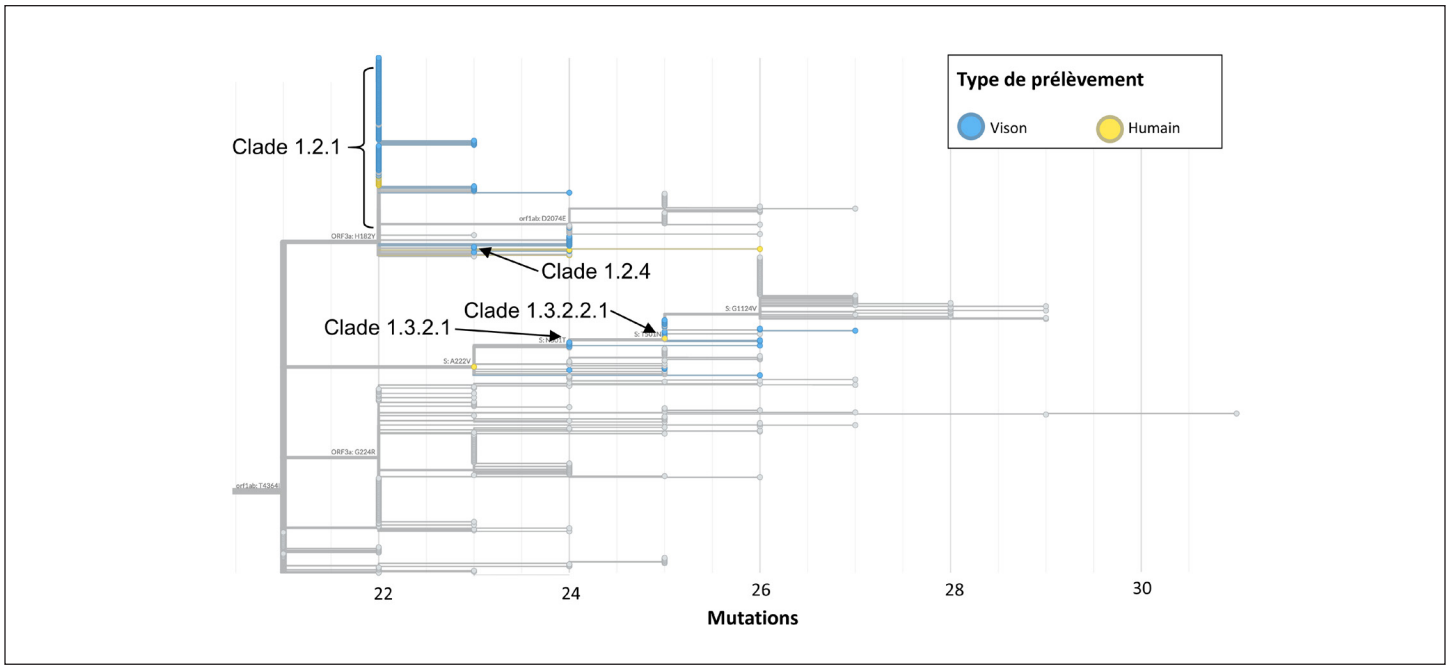
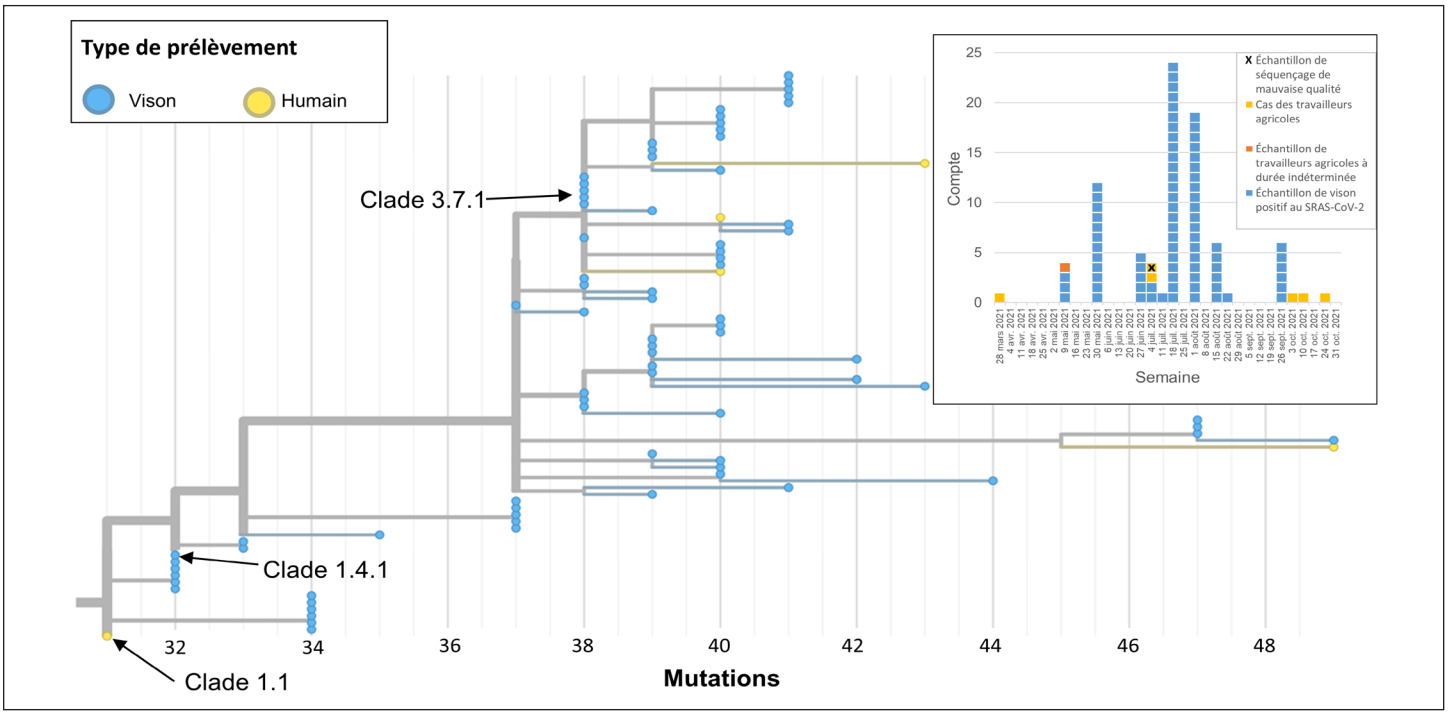


Figure 2 : Ferme 1 et un sous-ensemble de cas communautaires[a] de SRAS-CoV-2 identifiés en Colombie-Britannique, Canada, du 10 novembre 2020 au 19 décembre 2020



Abréviation : SRAS-CoV-2, coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2
[a] Cet arbre ne contient que les cas communautaires classés comme appartenant au SRAS-CoV-2 PANGOLIN AW.1. D'autres lignées circulaient à cette époque en Colombie-Britannique; toutefois, elles n'ont pas été considérées comme génétiquement liées aux cas de la ferme 1 et ont donc été exclues de cet arbre phylogénétique personnalisé. La courbe épidémique correspondante des échantillons de visons et d'humains confirmés positifs pour le SRAS-CoV-2 est présentée dans le coin supérieur droit. Le cas index des travailleurs agricoles avec des données de séquençage de haute qualité et une apparition le 25 novembre 2020 a été classé dans le variant 1.3.2.2.1. Un contact familial du cas index avec des données de séquençage de faible qualité a été groupé avec quatre échantillons de travailleurs agricoles dans le variant 1.2.1

Figure 3 : Ferme 3 — échantillons humains et de visons de SRAS-CoV-2 établis en Colombie-Britannique, Canada, du 2 avril 2021 au 31 octobre 2021



Abréviation : SRAS-CoV-2, coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2
Note : La courbe épidémique correspondante des visons confirmés positifs pour le SRAS-CoV-2 et des échantillons de travailleurs agricoles positifs et indéterminés est indiquée dans le coin supérieur droit. Le premier cas de travailleur agricole atteint a eu lieu le 2 avril 2021 et a été classé dans le variant 1.1

échantillon humain ne partageait le même variant. Alors que la lignée B.1.618 circulait dans la région au moment du premier cas humain (variant 1.1), une couverture de séquençage de plus de 80 % des cas communautaires au moment des cas humains ultérieurs dans la ferme 3 n'a pas détecté de circulation communautaire de fond de cette souche. Aucune transmission communautaire des souches de la ferme 3 n'a été détectée.

Discussion

Ce rapport résume deux éclosions de COVID-19 chez des éleveurs de visons et leur cheptel au Canada. Dans les deux fermes, les symptômes étaient présents chez le personnel avant d'être détectés chez les visons, les séquences virales des isolats provenant des visons et de l'homme étaient étroitement liées, et les cas humains sont apparus principalement pendant les périodes de contact élevé entre l'humain et les visons (i.e. pendant l'écorchage et le déplacement des animaux). Ces résultats indiquent une probable introduction anthropique du SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons par le personnel de la ferme, une évolution virale dans l'hôte vison puis une réintroduction dans les hôtes humains. Les variations de la durée et des schémas de transmission observées entre les éclosions peuvent être attribuées aux différentes mesures de santé publique en place au début de chaque éclosion.

La transmission rapide observée dans la ferme 1 peut être attribuée à une détection tardive, à l'absence d'immunité naturelle ou à médiation vaccinale chez les ouvriers agricoles et les visons et à des mesures de contrôle de biosécurité inefficaces. Parmi les facteurs ayant entraîné une détection tardive de l'éclosion, on peut citer les tests communautaires réalisés à l'initiative des intéressés et la propagation précoce parmi la main-d'œuvre migrante cohabitante une population bien connue pour son accès limité aux services de santé (15,16). La brièveté de l'éclosion peut également être attribuée à l'épuisement de la population d'ouvriers agricoles sensibles (taux d'attaque de 91,6 %) et à l'élimination de la source de l'éclosion par l'écorchage du troupeau de visons.

La détection tardive de l'éclosion de la ferme 1 rend difficile l'établissement de la date d'introduction dans la ferme et de la chaîne de transmission, qui pourrait plausiblement avoir commencé plusieurs semaines avant le cas index. Bien qu'il soit difficile d'établir la direction de la transmission pour tous les cas, l'analyse SGE suggère fortement que deux cas humains ont acquis le SRAS-CoV-2 à partir du vison. La transmission du vison à l'homme est également confirmée par la divergence génétique rapide observée dans la ferme 1, qui va au-delà de la mutation approximative d'une semaine sur deux attendue par la seule transmission interhumaine (12).

L'absence de souches communautaires co-circulantes apparentées, la dispersion des cas humains dans le temps, l'épidémiologie et le SGE ont mis en évidence des transmissions multiples du vison à des humains entièrement vaccinés pendant sept mois dans la ferme 3. Bien que d'autres rapports d'éclosions aient suggéré que les éclosions chez les visons d'élevage peuvent se terminer rapidement (2,6), la chronologie de l'éclosion de la ferme 3 a démontré qu'une éclosion de troupeau peut persister pendant des mois et fonctionner comme une source intermittente de SRAS-CoV-2. Cela complète les preuves existantes selon lesquelles le vison peut fonctionner comme un réservoir de longue date du SRAS-CoV-2 (6,17). Si la vaccination et le renforcement des pratiques de biosécurité ont permis de réduire le risque de transmission, comme le montre la forte proportion de cas asymptomatiques (ferme 1 = 18,2 %; ferme 3 = 50,0 %) et les intervalles d'un mois entre les cas chez les travailleurs agricoles dans la ferme 3 par rapport à la ferme 1, ils n'ont pas pu éliminer la transmission de vison à homme à partir d'un groupe de vison établi. Des recherches sur les facteurs liés à l'élevage qui contribuent à une infection prolongée chez les visons sont nécessaires pour éclairer les futurs efforts de prévention.

L'absence de débordement dans la communauté à partir de la ferme 3 illustre l'importance potentielle des politiques provinciales adoptées en Colombie-Britannique qui ont conduit à la mise en place de systèmes de détection précoce des éclosions, à des mesures de biosécurité renforcées et à la vaccination précoce des éleveurs de visons et de leurs ménages (9). Plus précisément, la détection précoce des cas grâce à la surveillance bihebdomadaire des travailleurs et aux vaccinations peut expliquer l'absence de transmission d'un travailleur agricole à l'autre et le faible taux d'attaque parmi les contacts proches des travailleurs agricoles dans la ferme 3 par rapport à la ferme 1 (ferme 3 = 12,5 %; ferme 1 = 29,4 %). Simultanément, la propagation du SRAS-CoV-2 à la ferme 1 dans les populations à haut risque de la communauté, similaire à des rapports antérieurs au Danemark (4) et aux Pays-Bas (6), illustre le risque de détection tardive de l'infection dans les élevages de visons. Cette différence peut également indiquer l'introduction du variant de la ferme 3 dans une population fortement vaccinée à un moment où la prévalence communautaire du variant Delta, la lignée dominante à partir du 4 juillet 2021, était élevée (18,19).

Les points forts de cette enquête sur l'éclosion comprenaient l'adoption d'une approche « Un monde, une santé » qui a intégré de multiples agences pour répondre à un agent pathogène avec une capacité démontrée de débordement humain. Des tests complets et fréquents du personnel pendant les éclosions rendent peu probable l'apparition de cas intermédiaires humains non détectés.

Limites

Le présent rapport comporte plusieurs limites. Les données sur les symptômes et les contacts étroits étaient autodéclarées et vulnérables aux biais de désirabilité sociale et de rappel. En raison de préoccupations concernant les impacts économiques,

logistiques et de réputation, les travailleurs agricoles et les propriétaires peuvent avoir hésité à signaler un grand nombre de contacts. Il est difficile d'établir une relation de cause à effet entre les initiatives individuelles et leurs effets sur le contrôle de chaque éclosion étant donné l'application de multiples interventions. Malgré ces limites, ce rapport s'ajoute à la littérature sur la menace émergente du SRAS-CoV-2 dans les réservoirs de visons et décrit les actions qui ont conduit à l'interruption de la chaîne de transmission des variants de visons dans la plus grande autorité sanitaire de la Colombie-Britannique.

Conclusion

Ces éclosions apportent des preuves supplémentaires de la transmission zoonotique du SRAS-CoV-2 du vison à l'homme et de la possibilité d'une propagation communautaire ultérieure. La deuxième éclosion de la ferme 3 a démontré que le risque d'acquisition par l'homme peut persister pendant des mois lors d'éclosions plus longues dans les troupeaux de visons. Les exigences en matière de biosécurité, la vaccination du personnel et un système de surveillance continue ont contribué à réduire la propagation des variants du vison dans la communauté générale; toutefois, ces mesures n'ont pas permis d'éliminer le risque de transmission du vison à l'homme lors des infections persistantes des troupeaux. Ces résultats démontrent aux autres territoires l'importance de la surveillance active pour soutenir une réponse rapide au SRAS-CoV-2 dans ces milieux à haut risque. Une approche « Un monde, une santé » est nécessaire pour répondre avec succès aux éclosions impliquant des humains et des animaux, car les experts de différents domaines doivent collaborer pour limiter la propagation des maladies.

Déclaration des auteurs

Le premier auteur nommé est l'auteur principal et correspondant. Tous les autres auteurs sont classés par ordre alphabétique.
A. P. — Conceptualisation, validation, conservation des données, analyse formelle, rédaction–projet original, rédaction–révision et édition, visualisation
E. C. — Conservation des données, rédaction–révision et édition
E. F. — Ressources, rédaction–révision et édition
F. R. — Conceptualisation, validation, rédaction–projet original, rédaction–révision et édition
J. Z. — Enquête, ressources, analyse formelle, visualisation, rédaction–révision et édition
N. P. — Enquête, ressources, analyse formelle, visualisation, rédaction–révision et édition
S. R. — Enquête, ressources, analyse formelle, visualisation, rédaction–révision et édition
V. C. — Conceptualisation, validation, rédaction–révision et édition

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les membres du comité provincial « Un monde, une santé » et ses conseillers externes, notamment ses partenaires : Service des maladies transmissibles et de la vaccination du Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique (BCCDC); laboratoire de santé publique du BCCDC; Autorité sanitaire du Fraser; ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAFF); WorkSafeBC; ministère des forêts, des terres, de l'exploitation des ressources naturelles et du développement rural; et l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Nous tenons à remercier l'équipe de gestion des cas et des contacts de l'autorité sanitaire du Fraser les inspecteurs de santé environnementale de l'autorité sanitaire du Fraser et de WorkSafeBC, ainsi que les vétérinaires du MAFF et le personnel du centre de santé animale pour le travail qu'ils ont accompli sur le terrain pour répondre aux éclosions de SRAS-CoV-2 dans les élevages de visons, les évaluer et les atténuer. Nous tenons également à remercier les infirmières de l'équipe d'intervention rapide sur le COVID-19 du BCCDC pour leur aide dans la formation des travailleurs à la collecte d'échantillons de gargarisme salins, ainsi que le personnel du laboratoire de santé publique du BCCDC et les épidémiologistes et analystes de données du BCCDC et de l'autorité sanitaire du Fraser pour leurs efforts dans la mise en place du système de surveillance continue du COVID-19 des travailleurs agricoles du vison et la production de rapports à ce sujet.

Financement

Ce travail a été financé par l'Agence de santé publique du Canada, le Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique et l'autorité sanitaire du Fraser. Une subvention supplémentaire pour Genome BC a financé le séquençage génomique et les analyses phylogénétiques complètes pour le vison et les échantillons environnementaux.

Références

1. Pomorska-Mól M, Włodarek J, Gogulski M, Rybska M. Review: SARS-CoV-2 infection in farmed minks – an overview of current knowledge on occurrence, disease and epidemiology. Animal 2021;15(7):100272. DOI

2. Oreshkova N, Molenaar RJ, Vreman S, Harders F, Munnink BBO, Hakze-van der Honing RW, Gerhards N, Tolsma P, Bouwstra R, Sikkema RS, Tacken MG, de Rooij MM, Weesendorp E, Engelsma MY, Bruschke CJ, Smit LA, Koopmans M, van der Poel WH, Stegeman A. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. Euro Surveill 2020;25(23):2001005. DOI

3. World Organisation for Animal Health. COVID-19; (accédé 2021-12-08). http://web.archive.org/web/20220209150831/https:/www.oie.int/en/what-we-offer/emergency-and-resilience/covid-19/#ui-id-3

4. Hammer AS, Quaade ML, Rasmussen TB, Fonager J, Rasmussen M, Mundbjerg K, Lohse L, Strandbygaard B, Jørgensen CS, Alfaro-Núñez A, Rosenstierne MW, Boklund A, Halasa T, Fomsgaard A, Belsham GJ, Bøtner A. SARS-CoV-2 Transmission between Mink (Neovison vison) and Humans, Denmark. Emerg Infect Dis 2021;27(2):547-51. DOI

5. Fenollar F, Mediannikov O, Maurin M, Devaux C, Colson P, Levasseur A, Fournier P-E, Raoult D. Mink, SARS-CoV-2, and the Human-Animal Interface. Front Microbiol 2021;12:663815. DOI

6. Munnink BBO, Sikkema RS, Nieuwenhuijse DF, Molenaar RJ, Munger E, Molenkamp R, van der Spek A, Tolsma P, Rietveld A, Brouwer M, Bouwmeester-Vincken N, Harders F, Hakze-van der Honing R, Wegdam-Blans MCA, Bouwstra RJ, GeurtsvanKessel C, van der Eijk AA, Velkers FC, Smit LAM, Stegeman A, van der Poel WHM, Koopmans MPG. Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans and mink and back to humans. Science 2021;371(6525):172–7. DOI

7. Larsen CS, Paludan SR. Corona's new coat: SARS-CoV-2 in Danish minks and implications for travel medicine. Travel Med Infect Dis 2020;38:101922. DOI

8. Statistique Canada. Bilan des visons et renards dans les fermes d'élevage et nombre de fermes. Ottawa, ON : StatCan; 2021. (accédé 2021-12-01). https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210011601&pickMembers%5B0%5D=1.1&pickMembers%5B1%5D=2.7&cubeTimeFrame.startYear=2016&cubeTimeFrame.endYear=2020&referencePeriods=20160101%2C20200101&request_locale=fr

9. Clair V, Chan YLE, Paiero A, Fraser E, Gunvaldsen R, Newhouse E. Réponse « Un monde, une santé » au risque de SRAS-CoV-2 associé à l'élevage de visons en Colombie-Britannique, au Canada, d'octobre 2020 à octobre 2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):288–301. DOI

10. Hickman R, Nguyen J, Lee TD, Tyson JR, Azana R, Tsang F, Hoang L, Prystajecky N. Rapid, High-Throughput, Cost Effective Whole Genome Sequencing of SARS-CoV-2 Using a Condensed One Hour Library Preparation of the Illumina DNA PrEP Kit. MedRxiv. 2022;2022.02.0722269672. DOI

11. Hadfield J, Megill C, Bell SM, Huddleston J, Potter B, Callender C, Sagulenko P, Bedford T, Neher RA. Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution. Bioinformatics 2018;34(23);4121-3. DOI

12. Candido DS, Claro IM, de Jesus JG, Souza WM, Moreira FRR, Dellicour S, Mellan TA, du Plessis L, Pereira RHM, Sales FCS, Manuli ER, Thézé J, Almeida L, Menezes MT, Voloch CM, Fumagalli MJ, Coletti TM, da Silva CAM, Ramundo MS, Amorim MR, Hoeltgebaum HH, Mishra S, Gill MS, Carvalho LM, Buss LF, Prete CA Jr, Ashworth J, Nakaya HI, Peixoto PS, Brady OJ, Nicholls SM, Tanuri A, Rossi ÁD, Braga CKV, Gerber AL, de C Guimarães AP, Gaburo N Jr, Alencar CS, Ferreira ACS, Lima CX, Levi JE, Granato C, Ferreira GM, Francisco RS Jr, Granja F, Garcia MT, Moretti ML, Perroud MW Jr, Castiñeiras TMPP, Lazari CS, Hill SC, de Souza Santos AA, Simeoni CL, Forato J, Sposito AC, Schreiber AZ, Santos MNN, de Sá CZ, Souza RP, Resende-Moreira LC, Teixeira MM, Hubner J, Leme PAF, Moreira RG, Nogueira ML; Brazil-UK Centre for Arbovirus Discovery, Diagnosis, Genomics and Epidemiology (CADDE) Genomic Network, Ferguson NM, Costa SF, Proenca-Modena JL, Vasconcelos ATR, Bhatt S, Lemey P, Wu CH, Rambaut A, Loman NJ, Aguiar RS, Pybus OG, Sabino EC, Faria NR. Evolution and epidemic spread of SARS-CoV-2 in Brazil. Science 2020;369(6508):1255-60. DOI

13. Rambaut A, Holmes EC, O'Toole Á, Hill V, McCrone JT, Ruis C, du Plessis L, Pybus OG. A dynamic nomenclature proposal for SARS-CoV-2 lineages to assist genomic epidemiology. Nat Microbiol 2020;5(11):1403-7. DOI

14. Strang T, Flockhart L, Thacker C, Schwantje H, Soos C, Dibernardo A, Lindsay LR, Toledo NPL, Beauclerc K, Fraser E, Prystajecky N, Himsworth C. Surveillance du SRAS-CoV-2 dans la faune sauvage près des élevages de visons en Colombie-Britannique, Canada. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):279–87. DOI

15. Hennebry J, McLaughlin J, Preibisch K. Out of the Loop: (In) access to Health Care for Migrant Workers in Canada. J Int Migr Integr 2015;17(2). DOI

16. Haley E, Caxaj S, George G, Hennebry JL, Martell E, McLaughlin J. Migrant Farmworkers Face Heightened Vulnerabilities During COVID-19. JAFSCD 2020;9(3):35–9. DOI

17. Rasmussen T, Fonager J, Jorgensen S, Lassauniere R, Hammer A, Quaade ML, Boklund A, Lohse L, Strandbygaard B, Rasmussen M, Michaelsen TY, Mortensen S, Fomsgaard A, Belsham GJ, Bøtne A. Infection, recovery and reinfection of farmed mink with SARS-CoV-2. PLoS Pathog 2021;17(11):e1010068. DOI

18. Torjesen I. Covid-19: Delta variant is now UK's most dominant strain and spreading through schools. BMJ 2021;373:n1445. DOI

19. BC Centre for Disease Control. Weekly update of Variants of Concern (VOC). Vancouver, BC: BCCCDC; Nov 26, 2021. https://web.archive.org/web/20211218070609/http://www.bccdc.ca/Health-Info-Site/Documents/VoC/VoC_weekly_11262021.pdf

Une éclosion multiprovinciale de *Salmonella* Typhimurium au Canada associée à une exposition à des hérissons de compagnie, 2017 à 2020

Katharine Fagan-Garcia[1], Leann Denich[2], Joanne Tataryn[3], Rachelle Janicki[2], Olivia Van Osch[2], Ashley Kearney[4], Cynthia Misfeldt[4], Céline Nadon[4], Colette Gaulin[5], Victor Mah[6], Raminderjeet Sandhu[7], Michelle Waltenburg[8], Bijay Adhikari[9], Hanan Smadi[10], Anne-Marie Lowe[2]*

Résumé

Contexte : En octobre 2020, une enquête a été ouverte au Canada sur une éclosion d'infections à *Salmonella* Typhimurium de la même souche qu'une éclosion concomitante aux États-Unis, liée à des hérissons de compagnie. L'objectif de cet article est d'identifier la source de l'éclosion, de déterminer s'il existe un lien entre les éclosions canadienne et américaine et de définir les facteurs de risque d'infection afin de guider les interventions de santé publique.

Méthodes : Les cas ont été établis par le séquençage du génome entier des isolats de *S.* Typhimurium. Des renseignements ont été recueillis sur les expositions des cas, y compris les contacts avec les animaux. Des spécimens de hérissons et de l'environnement ont été testés pour *S.* Typhimurium et une enquête de traçabilité a été menée.

Résultats : Il y avait 31 cas dans six provinces, avec des dates d'apparition de la maladie allant du 1er juin 2017 au 15 octobre 2020. L'âge médian des cas était de 20 ans et 52 % étaient des femmes. Les isolats ont été regroupés entre 0 et 46 différences d'allèles lors du typage de séquence du génome entier sur plusieurs locus. Sur les 23 cas pour lesquels on disposait de renseignements sur l'exposition, 19 (83 %) ont déclaré avoir été en contact avec des hérissons dans les sept jours précédant les symptômes; 15/18 (83 %) ont déclaré un contact direct et 3/18 (17 %) un contact indirect. L'enquête de traçabilité n'a pas permis d'établir une source commune de hérissons, mais a mis en évidence une industrie dotée d'un réseau de distribution complexe. La souche de l'éclosion a été détectée dans des échantillons prélevés sur un hérisson au domicile d'un des cas et sur un hérisson dans un zoo du Québec.

Conclusion : Le contact direct et indirect avec des hérissons a été établi comme la source de cette éclosion de *S.* Typhimurium. Les communications de santé publique visaient à sensibiliser aux risques de zoonoses liés aux hérissons et à faire connaître les principales pratiques d'hygiène permettant de réduire la transmission des maladies.

Citation proposée : Fagan-Garcia K, Denich L, Tataryn JR, Janicki R, Van Osch O, Kearney A, Misfeldt C, Nadon CA, Gaulin C, Mah V, Sandhu R, Waltenburg MA, Adhikari B, Smadi H, Lowe A-M. Une éclosion multiprovinciale de *Salmonella* Typhimurium au Canada associée à une exposition à des hérissons de compagnie, 2017 à 2020. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(6):311–20.
https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i06a06f

Mots-clés : salmonelle, *S.* Typhimurium, hérisson, zoonotique, entérique, éclosion

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0

Affiliations

[1] Programme canadien d'épidémiologie de terrain, Agence de la santé publique du Canada, Toronto, ON

[2] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada, Guelph, ON

[3] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada, Saskatoon, SK

[4] Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, MB

[5] Direction de la vigie sanitaire, ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, QC

[6] Ministère de la santé, Edmonton, AB

[7] Services de santé de l'Alberta, Calgary, AB

[8] Division des maladies d'origine alimentaire, hydriques et environnementales, Centres de prévention et contrôle des maladies, Atlanta, GA

[9] Gouvernement de la Saskatchewan, Regina, SK

[10] Santé du Nouveau-Brunswick, Fredericton, NB

***Correspondance :**
anne-marie.lowe@phac-aspc.gc.ca

Introduction

Salmonella reste une cause majeure de maladies entériques humaines au Canada. Les symptômes de la salmonellose commencent généralement 6 à 72 heures après l'exposition et peuvent comprendre de la fièvre, des frissons, de la diarrhée, des crampes abdominales, des maux de tête, des nausées et des vomissements qui disparaissent généralement en 4 à 7 jours (1). Bien que de nombreuses infections soient liées à la consommation d'aliments contaminés, on estime que 13 à 19 % d'entre elles sont associées au contact avec des animaux (2–4). Les bactéries *Salmonella* colonisent le tube digestif d'un grand éventail d'espèces hôtes; les animaux peuvent présenter une maladie clinique à la suite de l'infection, mais la plupart du temps, aucun signe clinique n'est observé, avec une excrétion fécale et un portage intermittent (5). De nombreuses éclosions de *Salmonella* Typhimurium aux États-Unis et au Canada ont été liées à un contact direct ou indirect avec divers petits animaux de compagnie et leurs aliments, notamment des rongeurs et autres petits mammifères (souris, rats, cochons d'Inde, hérissons), des reptiles et des amphibiens (grenouilles, tortues, serpents) ainsi que des chiens et des chats (6–8).

Les hérissons ont gagné en popularité comme petits animaux de compagnie au cours des dernières décennies, le hérisson pygmée africain (*Atelerix albiventris*) étant l'espèce la plus souvent vendue dans le commerce des petits animaux de compagnie en Amérique du Nord (9–11). L'élevage en captivité est en place au Canada et aux États-Unis, car l'importation directement d'Afrique est interdite en raison de leur potentiel de transmission de maladies graves, notamment la fièvre aphteuse (10–12). Les hérissons peuvent être une source de plusieurs zoonoses, dont la salmonellose (11,13,14). Les infections à *Salmonella* chez les hérissons peuvent entraîner une maladie clinique; cependant, beaucoup d'entre eux restent des porteurs asymptomatiques, la prévalence du portage de *Salmonella* dans les populations de hérissons sauvages variant de 0 à 96 % (10,11,14–16).

Un certain nombre d'éclosions et de cas individuels de *Salmonella* liés à des hérissons de compagnie ou sauvages ont été signalés depuis les années 1990 (11), impliquant différents sérotypes, dont *S.* Tilene (17–19), *S.* Typhimurium (10,16,19,20), *S.* Enteritidis (21,22) et *S.* Stanley (23). Au Canada, de 1995 à 1997, il y a eu une éclosion multiprovinciale de 10 cas de *S.* Tilene associés à des hérissons et des phalangers du sucre de compagnie (18). Les Centres de prévention et de contrôle des maladies (CDC) des États-Unis ont enquêté sur trois éclosions multi-états d'infections à *S.* Typhimurium liées à des hérissons de compagnie, survenues entre 2011 et 2013, en 2018–2019 et en juillet 2020 (10,24–27). Ces éclosions ont été causées par une souche de *S.* Typhimurium génétiquement similaire, comme l'a déterminé le séquençage du génome entier (SGE), ce qui suggère une large diffusion dans l'industrie américaine des hérissons de compagnie (25–27).

En octobre 2020, une enquête canadienne a été lancée par l'Agence de la santé publique du Canada (l'Agence) et les responsables provinciaux de la santé publique lorsque des isolats de *S.* Typhimurium provenant d'humains ont été établis comme étant génétiquement liés par SGE à l'éclosion américaine de hérissons de compagnie (26). Les objectifs de l'enquête sont de déterminer la source de la maladie et les facteurs de risque d'infection, de déterminer s'il existe un lien épidémiologique entre les éclosions américaine et canadienne, et de mettre en œuvre des interventions de santé publique, notamment des activités d'éducation et de sensibilisation.

Méthodes

Aperçu

À la suite de la notification par les CDC, le 19 septembre 2020, d'une éclosion d'infections à *S.* Typhimurium liée à un contact avec des hérissons de compagnie (25), des isolats canadiens génétiquement apparentés ont été identifiés par le biais de PulseNet Canada (PNC) (28). L'enquête sur l'éclosion canadienne a débuté le 28 octobre 2020, avec pour objectif de décrire les cas d'éclosion de *S.* Typhimurium, et d'établir et de retracer la source de l'éclosion.

Détection de l'éclosion et identification des cas

La salmonellose étant une maladie à déclaration obligatoire au Canada, les laboratoires cliniques envoient les isolats de *Salmonella* spp. aux laboratoires de santé publique provinciaux ou au Laboratoire national de microbiologie pour un sous-typage basé sur le SGE (mis en œuvre en 2017) (29). L'équipe de la base de données nationale de PNC au Laboratoire national de microbiologie analyse toutes les données SGE canadiennes dans une base de données centralisée BioNumerics v7.6 (Applied Maths) (30). Des agrégats multi-territoriaux de *S.* Typhimurium ont été établis en utilisant un seuil d'au moins trois isolats de *S.* Typhimurium liés par 0–10 différences d'allèles de typage de séquences multilocus du génome entier (wgMLST) où deux des trois isolats sont à moins de cinq allèles wgMLST. Les trois isolats doivent avoir été isolés au cours des 60 derniers jours et au moins un doit être clinique. Les gammes d'allèles peuvent s'étendre au cours d'une enquête sur la base des données de laboratoire, épidémiologiques et autres éléments pertinents disponibles. Une fois qu'un agrégat est établi, PNC attribue un code d'agrégat, et les isolats établis ultérieurement comme génétiquement apparentés sont ajoutés à l'agrégat de SGE. Les épidémiologistes des CDC et de l'Agence communiquent régulièrement au sujet d'enquêtes intéressant les deux pays. Par conséquent, des isolats représentatifs de l'enquête américaine ont été utilisés pour rechercher des isolats canadiens correspondants dans la base de données PNC.

Définitions des cas

La définition de cas incluait les résidents canadiens ou les visiteurs au Canada avec une confirmation en laboratoire de *S.* Typhimurium correspondant à l'agrégat de l'éclosion par SGE avec une date d'apparition des symptômes, de collecte des échantillons ou d'isolement le 1er décembre 2019 ou après. Les cas étaient liés par des différences d'allèles wgMLST de 0 à 46, ce qui a été confirmé par les données épidémiologiques et de traçabilité. Au fur et à mesure de la progression de l'enquête, des isolats cliniques historiques génétiquement apparentés provenant de cas dont la date d'apparition des symptômes, de prélèvement des échantillons ou d'isolement était le 1er juin 2017 ou après ont été ajoutés à l'enquête.

Enquête épidémiologique et enquête de traçabilité

Les cas d'infection à *Salmonella* confirmés en laboratoire ont été systématiquement interrogés par les autorités de santé publique locales ou régionales dans la plupart des territoires. Les questionnaires recueillent des renseignements sur l'exposition au cours des sept jours précédant l'apparition des symptômes et couvrent généralement les facteurs de risque cliniques, de voyage, alimentaires et autres, y compris l'exposition à des animaux. Le consentement pour un suivi futur a été recueilli au moment de l'entretien.

Les renseignements ont été recueillis lors des entretiens initiaux, et les cas ont été interrogés de nouveau par l'Agence ou les provinces individuelles à l'aide d'un questionnaire axé sur l'exposition aux hérissons, qui comprenait les questions suivantes :

- Lieu d'exposition au hérisson (i.e. domicile, résidence d'un parent/ami, animalerie)
- Où et quand les hérissons ont-ils été achetés?
- Type de contact avec le hérisson (i.e. contact direct, comme tenir, embrasser et nourrir le hérisson, ou contact indirect, comme faire partie d'un foyer où des hérissons sont élevés, ou contact avec l'environnement et/ou l'enclos du hérisson)
- Type de nourriture consommée par le hérisson
- Le hérisson semblait-il malade?
- Pratiques de nettoyage (i.e. laver le hérisson et les produits de nettoyage)
- Autres pratiques d'élevage mises en œuvre (e.g. désinfection, lavage des mains et isolement des hérissons malades ou nouvellement obtenus)

Les entretiens avec les fournisseurs de hérissons établis (qui comprenaient des animaleries, des grossistes et des éleveurs) ont permis de recueillir des détails sur les pratiques d'élevage des installations, l'historique de la santé des troupeaux, les protocoles de précaution contre la *Salmonella* et les pratiques d'éducation des clients. La collecte de données a également permis de déterminer si un fournisseur commun était associé aux cas d'éclosion.

Analyses épidémiologiques et statistiques

Les proportions de personnes malades ayant déclaré un contact quelconque avec des animaux et un contact précis avec des hérissons ont été comparées aux valeurs de référence correspondantes de l'étude Foodbook, une étude de population sur l'exposition des Canadiens à la nourriture, aux animaux et à l'eau sur une période de sept jours (31). Le test de probabilité exacte a été utilisé pour mesurer la signification statistique de la proportion de cas ayant rapporté un contact avec un animal par rapport aux valeurs de référence du Foodbook.

Enquête en laboratoire

Des échantillons environnementaux et des échantillons de matières fécales de hérissons ont été prélevés au domicile des cas et chez les fournisseurs de hérissons. Les échantillons ont été soumis aux laboratoires de santé publique provinciaux pour le SGE, qui a été réalisé selon le protocole actuel PNC. En bref, l'ADN génomique a été extrait à l'aide de la trousse DNeasy pour le sang et les tissus (Qiagen) ou de la trousse Epicentre MasterPure Complete de purification de l'ADN et de l'ARN (Mandel). Les bibliothèques ont été préparées à l'aide de la trousse de préparation de bibliothèque Nextera XT (Illumina) et séquencées à l'aide de la plateforme MiSeq d'Illumina (Illumina), en utilisant la chimie V2 ou V3 pour obtenir une couverture moyenne du génome supérieure ou égale à 40x. L'analyse des données SGE a été réalisée en utilisant le schéma *Salmonella* wgMLST au sein de la plateforme BioNumerics v7.6 (BioMerieux). Un dendrogramme a été construit avec BioNumerics v7.6 en utilisant un coefficient de similarité catégorique (valeurs) et un algorithme de regroupement par groupes de paires non pondérés avec moyenne arithmétique (UPGMA). UPGMA est une méthode de regroupement hiérarchique utilisée pour générer un dendrogramme permettant de visualiser la parenté des isolats; elle permet de mettre rapidement à jour les analyses au fur et à mesure que des isolats sont ajoutés au cours d'une enquête.

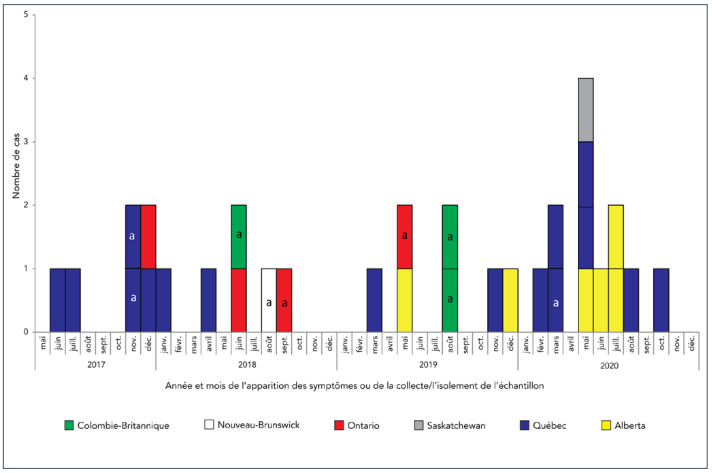
Résultats

Enquête épidémiologique

Au total, 31 cas ont été établis dans six provinces (Colombie-Britannique = 3, Alberta = 6, Saskatchewan = 1, Ontario = 4, Québec = 16 et Nouveau-Brunswick = 1). Les dates d'apparition des symptômes ou de prélèvement ou d'isolement des échantillons s'échelonnaient du 1er juin 2017 au 15 octobre 2020 (**figure 1**).

L'âge des cas allait de quatre mois à 79 ans, avec une médiane de 20 ans. Trente-deux pour cent (n = 10/31) étaient des enfants âgés de 10 ans ou moins; parmi ceux-ci, sept (70 %) étaient âgés de deux ans ou moins. Cinquante-deux pour cent des cas étaient des femmes. Quatre des huit (50 %) cas pour lesquels des renseignements étaient disponibles ont été hospitalisés et aucun décès n'a été signalé (**tableau 1**).

Figure 1 : Nombre de cas avec la souche de *Salmonella* Typhimurium de l'éclosion par province et date d'apparition de la maladie ou de prélèvement de l'échantillon (n = 31)



Note : Le « a » indique l'isolat pour lequel seule la date de prélèvement de l'échantillon ou d'isolement était disponible

Tableau 1 : Caractéristiques des personnes infectées par la souche épidémique de *Salmonella* Typhimurium (n = 31)

Caractéristiques	Nombre de cas	Total des cas	%
Âge			
2 ans ou moins	7	31	23
3 à 10 ans	3	31	10
11 à 20 ans	6	31	19
21 à 50 ans	9	31	29
Plus de 50 ans	6	31	19
Sexe			
Femme	16	31	52
Résultat			
Hospitalisations	4	8	50
Décès	0	31	0

Des renseignements sur l'exposition aux animaux étaient disponibles pour 26 des 31 cas (84 %). La proportion de cas ayant déclaré avoir été en contact avec des petits animaux de compagnie était significativement plus élevée ($p < 0,001$) que celle de la population générale lorsque l'on compare avec l'étude Foodbook (**tableau 2**). Dix-neuf cas ont rapporté une exposition à des petits animaux de compagnie, qui étaient tous des hérissons. Quinze ont signalé un contact direct avec un hérisson et trois un contact indirect (**tableau 3**). La plupart des cas ont déclaré avoir lavé leur hérisson et nettoyé leurs fournitures dans un évier ou une baignoire également utilisés à d'autres fins, et trois cas ont déclaré avoir laissé leur hérisson se promener librement dans la maison; autant de voies potentielles de transmission indirecte. Aucun point commun n'a été observé entre les régimes alimentaires des hérissons.

Tableau 2 : Résumé des contacts avec les animaux et des expositions aux petits animaux de compagnie chez les personnes infectées par la souche épidémique de *Salmonella* Typhimurium (n = 26), par rapport aux valeurs de référence basées sur la population[a]

Exposition	Nombre de cas	% des cas	Valeur de référence (%) (Canada)	Valeur *p*
Contact avec les animaux	26/26	100	63,4	< 0,001
Animaux de compagnie[b]	19/26	73	3,4	< 0,001

[a] Murray R *et al.* Pratiques et connaissances des consommateurs canadiens en matière de sécurité alimentaire : Étude Foodbook. J Food Protect. 2017;80(10):1711-8
[b] Les petits animaux de compagnie comprennent les souris, les rats, les gerbilles, les hamsters, les cochons d'Inde, les furets et les hérissons

Tableau 3 : Description des expositions et des interactions liées au hérisson chez les personnes infectées par la souche de l'éclosion de *Salmonella* Typhimurium

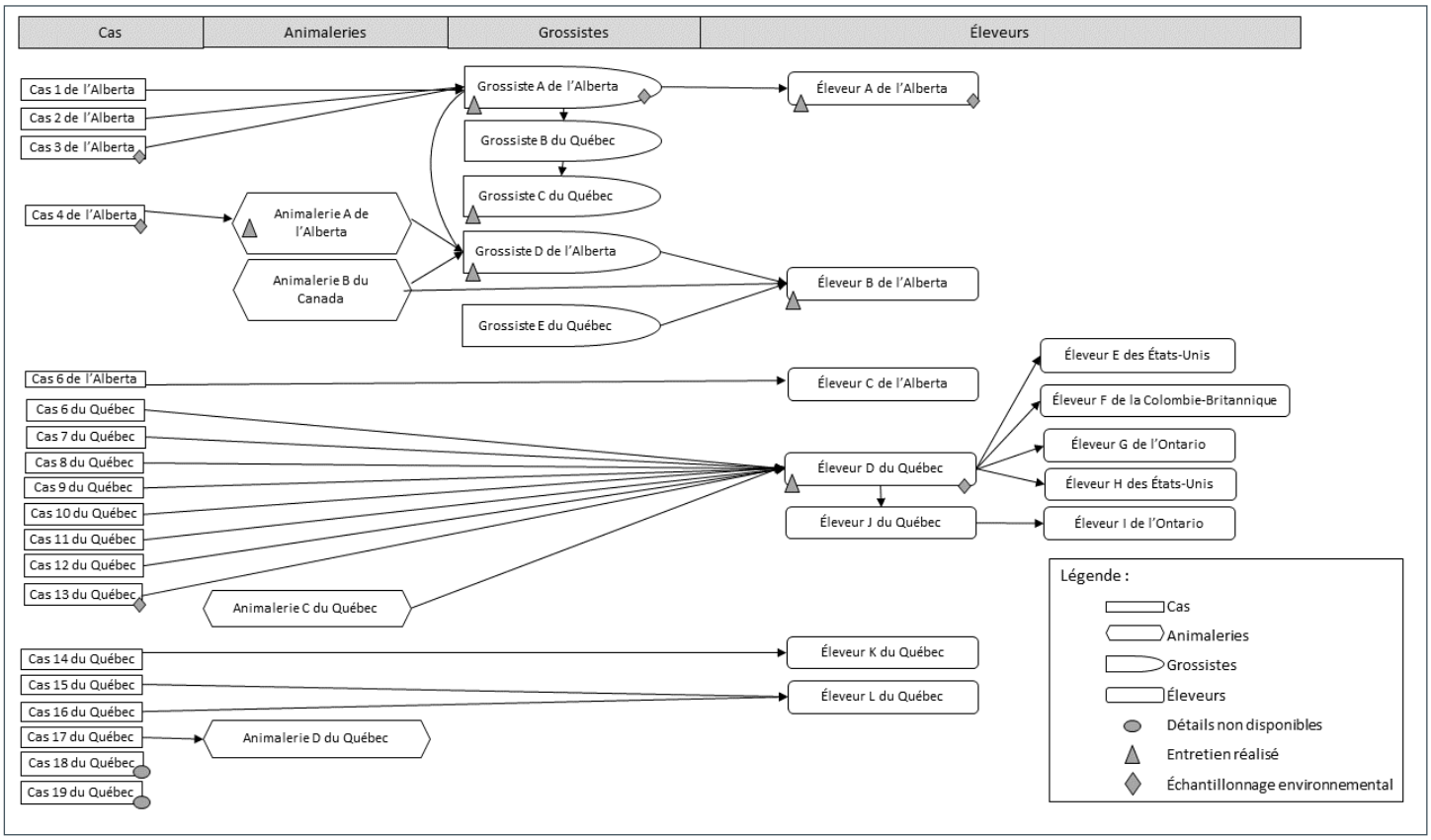
Expositions ou interactions	Nombre de cas n/N[a]	% des cas
Type d'exposition du hérisson		
Contact direct	15/18	83
Toucher et/ou tenir	10/15	67
Contact indirect	3/18	17
Historique de la maladie du hérisson		
Malade avant l'apparition des symptômes du cas	3/16	19
Durée de possession du hérisson avant le cas de maladie		
Un mois ou moins	7/15	47
Deux à trois mois	6/15	40
Environ un an	2/15	13
Pratiques d'hygiène du hérisson		
Autorisé à se promener librement dans la maison	3/16	19
Lavage et nettoyage des fournitures dans la baignoire ou l'évier de la maison du cas dans la cuisine, la salle de bain ou la salle de lavage	11/14	79
Lavage et nettoyage des fournitures dans la maison du cas dans un évier ou un bac prévu à cet effet	3/14	21
Régime alimentaire du hérisson[b]		
Croquettes pour chatons/chats	19/26	73
Vers de farine	26/26	100
Fruits/légumes	19/26	73

[a] Les dénominateurs diffèrent en raison de données manquantes
[b] Catégories non mutuellement exclusives

Enquête de traçabilité

Des fournisseurs de hérissons ont été établis pour 21/23 (91 %) cas : 4 animaleries; 5 grossistes; et 12 éleveurs (**figure 2**). Bien qu'aucune source unique n'ait été établie, des fournisseurs communs ont été signalés et un lien direct a été établi entre les

Figure 2 : Diagramme du réseau de traçage des hérissons associés aux personnes malades infectées par la souche de *Salmonella* Typhimurium[a] de l'éclosion



[a] Tous les cas d'exposition au hérisson sont représentés par des rectangles. Toutes les animaleries (représentées par des hexagones) et les grossistes (représentés par des demi-cercles) de ce diagramme étaient situés en Alberta et au Québec, au Canada. Les éleveurs (représentés par des rectangles arrondis) étaient situés en Alberta, au Québec, en Colombie-Britannique et en Ontario, au Canada et aux États-Unis. Les cercles remplis représentent les cas où aucune information supplémentaire sur le hérisson n'était disponible. Les triangles représentent l'emplacement des fournisseurs de hérissons qui ont été interrogés, et les étoiles représentent les endroits où l'échantillonnage environnemental a été effectué. Les flèches illustrent les liens signalés par les cas ou les fournisseurs

enquêtes sur les foyers canadiens et américains, car un éleveur situé aux États-Unis a été signalé dans les deux enquêtes (figure 2). Six fournisseurs ont été interrogés et tous ont déclaré être conscients que les hérissons peuvent être porteurs de *Salmonella* et prendre des précautions pour prévenir la transmission zoonotique.

Enquête en laboratoire

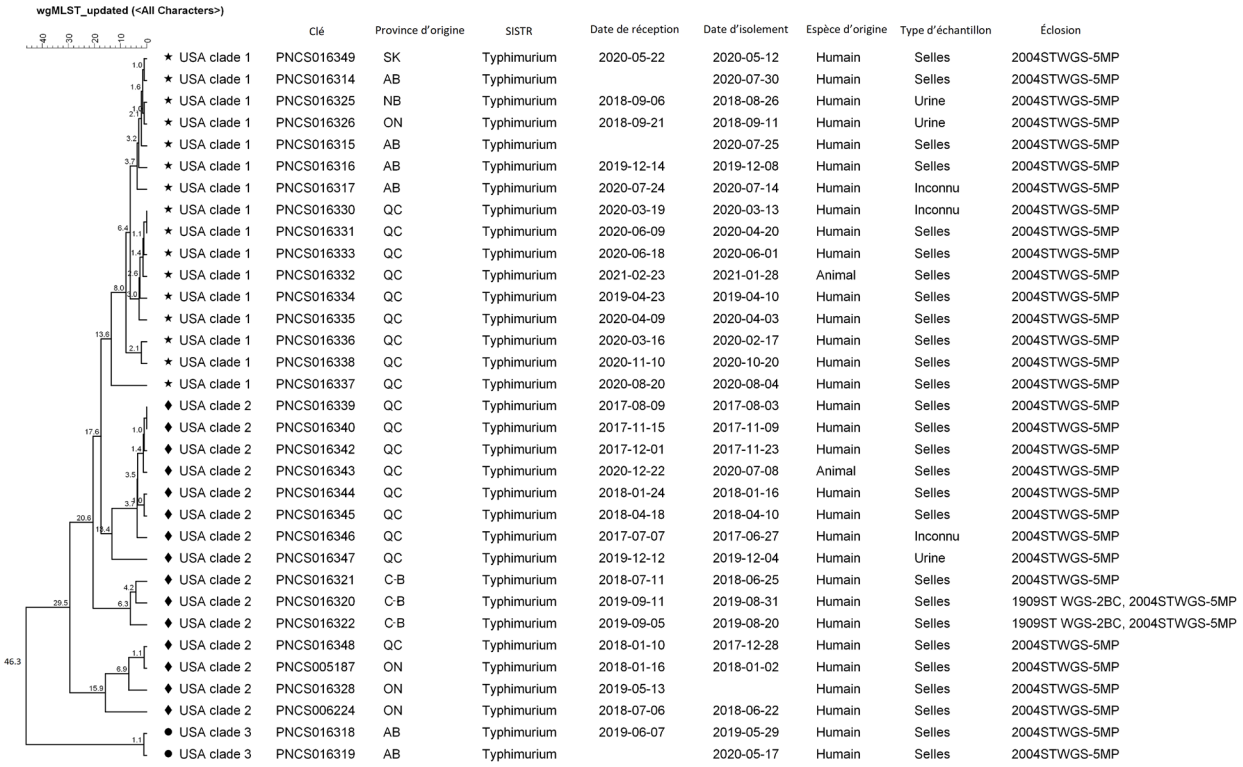
Des échantillons environnementaux provenant des habitats des hérissons et des échantillons fécaux ont été prélevés au domicile de trois cas, d'un grossiste et de deux éleveurs. Un échantillon de selles de hérisson prélevé au domicile d'un cas au Québec a été testé positif et était génétiquement lié à la souche de l'éclosion d'après le SGE. Tous les autres échantillons étaient négatifs pour *Salmonella*. Un autre isolat de selles de hérisson génétiquement lié à l'éclosion par SGE a été établi à partir d'un échantillon prélevé en juillet 2020 lors d'examens de quarantaine de routine dans un zoo du Québec; cependant, le fournisseur de ce hérisson était un éleveur du Québec sans lien établi avec les fournisseurs de hérissons signalés par les cas (*communication personnelle ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs*).

Les 33 isolats se regroupaient avec des différences d'allèles wgMLST de 0 à 46, et étaient génétiquement liés à une enquête américaine simultanée associée aux hérissons. Dans l'enquête américaine, les isolats ont été regroupés en trois clades sur la base de leurs profils génétiques; les isolats canadiens étaient génétiquement liés aux trois clades des États-Unis (**figure 3**) (26,27). Notamment, neuf isolats du Québec (dont un animal) se sont regroupés dans le clade 1 et ont été liés à un éleveur précis. Une comparaison par paire entre l'isolat du cas 13 du Québec et l'isolat du hérisson a montré qu'ils étaient à moins de trois différences d'allèles wgMLST l'un de l'autre. Quatre isolats de l'Alberta se trouvaient également dans le clade 1, et étaient regroupés plus étroitement avec les isolats de la Saskatchewan, du Nouveau-Brunswick et de l'Ontario que les isolats du Québec. Neuf isolats du Québec (y compris un animal), ainsi que des isolats de l'Ontario et de la Colombie-Britannique, étaient dans le clade 2, et deux isolats de l'Alberta étaient dans le clade 3.

Réponse et interventions en matière de santé publique

Un avis de santé publique a été émis par l'Agence le 6 novembre 2020 pour informer le public de l'éclosion et partager des

Figure 3 : Apparentement des isolats associés à une éclosion par typage de séquences multi-locus par séquençage du génome entier[a]



	Clé	Province d'origine	SISTR	Date de réception	Date d'isolement	Espèce d'origine	Type d'échantillon	Éclosion
★ USA clade 1	PNCS016349	SK	Typhimurium	2020-05-22	2020-05-12	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016314	AB	Typhimurium		2020-07-30	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016325	NB	Typhimurium	2018-09-06	2018-08-26	Humain	Urine	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016326	ON	Typhimurium	2018-09-21	2018-09-11	Humain	Urine	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016315	AB	Typhimurium		2020-07-25	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016316	AB	Typhimurium	2019-12-14	2019-12-08	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016317	AB	Typhimurium	2020-07-24	2020-07-14	Humain	Inconnu	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016330	QC	Typhimurium	2020-03-19	2020-03-13	Humain	Inconnu	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016331	QC	Typhimurium	2020-06-09	2020-04-20	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016333	QC	Typhimurium	2020-06-18	2020-06-01	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016332	QC	Typhimurium	2021-02-23	2021-01-28	Animal	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016334	QC	Typhimurium	2019-04-23	2019-04-10	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016335	QC	Typhimurium	2020-04-09	2020-04-03	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016336	QC	Typhimurium	2020-03-16	2020-02-17	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016338	QC	Typhimurium	2020-11-10	2020-10-20	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
★ USA clade 1	PNCS016337	QC	Typhimurium	2020-08-20	2020-08-04	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016339	QC	Typhimurium	2017-08-09	2017-08-03	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016340	QC	Typhimurium	2017-11-15	2017-11-09	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016342	QC	Typhimurium	2017-12-01	2017-11-23	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016343	QC	Typhimurium	2020-12-22	2020-07-08	Animal	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016344	QC	Typhimurium	2018-01-24	2018-01-16	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016345	QC	Typhimurium	2018-04-18	2018-04-10	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016346	QC	Typhimurium	2017-07-07	2017-06-27	Humain	Inconnu	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016347	QC	Typhimurium	2019-12-12	2019-12-04	Humain	Urine	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016321	C·B	Typhimurium	2018-07-11	2018-06-25	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016320	C·B	Typhimurium	2019-09-11	2019-08-31	Humain	Selles	1909ST WGS-2BC, 2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016322	C·B	Typhimurium	2019-09-05	2019-08-20	Humain	Selles	1909ST WGS-2BC, 2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016348	QC	Typhimurium	2018-01-10	2017-12-28	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS005187	ON	Typhimurium	2018-01-16	2018-01-02	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS016328	ON	Typhimurium	2019-05-13		Humain	Selles	2004STWGS-5MP
♦ USA clade 2	PNCS006224	ON	Typhimurium	2018-07-06	2018-06-22	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
● USA clade 3	PNCS016318	AB	Typhimurium	2019-06-07	2019-05-29	Humain	Selles	2004STWGS-5MP
● USA clade 3	PNCS016319	AB	Typhimurium		2020-05-17	Humain	Selles	2004STWGS-5MP

[a] Dendogramme UPGMA (méthode des groupes de paires non pondérées avec moyenne arithmétique) des résultats du typage des séquences multilocus du génome entier (wgMLST) pour les isolats humains et animaux inclus dans l'enquête, généré à l'aide de BioNumerics v7.6 (Applied Maths)

conseils de prévention sur la façon d'interagir en toute sécurité avec les hérissons de compagnie (7,24). Des téléconférences ont été organisées par l'Agence et les CDC avec les membres de l'industrie des hérissons canadiens et américains pour les informer de l'éclosion et leur fournir des principes de prévention clés pour aider à réduire le risque de transmission de la maladie des hérissons aux humains (13,14).

Discussion

Il s'agit de la deuxième éclosion de *Salmonella* liée à des hérissons de compagnie au Canada, et la première causée par *S.* Typhimurium (18). L'enquête a permis de déterminer 31 cas dans six provinces, de juin 2017 à octobre 2020. Avec 73 % des cas rapportant une exposition aux hérissons, les renseignements épidémiologiques ont fourni des preuves solides de la source de l'éclosion, renforcées par les enquêtes de laboratoire et de traçabilité. L'enquête a révélé un vaste réseau interrelié de fournisseurs de hérissons, les hérissons de certains cas étant liés à des fournisseurs communs, mais pas de source unique d'infections. Les résultats de cette enquête sur l'éclosion soulignent le risque de transmission de *Salmonella* des hérissons de compagnie à l'homme, comme décrit auparavant (10,18).

Comme dans le cas de cette éclosion, les enfants sont souvent touchés de manière disproportionnée dans les éclosions liées aux petits animaux de compagnie (26,32–37). Les jeunes enfants présentent un risque plus élevé de développer une salmonellose plus grave, sont plus susceptibles de se faire tester et sont souvent plus susceptibles d'être exposés à la fois par un contact accru avec les animaux domestiques et par un lavage des mains moins vigilant (5,34,35,38–41). Bien que la plupart des cas aient fait état d'un contact direct, seul un contact indirect a été signalé par 17 % des cas, dont deux enfants d'un an. Cela témoigne de la difficulté à prévenir la contamination croisée dans les foyers. Il n'est pas recommandé de garder des hérissons dans les foyers où vivent des enfants de moins de cinq ans et des pratiques d'hygiène strictes doivent être adoptées autour de ces animaux (7).

L'analyse par SGE et les preuves épidémiologiques et de traçabilité ont permis de définir le cas et de caractériser la distribution de la souche de *S.* Typhimurium. La recherche des cas hautement apparentés des années précédentes a été limitée

car l'analyse SGE des isolats de *Salmonella* a commencé en 2017. Néanmoins, des cas de 2017 à 2019 ont été établis, ce qui indique la présence de cette souche au Canada depuis au moins 2017. Cette souche a également provoqué des éclosions récurrentes d'infections humaines liées à des contacts avec des hérissons de compagnie aux États-Unis dès 2011–2013, ce qui suggère sa persistance dans l'industrie du hérisson (6,26,27). Un lien direct avec le foyer américain concomitant a été établi au cours de l'enquête de traçabilité. Un éleveur de hérissons aux États-Unis a été lié à l'« éleveur D » du Québec, établi comme une source commune par huit cas, y compris le cas 13 du Québec dont l'isolat du hérisson était génétiquement lié à l'éclosion. Ce même éleveur américain était également lié à d'autres fournisseurs américains établis comme sources des hérissons des cas dans l'enquête américaine (26).

L'élargissement de la définition de cas pour inclure des échantillons plus anciens de 2017 à 2019 a contribué à démontrer la persistance continue de cette souche chez les hérissons au Canada. Les échantillons plus anciens peuvent également tenir compte d'une base d'infections sporadiques pour cette éclosion de *S.* Typhimurium, avec 6 ou 7 cas par an, de 0 à 2 cas par mois et 0 à 5 mois entre les cas. La définition initiale des cas de l'éclosion, qui inclut les cas du 1er décembre 2019 ou après, serait donc plus précise, car entre cette date et octobre 2020, le nombre et la fréquence des cas ont dépassé l'incidence de référence. Les cas correspondant à la souche de l'éclosion ont ensuite diminué pour atteindre l'incidence mensuelle de référence prévue, et l'éclosion a été déclarée terminée le 18 décembre 2020. Étant donné que cette souche est un problème permanent chez les hérissons aux États-Unis (26), et sur la base des renseignements épidémiologiques recueillis lors de cette éclosion, on peut confirmer que des cas sporadiques sont survenus et pourraient continuer à survenir au Canada avec une augmentation occasionnelle de l'incidence, ce qui pourrait signaler un événement d'éclosion. L'utilisation de SGE sera utile pour distinguer les maladies associées à des éclosions des maladies sporadiques. Dans le cas de cette éclosion, la communication par les États-Unis de leur éclosion et du signal précoce associé de contact avec le hérisson a également permis de renforcer les arguments en faveur d'un suivi épidémiologique supplémentaire des cas canadiens génétiquement apparentés et de mettre en évidence une source potentielle des maladies établies.

Les isolats provenant de cas dont les hérissons ont été retracés à une source commune se sont avérés être étroitement liés génétiquement. Par exemple, les isolats des huit cas et d'un hérisson associés au Québec « éleveur D » différaient par 16 allèles wgMLST ou moins, et les quatre isolats des cas associés au « grossiste A » de l'Alberta étaient à moins de quatre allèles de différence, contre 46 allèles de différence pour tous les isolats associés à l'éclosion. D'autres isolats associés à l'éclosion étaient également étroitement liés génétiquement, mais n'ont pas pu être rattachés à une source commune de hérissons, les résidences des cas étant réparties géographiquement dans tout le Canada et les dates d'apparition de la maladie couvrant un large éventail temporel. La proportion de cas par province a également varié dans le temps : des cas du Québec (52 % de tous les cas) ont été observés tout au long de la période de 2017 à 2020 alors que des cas de l'Alberta ont été observés en 2019–2020, ce qui suggère une introduction plus récente de la souche de l'éclosion en Alberta. Ces résultats pourraient s'expliquer par l'interconnexion et la dynamique du réseau de distribution des hérissons, mais des recherches supplémentaires seraient nécessaires pour les élucider.

Limites

Les limites de l'enquête comprennent 1) l'impossibilité d'interroger de nouveau tous les cas avec le questionnaire ciblé, car certains ont été liés rétrospectivement par SGE et 2) l'absence d'exposition au hérisson signalée par certains cas. Pour ces derniers, il est possible que ces cas aient eu une exposition indirecte inconnue aux hérissons. L'impossibilité d'interroger un plus grand nombre de fournisseurs de hérissons a également limité la compréhension complète de l'interconnexion dans le réseau de fournisseurs qui aurait pu fournir plus de détails sur les voies de transmission potentielles.

Conclusion

Cette enquête a bénéficié d'une bonne collaboration entre les partenaires canadiens de la santé publique et animale aux niveaux provincial et fédéral, l'industrie des petits animaux de compagnie, notamment le Conseil consultatif mixte de l'industrie des petits animaux de compagnie du Canada et les CDC. La communication entre ces groupes et avec le public avait pour but de sensibiliser et d'informer sur le risque d'infection à *Salmonella* par les hérissons et sur les bonnes pratiques d'hygiène, dans le but de prévenir la transmission de la maladie.

Bien que les taux de portage et la dynamique de transmission dans l'industrie des hérissons de compagnie ne soient pas bien caractérisés, l'extrapolation à partir de modèles de rongeurs indique que le portage de *Salmonella* peut être persistant et hétérogène, la majorité de la transmission se produisant par des supercontaminateurs fortement infectés (42). Au cours de cette enquête, les membres de l'industrie des hérissons ont déclaré connaître la prévention de la transmission de *Salmonella*, mais un éleveur a déclaré avoir traité tous ses hérissons aux antibiotiques dès qu'il a appris l'existence de l'éclosion. On pense que les altérations du microbiote intestinal induites par les antibiotiques augmentent la probabilité de colonisation et d'excrétion; le traitement antibiotique est donc contre-indiqué dans les cas non cliniques (14,42,43). Une collaboration avec l'industrie des petits animaux de compagnie est nécessaire pour mieux comprendre la dynamique de la transmission et cibler les interventions visant à réduire les niveaux d'infection et les taux de transmission. Le secteur et ses clients doivent être sensibilisés aux méfaits de l'utilisation inconsidérée des antibiotiques, qui peut entraîner

une augmentation de la transmission et la sélection de souches résistantes aux antibiotiques.

La forte proportion de jeunes enfants parmi les cas de cette éclosion souligne l'importance de fournir aux propriétaires potentiels de petits animaux de compagnie le matériel éducatif nécessaire pour qu'ils puissent prendre des décisions éclairées sur le choix de leur animal et appliquer les mesures de sécurité. Des rapports anecdotiques suggèrent une augmentation de la possession d'animaux de compagnie pendant la pandémie de maladie à coronavirus 2019 (44,45), ce qui peut inclure les petits petits animaux de compagnie comme les hérissons. Tout en reconnaissant les avantages d'avoir un animal de compagnie, ce foyer de *S.* Typhimurium est un rappel opportun de l'importance de la sensibilisation et de l'éducation à la *Salmonella* parmi les fournisseurs et les propriétaires de petits animaux de compagnie, afin de prévenir la transmission de la maladie.

Déclaration des auteurs

K. F. G. — Conceptualisation, analyse et interprétation des données, rédaction de l'article
L. D. — Analyse et interprétation des données, rédaction de l'article, visualisation
J. T. — Conceptualisation, interprétation des données, rédaction et révision de l'article
R. J. — Enquête, révision de l'article
O. V. O. — Enquête, révision de l'article
A. K. — Investigation, méthodologie, révision de l'article
C. M. — Investigation, méthodologie, révision de l'article
C. N. — Enquête, révision de l'article
C. G. — Enquête, révision de l'article
V. M. — Enquête, révision de l'article
R. S. — Enquête, révision de l'article
M. W. — Enquête, révision de l'article
B. A. — Enquête, révision de l'article
H. S. — Enquête, révision de l'article
A. M. L. — Conceptualisation, analyse et interprétation des données, rédaction et révision du document, supervision

Intérêts concurrents

Aucun conflit d'intérêts à déclarer.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier tous les membres du Comité national de coordination des enquêtes sur les éclosions pour leur contribution à cette enquête (Centre de contrôle et de prévention des maladies de la Colombie-Britannique, ministère de la santé de l'Alberta, Services de santé de l'Alberta, ministère de la santé de la Saskatchewan, Santé publique Ontario, ministère de la Santé de l'Ontario, ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, le *ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec*, le *ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec*, le *ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs* et l'Agence de la santé publique du Canada).

Les auteurs remercient également les Services de référence du Laboratoire national de microbiologie pour leur travail d'analyse SGE, le laboratoire provincial de la Saskatchewan, le laboratoire provincial de l'Alberta, le laboratoire provincial du Nouveau-Brunswick, le *Laboratoire de santé publique du Québec*, la Dre I. Langlois du Service de médecine zoologique du Centre universitaire de santé vétérinaire de l'Université de Montréal pour leur consultation et leurs conseils, et le Conseil consultatif mixte de l'industrie des petits animaux de compagnie des États-Unis et du Canada pour son aide dans l'organisation des appels avec l'industrie du hérisson.

Financement

Ce travail a été soutenu par l'Agence de santé publique du Canada.

Références

1. Agence de la santé publique du Canada. Symptômes de la salmonellose (Salmonella). Ottawa, ON : ASPC; 2016. https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/salmonellose-salmonella/symptomes.html

2. Butler AJ, Thomas MK, Pintar KD. Expert elicitation as a means to attribute 28 enteric pathogens to foodborne, waterborne, animal contact, and person-to-person transmission routes in Canada. Foodborne Pathog Dis 2015;12(4):335-44. DOI

3. Dumoulin D, Nesbitt A, Marshall B, Sittler N, Pollari F. Informing source attribution of enteric disease: An analysis of public health inspectors' opinions on the "most likely source of infection". Environ Health Rev 2012;55(01):27-36. DOI

4. Vrbova L, Johnson K, Whitfield Y, Middleton D. A descriptive study of reportable gastrointestinal illnesses in Ontario, Canada, from 2007 to 2009. BMC Public Health 2012;12:970. DOI

5. Hoelzer K, Moreno Switt AI, Wiedmann M. Animal contact as a source of human non-typhoidal salmonellosis. Vet Res 2011;42(1):34. DOI

6. Centers for Disease Control and Prevention. US Outbreaks of zoonotic diseases spread between animals & people. Atlanta (GA): CDC; (accédé 2021-03-09). https://www.cdc.gov/healthypets/outbreaks.html

7. Agence de la santé publique du Canada. Avis de santé publique. Ottawa, ON : ASPC. https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/avis-sante-publique.html

8. Wright JG, Tengelsen LA, Smith KE, Bender JB, Frank RK, Grendon JH, Rice DH, Thiessen AM, Gilbertson CJ, Sivapalasingam S, Barrett TJ, Besser TE, Hancock, DD, Angulo FJ. Multidrug-resistant Salmonella Typhimurium in four animal facilities. Emerg Infect Dis 2005;11(8):1235-41. DOI

9. Ngowi R. Prickly Pet Hedgehogs Gaining Popularity. NBC New York News. Jun 2, 2014. https://www.nbcnewyork.com/news/national-international/prickly-pet-hedgehogs-gaining-popularity/1000237/

10. Anderson TC, Marsden-Haug N, Morris JF, Culpepper W, Bessette N, Adams JK, Bidol S, Meyer S, Schmitz J, Erdman MM, Gomez TM, Behravesh CB. Multistate outbreak of human Salmonella Typhimurium infections linked to pet hedgehogs–United States, 2011–2013. Zoonoses Public Health 2017;64(4):290-8. DOI

11. Riley PY, Chomel BB. Hedgehog zoonoses. Emerg Infect Dis 2005;11(1):1-5. DOI

12. McLauchlan JD, Henderson WM. The occurrence of foot-and-mouth disease in the hedgehog under natural conditions. J Hyg 1947;45(4):474-9. DOI

13. Pignon C, Mayer J. Zoonoses of ferrets, hedgehogs, and sugar gliders. Vet Clin North Am Exot Anim Prac 2011;14(3):533-49. DOI

14. Keeble E, Koterwas B. Salmonellosis in Hedgehogs. Vet Clin North Am Exot Anim Pract 2020;23(2):459-70. DOI

15. Kagambèga A, Lienemann T, Aulu L, Traoré AS, Barro N, Siitonen A, Haukka K. Prevalence and characterization of Salmonella enterica from the feces of cattle, poultry, swine and hedgehogs in Burkina Faso and their comparison to human Salmonella isolates. BMC Microbiol 2013;13:253. DOI

16. Handeland K, Refsum T, Johansen BS, Holstad G, Knutsen G, Solberg I, Schulze J, Kapperud G. Prevalence of Salmonella Typhimurium infection in Norwegian hedgehog populations associated with two human disease outbreaks. Epidemiol Infect 2002;128(3):523-7. DOI

17. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). African pygmy hedgehog-associated salmonellosis—Washington, 1994. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 1995;44(24):462–3. https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00038010.htm

18. Craig C, Styliadis S, Woodward D, Werker D. African pygmy hedgehog-associated Salmonella Tilene in Canada. Can Commun Dis Rep 1997;23(17):129-31. PubMed

19. Woodward DL, Khakhria R, Johnson WM. Human salmonellosis associated with exotic pets. J Clin Microbiol 1997;35(11):2786-90. DOI

20. Hasseltvedt V, Bergesen E, Blinkenberg J, Digranes A, Heir E, Iversen BG, Kapperud G, Søbstad Ø, Stavnes TL, Tveit I. Transmission of salmonellosis through hedgehogs in Norway. Euro Surveill 2000;4(38):pii=1522. DOI

21. Lawson B, Franklinos LHV, Rodriguez-Ramos Fernandez J, Wend-Hansen C, Nair S, Macgregor SK, John SK, Pizzi R, Núñez A, Ashton PM, Cunningham AA, de Pinna EM. Salmonella Enteritidis ST183: emerging and endemic biotypes affecting western European hedgehogs (Erinaceus europaeus) and people in Great Britain. Sci Rep 2018;8(1):249. DOI

22. Nauerby B, Pedersen K, Dietz HH, Madsen M. Comparison of Danish isolates of Salmonella enterica serovar Enteritidis PT9a and PT11 from hedgehogs (Erinaceus europaeus) and humans by plasmid profiling and pulsed-field gel electrophoresis. J Clin Microbiol 2000;38(10):3631-5. DOI

23. Ichimi R, Yoshino A, Higashigawa M. Salmonella Stanley bacteremia transmitted from a pet hedgehog. Pediatr Int 2018;60(6):606-7. DOI

24. Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of Salmonella Infections Linked to Pet Hedgehogs. Atlanta (GA): CDC; 2019. https://www.cdc.gov/salmonella/typhimurium-01-19/index.html

25. Centers for Disease Control and Prevention. Previous Outbreak Investigation Updates. Atlanta (GA): CDC; 2021. https://www.cdc.gov/salmonella/typhimurium-09-20/updates.html

26. Waltenburg MA, Nichols M, Waechter HN, Higa J, Cronquist L, Lowe A-M, Adams JK, McFadden K, McConnell JA, Blank R, Basler C. Notes from the field: Recurrence of a Multistate Outbreak of Salmonella Typhimurium Infections Linked to Contact with Hedgehogs — United States and Canada, 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2021;70(32):1100–2. https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm7032a3.htm

27. Hoff C, Nichols M, Gollarza L, Scheftel J, Adams J, Tagg KA, Watkins LF, Poissant T, Stapleton GS, Morningstar-Shaw B, Signs K, Bidol S, Donovan D, Basler C. Multistate outbreak of Salmonella Typhimurium linked to pet hedgehogs, United States, 2018-2019. Zoonoses Public Health 2022;69(3):167-74. DOI

28. Agence de la santé publique du Canada. PulseNet Canada. Ottawa, ON : ASPC; (modifié 2019). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/programmes/pulsenet-canada.html

29. Nadon C, Van Walle I, Gerner-Smidt P, Campos J, Chinen I, Concepcion-Acevedo J, Gilpin B, Smith AM, Kam KM, Perez E, Trees E, Kubota K, Takkinen J, Nielsen EM, Carleton H; FWD-NEXT Expert Panel. PulseNet International: Vision for the implementation of whole genome sequencing (WGS) for global food-borne disease surveillance. Euro Surveill 2017;22(23):30544. DOI

30. BioNumerics. BioNumerics version 7.6.3 created by Applied Maths NV. https://www.applied-maths.com

31. Murray R, Glass-Kaastra S, Gardhouse C, Marshall B, Ciampa N, Franklin K, Hurst M, Thomas MK, Nesbitt A. Canadian consumer food safety practices and knowledge: Foodbook study. J Food Protect 2017;80(10):1711-8. DOI

32. Vrbova L, Sivanantharajah S, Walton R, Whitfield Y, Lee C, Picard I, Chapinal N, Gaulin C, Tschetter L, Tataryn J. Outbreak of Salmonella Typhimurium associated with feeder rodents. Zoonoses Public Health 2018;65:386–94. DOI

33. Cartwright EJ, Nguyen T, Melluso C, Ayers T, Lane C, Hodges A, Li X, Quammen J, Yendell SJ, Adams J, Mitchell J, Rickert R, Klos R, Williams IT, Barton Behravesh C, Wright J. Multistate Investigation of Antibiotic-Resistant Salmonella enterica Serotype I 4,[5],12:i:- Infections as Part of an International Outbreak Associated with Frozen Feeder Rodents. Zoonoses Public Health 2016;63(1):62-71. DOI

34. Sodagari HR, Habib I, Shahabi MP, Dybing NA, Wang P, Bruce M. A Review of the Public Health Challenges of Salmonella and Turtles. Vet Sci. 2020;7(2):56. DOI

35. Swanson SJ, Snider C, Braden CR, Boxrud D, Wünschmann A, Rudroff JA, Lockett J, Smith KE. Multidrug-resistant Salmonella enterica serotype Typhimurium associated with pet rodents. N Engl J Med 2007;356(1):21-8. DOI

36. Montgomery S, Smith K, Snider C, Swanson S, Leano F, Braden C, Lockett J, Boxrud D, O'Reilly C. Outbreak of Multidrug-Resistant Salmonella Typhimurium Associated with Rodents Purchased at Retail Pet Stores — United States, December 2003–October 2004. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2005;54(17):429-33. https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5417a3.htm

37. Robertson S, Burakoff A, Stevenson L, Tompkins B, Patel K, Tolar B, Whitlock L, House J, Schlater L, Mackie T, Morningstar-Shaw B, Nichols M, Basler C. Notes from the Field: Recurrence of a Multistate Outbreak of Salmonella Enteritidis Infections Linked to Contact with Guinea Pigs - Eight States, 2015-2017. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2018;67(42):1195-6. DOI

38. Scallan E, Mahon BE, Hoekstra RM, Griffin PM. Estimates of Illnesses, Hospitalizations and Deaths Caused by Major Bacterial Enteric Pathogens in Young Children in the United States. Pediatr Infect Dis J 2013;32(3):217-21. DOI

39. Ao TT, Feasey NA, Gordon MA, Keddy KH, Angulo FJ, Crump JA. Global Burden of Invasive Nontyphoidal Salmonella Disease, 2010. Emerg Infect Dis 2015;21(6): 941-9. DOI

40. Kirk MD, Pires SM, Black RE, Caipo M, Crump JA, Devleesschauwer B, Döpfer D, Fazil A, Fischer-Walker CL, Hald T, Hall AJ, Keddy KH, Lake RJ, Lanata CF, Torgerson PR, Havelaar AH, Angulo FJ. World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis. PLoS Med 2015;12(12):e1001921. DOI

41. Meyer Sauteur PM, Relly C, Hug M, Wittenbrink MM, Berger C. Risk Factors for Invasive Reptile-Associated Salmonellosis in Children. Vector-Borne Zoonotic Dis 2013;13(6):419-21. DOI

42. Lawley TD, Bouley DM, Hoy YE, Gerke C, Relman DA, Monack DM. Host transmission of Salmonella enterica serovar Typhimurium is controlled by virulence factors and indigenous intestinal microbiota. Infect Immun 2008;76(1):403-16. DOI

43. Centers for Disease Control and Prevention. Antibiotic Resistance in Pets and People. Atlanta (GA): CDC; 2020. https://www.cdc.gov/healthypets/publications/pets-antibiotic-resistance.html

44. Morgan L, Protopopova A, Birkler RID, Itin-Shwartz B, Sutton GA, Gamliel A, Yakobson B, Raz T. Human–dog relationships during the COVID-19 pandemic: booming dog adoption during social isolation. Hum Soc Sci Commun 2020;7(155): 1-11. DOI

45. Narrative Research. Canada has seen a significant increase in pet owners since the start of the COVID-19 pandemic. News Release; Nov 27, 2020. https://narrativeresearch.ca/canada-has-seen-a-significant-increase-in-pet-owners-since-the-start-of-the-covid-19-pandemic/

Dossier sur la variole simienne, juin 2022

Source : Agence de la santé publique du Canada. Le point sur la variole du singe au Canada, 26 mai 2022. https://www.canada.ca/fr/sante-publique/nouvelles/2022/05/le-point-sur-la-variole-du-singe-au-canada.html

La variole simienne est une maladie infectieuse rare causée par un virus (famille des *Orthopoxvirus*). Le virus de la variole simienne est apparenté, mais distinct, des virus qui causent la variole chez les humains (virus de la variole) et la variole de la vache. Des cas humains et des épidémies de varioles simienne sont régulièrement signalés en Afrique centrale et occidentale et les cas en dehors de la zone géographique endémique sont généralement liés à des voyages. La variole simienne peut provoquer une maladie grave, mais la transmission entre humains est généralement très limitée et le variant ouest-africain du virus est associé à une létalité relativement faible (1 %). Le 13 mai 2022, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a été informée de l'existence d'un groupe de cas humains de variole simienne confirmés en laboratoire au Royaume-Uni et identifiés comme appartenant au variant ouest-africain. Le 19 mai, l'Agence de la santé publique du Canada (l'Agence) a signalé les deux premiers cas humains de variole simienne au Canada et, en date du 1er juin, 54 cas confirmés avaient été identifiés au Québec et en Ontario. Au 31 mai, un total cumulé de 557 cas confirmés en laboratoire a été signalé dans le monde entier dans des pays non endémiques, la majorité (n = 310) au Royaume-Uni et en Europe. La plupart des cas au Canada, et dans d'autres pays, ne sont pas associés à un voyage dans une région endémique et ont été identifiés par les services de soins primaires et de santé sexuelle.

Le 27 mai, l'Agence a convoqué une réunion des partenaires provinciaux des régions impliquées, ainsi que des experts externes, afin d'évaluer l'épidémie émergente et de dégager un consensus sur la gestion et l'orientation de la santé publique. Un groupe d'experts élargi s'est réuni le 1er juin pour affiner les orientations en matière de santé publique et identifier les lacunes en matière de connaissances et les possibilités de mise en œuvre et de recherche clinique dans le cadre de l'épidémie canadienne. Les contributions du Canada aux séances sur le plan directeur de l'OMS pour la recherche et le développement, qui ont eu lieu les 2 et 3 juin, ont été inspirées par les résultats de la réunion du 1er juin. Le groupe d'experts se réunira à nouveau le 7 juin pour évaluer les priorités en ce qui concerne l'application du programme de recherche mondial aux besoins de connaissances du Canada.

Le McMaster Health Forum a récemment terminé la première édition d'un profil de preuves vivantes portant sur les meilleures données probantes disponibles, en date du 27 mai 2022, en ce qui concerne l'épidémie de variole simienne. Des données probantes et des expériences ont été identifiées dans 11 pays (Australie, Belgique, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Portugal, Espagne, Suède, Royaume-Uni et États-Unis) et dans l'ensemble des provinces et territoires du Canada. Ce profil de preuves vivantes sera mis à jour toutes les deux semaines. Dans le profil du 27 mai 2022, 22 documents de preuve hautement pertinents ont été trouvés : deux examens systématiques, quatre examens non systématiques et 16 études uniques. Les résultats ont été présentés selon le cadre organisationnel suivant : biologie; épidémiologie (y compris la transmission); prévention et contrôle; présentation clinique; diagnostic; pronostic; traitement. Les détails complets sont disponibles dans le profil de preuves vivantes.

Pour plus d'informations :

Veuillez cliquer ici pour accéder au profil de preuves vivantes #6.1 du McMaster Health Forum : Quelles sont les meilleures données probantes disponibles concernant l'épidémie de variole simienne? (En anglais seulement)

Veuillez cliquer ici pour accéder à la mise à jour sur l'éclosion de variole simienne.

Veuillez cliquer ici pour accéder aux Lignes directrices provisoires de prévention et de contrôle des infections en cas de variole simienne suspecte, probable ou confirmée dans les établissements de santé, 27 mai 2022.

RMTC

RELEVÉ DES MALADIES TRANSMISSIBLES AU CANADA

Agence de la santé publique du Canada
130, chemin Colonnade
Indice de l'adresse 6503A
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
ccdr-rmtc@phac-aspc.gc.ca

Promouvoir et protéger la santé des Canadiens au moyen du leadership, de partenariats, de l'innovation et de la prise de mesures dans le domaine de la santé publique.

Agence de la santé publique du Canada

Publication autorisée par la ministre de la Santé.

© Cette œuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0

On peut aussi consulter cette publication en ligne : https://www.canada.ca/rmtc

Also available in English under the title:
Canada Communicable Disease Report