



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

Katharine Fagan-Garcia¹, Leann Denich², Joanne Tataryn³, Rachelle Janicki², Olivia Van Osch², Ashley Kearney⁴, Cynthia Misfeldt⁴, Céline Nadon⁴, Colette Gaulin⁵, Victor Mah⁶, Raminderjeet Sandhu⁷, Michelle Waltenburg⁸, Bijay Adhikari⁹, Hanan Smadi¹⁰, 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 1^{er} 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 écloisions 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'écloisions 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 écloision 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 écloisions 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 écloisions 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'écloision 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 écloisions 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 écloision 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'écloision canadienne a débuté le 28 octobre 2020, avec pour objectif de décrire les cas d'écloision de *S. Typhimurium*, et d'établir et de retracer la source de l'écloision.

Détection de l'écloision 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 intéressantes 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'écllosion par SGE avec une date d'apparition des symptômes, de collecte des échantillons ou d'isolement le 1^{er} 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 1^{er} 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'écllosion.

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

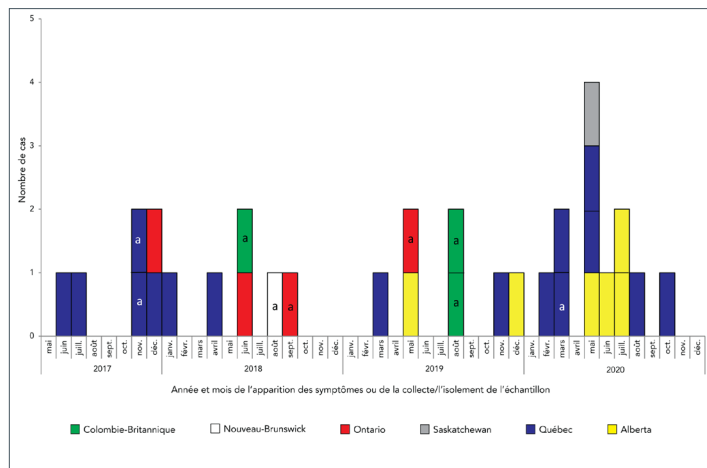
Enquête épidémiologique

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 1^{er} 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

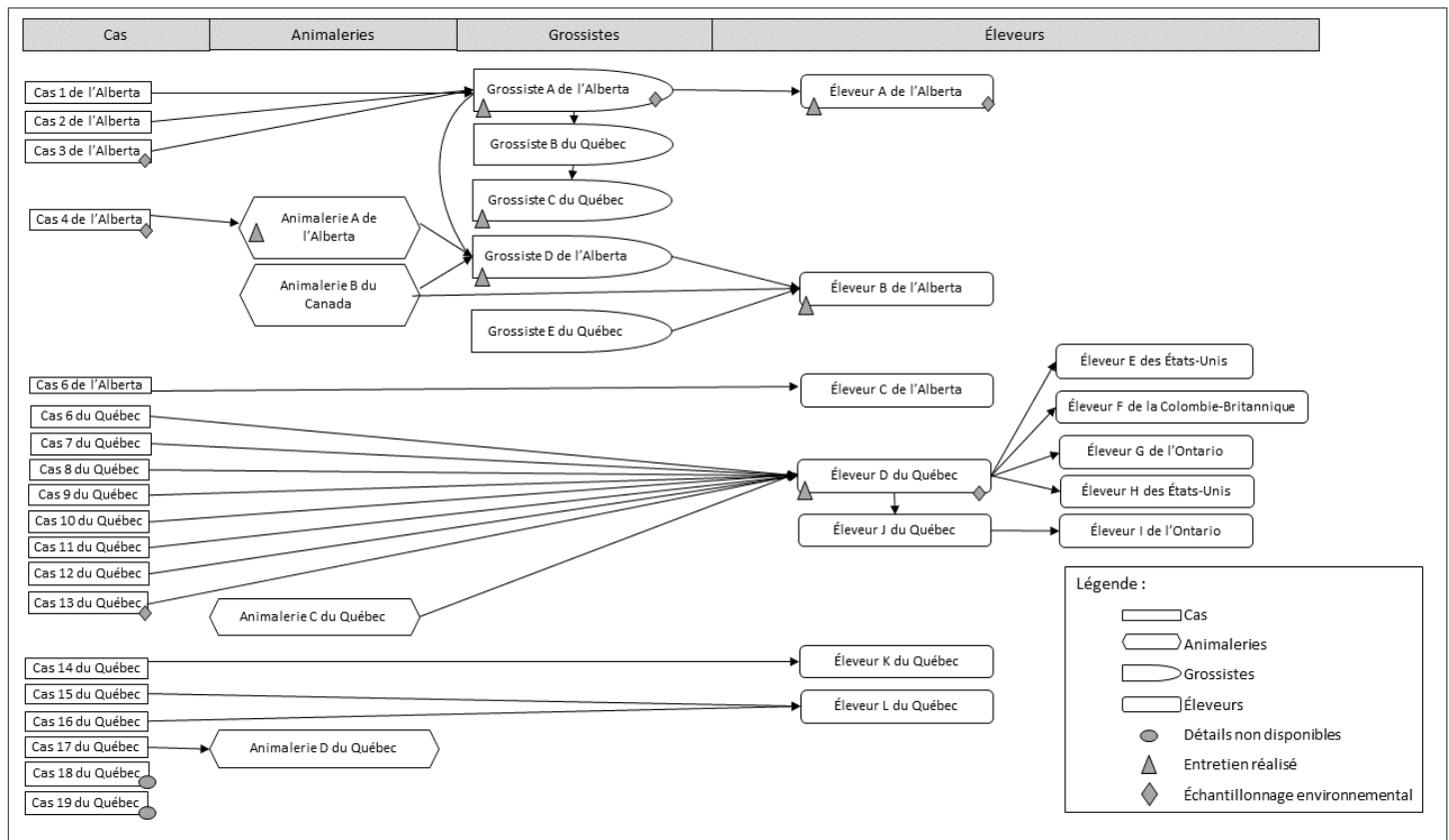
^b Catégories non mutuellement exclusives

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

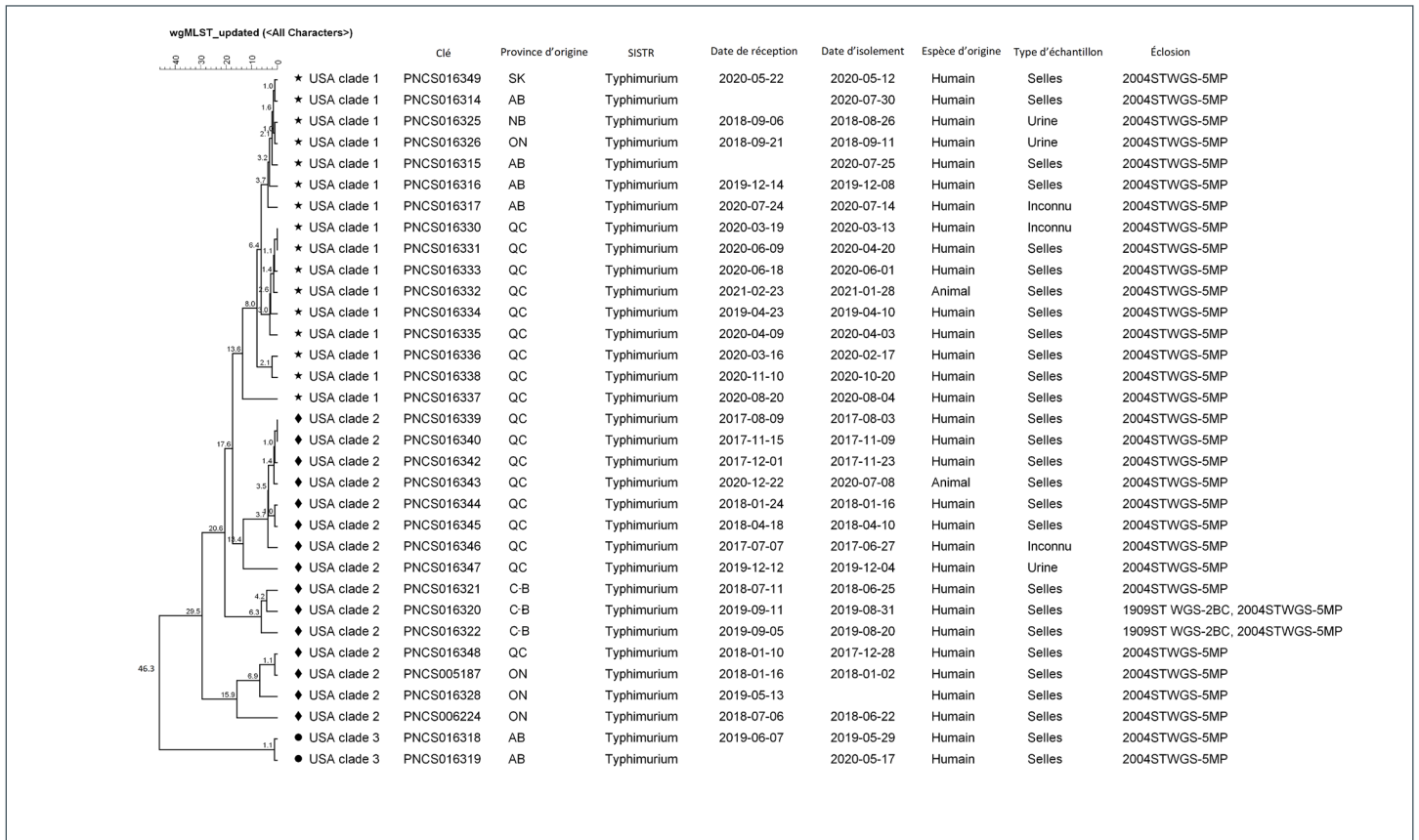
Des échantillons environnementaux provenant des habitats des hérissons et des échantillons fécaux ont été prélevés au domicile de trois cas, d'un grossiste et de deux éleveurs. Un échantillon de selles de hérisson prélevé au domicile d'un cas au Québec a été testé positif et était génétiquement lié à 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'examen 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 : Apparetement des isolats associés à une éclosion par typage de séquences multi-locus par séquençage du génome entier^a



^a Dendrogramme 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 1^{er} 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 supercontamineurs 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 écloison 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 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 écloisions 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 Pract* 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, Franklin 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, Devleeschauwer 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 Sauter PM, Rely 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/>